



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Fondul Social European  
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



CNDIPT  
OIPOSDRU



Asociația Instituțiilor de  
Asigurare a Calității în Educație  
Fondată 2002

FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 - 2013

Axa prioritară 2 „Corelarea învățării pe tot parcursul vieții cu piața muncii”

Domeniul major de intervenție 2.3 „Acces și participare la formare profesională continuă”

Proiect POSDRU/164/2.3/S/137770

**Investește în oameni!** Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

## SUPORT DE CURS

# TEHNICIAN AUDIO – VIDEO

COD NC 3132.3.1

## MIRCEA ENĂCHESCU

2014

## Cuprins

<b>Capitolul 1. COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Specificul comunicării organizaționale .....</b>	<b>8</b>
1.1.1. Organizația ca spațiu al comunicării .....	8
1.1.2. Rețelele de comunicare în organizație .....	8
1.1.3. Modalități de comunicare organizațională .....	9
1.1.4. Roluri în comunicare .....	12
1.1.5. Variabile procesuale ale comunicării .....	12
1.1.6. Efectele comunicării la nivel individual și organizațional .....	14
<b>1.2. Strategii de comunicare organizațională.....</b>	<b>15</b>
1.2.1. Sisteme de comunicare .....	15
1.2.2. Programe de comunicare .....	16
1.2.3. Influențele parametrilor organizației asupra comunicării .....	16
<b>1.3. Comunicarea managerială .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Lucrul în echipă.....</b>	<b>18</b>
1.4.1 Munca în echipă – delimitări conceptuale.....	18
1.4.2. Diferența dintre grupuri și echipe.....	19
1.4.3. Construirea unei echipe eficiente .....	20
1.4.4. Conducerea echipelor .....	25
<b>Capitolul 2. ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1. Definirea conceptului de proces de producție.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2. Clasificarea proceselor de producție .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3. Tipuri de producție .....</b>	<b>38</b>
2.3.1. Tipul de producție în serie.....	38
2.3.2. Tipul de producție de masă .....	39
2.3.3. Tipul de producție individuală (unicate) .....	39
<b>2.4. Metode de organizare a producției de bază .....</b>	<b>40</b>
2.4.1. Organizarea producției în flux.....	40
2.4.2. Organizarea fabricării produselor după metoda producției individuale și de serie mică .....	41
<b>2.5. Metode moderne de organizare a producției .....</b>	<b>41</b>
2.5.1 Programarea liniară .....	41
2.5.2 Metoda PERT.....	42
2.5.3 Metoda CPM ( <i>Critical Path Method</i> ). Metoda drumului critic .....	43
2.5.4 Metoda ”Just In Time” .....	45
<b>2.6 Tendințe actuale și de perspectivă în organizarea producției.....</b>	<b>46</b>
<b>2.7 Planificarea activităților specifice locului de muncă.....</b>	<b>47</b>
2.7.1 Lansarea în fabricație .....	47
<b>2.8 Resurse materiale .....</b>	<b>48</b>
2.8.1 Administrarea resurselor materiale .....	50
2.8.2 Managementul stocurilor de materiale .....	54
2.8.3 Proceduri de aprovizionare.....	56
<b>2.9 Norme de prevenire și stingere a incendiilor .....</b>	<b>57</b>
2.9.1 Dispoziții generale.....	57
2.9.2 Organizarea și desfășurarea activității de apărare împotriva incendiilor .....	58
2.9.3 Măsurile comune de prevenire și stingere a incendiilor.....	61
2.9.4 Reguli privind fumatul .....	61
2.9.5 Lucrări cu foc deschis .....	61
2.9.6 Organizarea intervenției de stingere a incendiilor la locul de muncă .....	62
2.9.7 Căi de evacuare .....	62

2.9.8	Instalații electrice .....	63
2.9.9	Încălzirea locală.....	63
2.9.10	Măsurii pentru sezonul rece .....	64
2.9.11	Lucrări pe timpul perioadelor caniculare și secetoase .....	64
<b>Capitolul 3.</b>	<b>PERFEȚIONAREA PREGĂTIRII PROFESIONALE .....</b>	<b>67</b>
3.1.	Concepte privind formarea, pregătirea și perfecționarea profesională.....	67
3.2.	Etapele procesului de formare profesională .....	69
3.3.	Metode de pregătire profesională .....	72
3.4.	Forme de stimulare a pregătirii profesionale .....	74
3.5.	Rolul formării și al perfecționării profesionale .....	75
3.6.	Instruirea asistată pe calculator.....	75
<b>Capitolul 4.</b>	<b>DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE .....</b>	<b>83</b>
4.1.	Rezistoare electrice.....	83
4.2.	Surse de curent continuu .....	87
4.3.	Legile electrocineticii.....	88
4.4.	Bobine.....	90
4.5.	Condensatoare .....	91
4.6.	Circuite compuse de curent alternativ .....	94
4.6.1.	Circuitul R-L serie.....	94
4.6.2.	Circuitul R-C serie .....	95
4.6.3.	Circuitul R-L-C serie.....	96
4.6.4.	Circuitul R-L-C paralel .....	97
4.7.	Aparate de protecție.....	98
4.8.	Aparate de comutație .....	100
4.9.	Circuite de curent alternativ de joasă tensiune (maxim 220V).....	102
4.10.	Diode semiconductoare .....	103
4.11	Tranzistoare .....	110
4.12.	Dispozitive semiconductoare multijoncțiune .....	118
4.13.	Surse de electroalimentare .....	122
4.14.	Stabilizatoare .....	127
<b>Capitolul 5.</b>	<b>EFACTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO .....</b>	<b>131</b>
5.1.	Mărimi electrice / optice și unități de măsură .....	131
5.1.1.	Mărimi electrice, definirea lor, unități de măsură .....	131
5.1.2.	Mărimi optice, definirea lor, unități de măsură .....	134
5.2.	Mijloace de măsurare, etaloane, metode de măsurare .....	138
5.3.	Erori de măsurare .....	140
5.4.	Aparate de măsură .....	142
5.4.1.	Voltmetrul .....	142
5.4.2.	Ampermetrul .....	145
5.4.3.	Megohmetrul .....	148
5.4.4.	Punți R L C.....	149
5.4.5.	Impedanțmetrul (zetmetrul).....	151
5.4.6.	Q-metrul .....	152
5.4.7.	Frecvențmetrul .....	153
5.4.8.	Osciloscopul.....	157
5.5.	Calibrarea aparatelor de măsură .....	158
5.6.	Măsurarea mărimilor specifice rețelelor de comunicații.....	160
5.6.1	Măsurarea amplitudinii, frecvenței, perioadei.....	160
5.6.2.	Măsurarea frecvenței .....	163
5.6.3.	Măsurarea perioadei .....	164

5.6.4. Măsurarea puterii electrice .....	164
<b>5.7. - Măsurarea elementelor de circuit: R L C Z .....</b>	<b>170</b>
5.7.1. Măsurarea rezistențelor electrice.....	170
5.7.2. Măsurarea condensatoarelor .....	174
5.7.3. Măsurarea impedanțelor .....	175
<b>5.8. Osciloscopul .....</b>	<b>178</b>
5.8.1. Schema bloc, rolul blocurilor componente .....	178
5.8.2. Măsurări cu osciloscopul.....	186
<b>Capitolul 6. ÎNTREȚINEREA ECHIPAMENTELOR AUDIO .....</b>	<b>194</b>
<b>6.1. Sunetul.....</b>	<b>194</b>
<b>6.2. Placa de sunet .....</b>	<b>195</b>
<b>6.3. Mixerul audio.....</b>	<b>198</b>
<b>6.4. Cabluri de semnal.....</b>	<b>207</b>
<b>6.5. Panourile Patch Panel .....</b>	<b>211</b>
<b>6.6. Circuite de amplificare .....</b>	<b>213</b>
<b>6.7. Radiatoare acustice .....</b>	<b>224</b>
<b>Capitolul 7. APLICAȚII MULTIMEDIA.....</b>	<b>233</b>
<b>7.1 Senzațiile vizuale .....</b>	<b>233</b>
<b>7.2 Conceptul de imagine.....</b>	<b>233</b>
<b>7.3 Fotografia.....</b>	<b>234</b>
7.3.1 Aparatul de fotografiat clasic .....	234
7.3.2. Camere de fotografiat digitale.....	238
<b>7.4. Estetica imaginii fotografice .....</b>	<b>241</b>
7.4.1. Organizarea în plan a imaginii .....	242
7.4.2. Organizarea în adâncime a imaginii .....	244
7.4.3. Perspectiva .....	244
7.4.5. Relieful (plastica imaginii).....	245
7.4.6. Linii, suprafețe, volume .....	245
7.4.7. Încadrături .....	246
7.4.8. Culoarea .....	247
<b>7.5. Informații audio-vizuale în format digital .....</b>	<b>248</b>
7.5.1 Multimedia .....	248
7.5.2. Imaginea digitală .....	249
7.5.3. Digitalizare. Conversia analog-digital.....	251
7.5.4. Afișarea imaginilor digitale.....	254
7.5.5. Tipuri de imagini .....	255
7.5.6. Formate de fișiere de imagine .....	255
7.5.7. Compresia imaginilor .....	257
7.5.8. Vizualizarea imaginilor digitale .....	257
7.5.9. Dispozitive foto-video-captoare .....	258
7.5.10. Placa de sunet .....	262
7.5.11. Formate de fișiere audio .....	266
7.5.12. Formate audio.....	268
<b>Capitolul 8. SUNETUL ÎN PRODUCȚIILE CINE-TV.....</b>	<b>272</b>
<b>8.1. Sunetul în producția Tv .....</b>	<b>272</b>
8.1.1. Tipuri de sunete:.....	272
8.1.2. Caracteristici ale sunetului: .....	273
8.1.3. Condiții de audire .....	275
8.1.4. Acustica incintei .....	276
<b>8.2. Metode de înregistrare și redare a sunetului .....</b>	<b>276</b>
8.2.1. Microfoane .....	276
8.2.2. Microfoane folosite în televiziune: .....	278



8.2.3. Probleme ce pot apărea la amplasarea microfoanelor .....	279
8.2.4. Transmiterea sunetului .....	280
<b>8.3. Echipamente de prelucrare a semnalelor AF .....</b>	<b>280</b>
8.3.1. Instalații de mixaj .....	280
8.3.2. Echipamente auxiliare .....	281
<b>8.4. Caracteristicile unui sunet de calitate .....</b>	<b>281</b>
<b>Capitolul 9. ELEMENTE ȘI SISTEME OPTICE.....</b>	<b>286</b>
<b>9.1. Lumina .....</b>	<b>286</b>
9.1.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice .....	286
9.1.2. Spectrul vizibil și spectrul fotografic .....	287
9.1.3. Propagarea luminii .....	288
9.1.4. Marimi fotometrice .....	296
9.1.5. Temperatura de culoare .....	298
9.1.6. Caracteristici fundamentale ale culorii.....	299
9.1.7. Percepția vizuală a culorii .....	301
9.1.8. Caracteristicile culorii .....	303
<b>9.2. Noțiuni de optică geometrică.....</b>	<b>304</b>
9.2.1. Principii ale opticii geometrice .....	304
9.2.2. Formarea imaginilor .....	305
9.2.3. Componente optice fundamentale .....	306
9.2.4. Diafragmarea fasciculelor de lumină .....	312
9.2.5. Divizarea scalei de diafragme .....	314
<b>9.3. Sisteme optice. Obiectivul.....</b>	<b>315</b>
9.3.1. Diafragma.....	316
9.3.2. Deschiderea maximă, deschiderea relativă și deschiderea critică.....	318
9.3.3. Puterea de separație .....	318
9.3.4. Distanța focală și principiul formării imaginilor optice .....	319
9.3.5. Distanța focală și unghiul de cuprindere .....	322
9.3.6. Distanța focală și încadratura .....	323
9.3.7. Distanța focală și perspectiva liniară.....	323
9.3.8. Profunzimea câmpului de claritate .....	331
9.3.9. Montajul obiectivelor pe cameră. Operațiuni de control.....	337
9.3.10. Accesorii optice ale obiectivelor .....	338
<b>Capitolul 10. UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO .....</b>	<b>345</b>
<b>10.1. Principiile redării mișcării cinematografice. Analiza și sinteza mișcării.....</b>	<b>345</b>
<b>10.2. Formatele imaginii .....</b>	<b>346</b>
<b>10.3. Sisteme de cinema.....</b>	<b>346</b>
<b>10.4. Clasificarea peliculei .....</b>	<b>347</b>
<b>10.5. Purtători magnetici de sunet .....</b>	<b>348</b>
10.5.1. Structura purtătorilor magnetici de sunet .....	348
10.5.2. Norme privind purtătorul de sunet. ....	349
10.5.3. Proprietățile magnetice ale purtătorului de sunet:.....	349
10.5.4. Proprietățile electroacustice ale purtătorului de sunet.....	349
<b>10.6. Purtători magnetici ai imaginii .....</b>	<b>350</b>
<b>10.7. Purtători de informații audio numerice .....</b>	<b>350</b>
<b>10.8. Discuri magneto-optice .....</b>	<b>350</b>
10.8.1. Caracteristicile discului optic: .....	350
10.8.2. Discul audio numeric. Compact Discul.....	350
10.8.3. Formate de discuri optice .....	351
10.8.4. Formate de discuri video: .....	352
10.8.5. Discuri magneto-optice .....	352

10.8.6. MiniDiscul (M.D.).....	353
<b>10.9. Înregistrarea optică.....</b>	<b>354</b>
10.9.1. Principiul citirii optice a informației. ....	354
<b>10.10. Televiziunea analogică .....</b>	<b>358</b>
10.10.1. Parametrii de descompunere a imaginii .....	359
10.10.2. Metode de explorare a imaginii.....	359
10.10.3. Semnalul video.....	362
10.10.4. Semnalul de stingere .....	364
10.10.5. Semnalul de sincronizare .....	365
10.10.6. Analizorul vizual. Noțiuni colorimetrice. ....	369
10.10.7. Legile colorimetrice .....	370
10.10.8. Sisteme colorimetrice.....	370
10.10.9. Spectrul semnalului video .....	372
10.10.10. Spectrul semnalului video în cazul explorării întretesute .....	373
10.10.11. Suprapunerea spectrelor semnalelor de luminanță și crominanță .....	374
<b>10.11. Televiziunea digitală .....</b>	<b>375</b>
10.11.1. Digitalizarea imaginii.....	376
10.11.2. Alegerea frecvențelor de discretizare. ....	377
10.11.3. Discretizarea video .....	378
10.11.4. Structuri de discretizarea semnalelor de crominanță.....	379
10.11.5. Cuantizarea. Particularități. ....	380
10.11.6. Codarea.....	380
10.11.7. Pregătirea informației video .....	382
10.11.8. Discretizarea semnalului audio. ....	385
10.11.9. Cuantizarea semnalului audio .....	385
<b>Capitolul 11. UTILAJE ȘI DISPOZITIVE AUXILIARE DE FILMARE.....</b>	<b>389</b>
11.1. Utilaje și mijloace tehnice pentru efectuarea mișcărilor simple de aparat.....	389
11.2. Utilaje și mijloace tehnice utilizate pentru mișcări complexe de aparat.....	394
<b>Capitolul 12. SURSE DE LUMINĂ. CORPURI DE ILUMINAT .....</b>	<b>404</b>
<b>12.1. Surse de lumină .....</b>	<b>404</b>
12.1.1. Fenomene fizice ale emisiei de radiații luminoase.....	405
12.1.2. Formarea spectrelor de linii și benzi spectrale. Spectru continuu.....	406
12.1.3. Corpul absolut negru, referința pentru radiația luminoasă.....	406
12.1.4. Temperatura de culoare. Definiție, unități și mod de evaluare .....	407
12.1.5. Surse de lumină artificiale.....	409
12.1.6. Caracteristicile surselor electrice .....	409
<b>12.2. Corpuri de iluminat .....</b>	<b>410</b>
<b>12.3. Proiectarea și realizarea schemelor de lumină .....</b>	<b>416</b>
12.3.1. Elaborarea unei scheme de lumini (schițe de lumini) .....	417
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>427</b>

# CAPITOLUL 1

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

### Introducere

Comunicarea este o abilitate foarte apreciată în ziua de azi. De cele mai multe ori, majoritatea dintre noi nu o percepem ca atare, pentru că ni se pare normal să comunicăm. Cine nu știe să comunice? A comunica presupune mai mult decât a transmite câteva informații. A comunica implică:

- alegerea unui anumit context;
- formularea corectă a întrebărilor;
- ascultarea interlocutorului;
- convingerea celuilalt și/sau „plăcerea de a comunica”;
- argumentarea și respectarea dreptului la opinie;
- o anumită ținută și postură etc.

De ce este atât de important să comunicăm astfel încât ceilalți să ne înțeleagă? Pentru că modul în care comunicăm, calitatea procesului nostru de comunicare are impact asupra celor cu care interacționăm. Gândiți-vă ce reacție aveți atunci când stați de vorbă cu o persoană care face greșeli gramaticale, care intervine abuziv într-o discuție, care vă contrazice indiferent ce spuneți sau care vorbește numai ea. Și exemplele pot continua.

Comunicarea este o formă de relaționare, de schimb de informații, de cunoaștere și de interacțiune. Din acest motiv, și nu numai, prin comunicare ne definim, ne identificăm în fața celorlalți. În interacțiunile cu prietenii, clienții, șefii sau colegii, fiecare informație pe care o transmiteți spune ceva despre dvs. Iar pentru a fi siguri că imaginea pe care o transmiteți este impecabilă, comunicarea trebuie să fie la fel.

### Obiectivele capitolului

La sfârșitul acestui capitol, cursanții vor fi capabili:

- să comunice eficient cu superiorii, cu colegii din același departament, cu cei din departamente diferite și cu clienții
- să transmită și să recepționeze corect un mesaj
- să adapteze mesajele transmise la contextul de comunicare
- să identifice posibile bariere în comunicare și să dezvolte strategii pentru înlăturarea lor
- să aplice tehnicile de comunicare deprinse, în funcție de context
- să asculte activ interlocutorul
- să formuleze corect întrebări
- să recunoască și să interpreteze corect mesaje non-verbale
- să comunice eficient în scris
- să își cunoască propriu rol în echipă
- să acționeze în calitate de mediatori în echipă
- să lucreze eficient împreună cu ceilalți

## 1.1. Specificul comunicării organizaționale

### 1.1.1. Organizația ca spațiu al comunicării

Comunicarea este fluxul vital care face posibile performanțele unei organizații. De calitatea și funcționalitatea ei depinde modul în care sunt folosite resursele și sunt atinse scopurile. Eficiența unei organizații se bazează pe specializarea funcțiilor la nivel de compartimente și de indivizi și pe complementaritatea acestor funcții. Din aceste caracteristici de bază ale activității organizaționale rezultă necesitatea schimbului de informații între compartimente, între indivizi, între organizație și mediul său socio-economic. Orice organizație constă din premise (scopurile activității comune n.n.), angajați, conducere, echipamente, materiale, fonduri. În procesul muncii comunicarea joacă un rol esențial pentru că orice sistem sociotehnic presupune existența unui flux informațional care face posibilă funcționarea lui ca întreg. Munca în cadru organizațional necesită coordonarea eforturilor participanților în realizarea unei performanțe. Conducerea comunică angajaților deciziile sale, controlează executarea lor, iar deciziile sunt bazate la rândul lor pe fluxul de informații.

Funcțiile organizaționale ale comunicării sunt următoarele:

- a) *Control* - să clarifice îndatoririle, să stabilească autoritatea și responsabilitățile.
- b) *Informare* - să furnizeze baza deciziilor.
- c) *Coordonare* - să facă posibilă acțiunea comună eficientă.
- d) *Motivare* - să stimuleze cooperarea și implicarea în atingerea obiectivelor.
- e) *Emoțională* - să permită exprimarea trăirilor sentimentelor etc.

Comunicarea se realizează atât interpersonal, cât și intraorganizațional (între subunități ale aceleiași organizații) și extraorganizațional (cu persoane sau organizații legate funcțional de activitatea organizației: furnizori, clienți, public, etc.). Fiecare dintre aceste niveluri are grade de complexitate diferite și presupune restricții legate de rolurile organizaționale (superior /subordonat, compartimente de decizie /execuție), norme specifice și structura organizației. Informația circulă prin rețele de comunicare, cuprinzând mai multe persoane, grupuri, compartimente, care îndeplinesc atât roluri de emițător cât și de receptor.

### 1.1.2. Rețelele de comunicare în organizație

Modul de organizare al activității (natura sarcinilor) determină și organizarea comunicării între participanții la activitatea de grup. Rețeaua de comunicare poate fi definită ca o structură prin care sunt stabilite modalitățile de circulație a informației și rolurile pe care le joacă fiecare participant. Tipul de rețea de comunicare influențează eficiența comunicării, prin accesibilitatea canalelor pentru participanți: există rețele restrictive care permit contactul unei persoane numai cu o anumită parte a rețelei și implicit accesul la un fragment și nu la întreaga informație și rețele flexibile, în care participanții au o mai mare libertate (acces practic nelimitat) de a folosi canalele.

Experimentele de laborator pe rețele formate din 5 persoane au pus în evidență următoarele tipuri de rețele de comunicare (fig. 1.1.). Structura rețelelor de comunicare în organizație este mult mai complicată decât cea reprezentată în figura de mai jos. În funcție de natura lor (rețele formale sau rețele informale), structura lor este mai mult sau mai puțin bine definită, dar legitățile pe baza cărora funcționează comunicarea sunt aceleași.

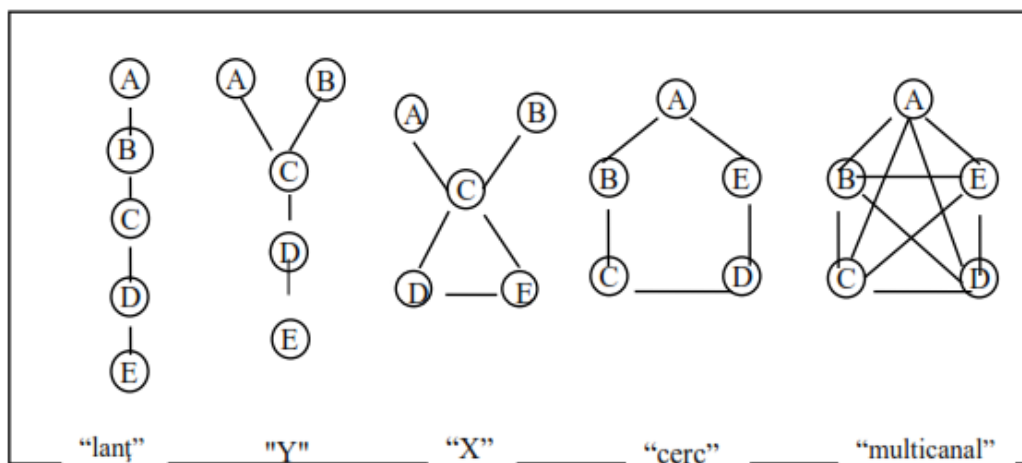


Fig. 1.1. Tipuri de rețele de comunicare

În cazul *rețelelor restrictive* (lanț, y, x), care au grade de centralizare diferite (cel mai ridicat pentru x, cel mai scăzut pentru lanț), accesul participanților este inegal, persoana centrală C având la dispoziție mai multă informație decât persoanele de la periferia rețelei; mai mult, ea poate controla circulația informației servind ca punte de legătură între participanți. În timp, prin controlul exercitat asupra circulației informației în rețea, persoana centrală va acumula o putere suplimentară – va putea controla pe ceilalți participanți la rețea prin acordarea/refuzul accesului la informație, adoptând rolul unui lider (informal) în raport cu grupul. Ca atare persoana centrală va avea un grad mai mare de satisfacție derivată din comunicare decât cele periferice, a căror satisfacție este invers proporțională cu distanța față de centru.

*Rețelele flexibile* (cerc, multi-canal) sunt descentralizate, nici o persoană neavând o poziție favorizată, care să-i permită —monopolizarea— informației. Accesul la informație este egal, nici unul din participanți nu are posibilitatea de a face din gestionarea informației o sursă de putere individuală, ceea ce are ca efect o mai mare satisfacție a participanților decât în cazul rețelelor restrictive. Moralul grupului este mai ridicat decât în cazul anterior.

### 1.1.3. Modalități de comunicare organizațională

Comunicarea organizațională poate fi formală (realizată pe canale impuse de structura organizației, de normele existente și de relațiile funcționale dintre persoane, grupuri, compartimente, în conformitate cu reguli explicite și, uneori, implicite) și este preponderent legată de activitatea comună; și informală (informație fără legătură directă cu activitatea, cu o puternică tentă afectivă), canalele folosite sunt altele decât cele formale, regulile de comunicare sunt mai puțin stricte. Rețelele de comunicare formale și informale sunt coexistente și uneori interferente, în sensul că cele informale pot bloca circulația informației în rețeaua formală, o pot distorsiona în funcție de relațiile și interesele celor implicați, sau, dimpotrivă, pot flexibiliza și îmbunătăți comunicarea formală.

#### *Comunicarea formală.*

Rețelele formale de comunicare sunt prescrise prin organigramă, document care reprezintă organizarea funcțională a activităților și natura relațiilor de subordonare și coordonare dintre compartimente și persoane. Derularea comunicării formale scrise sau orale este guvernată de o serie de reguli implicite și explicite privind conținutul (ce fel de informație se transmite), responsabilitatea (cine emite și cine controlează și semnează – în cazul mesajelor scrise), forma (orală / scrisă, modul de structurarea a mesajului, conținutul părții de identificare, formulele de adresare), momentul (ocazii, termene) și destinația mesajelor (cui sunt adresate)

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Comunicarea poate fi unidirecțională  $E \rightarrow R$ , mai facilă și mai rapidă, sau bidirecțională  $E \leftrightarrow R$ , mai lentă, necesitând răbdare, timp alocat, abilități comunicaționale, dar ducând la decizii mai bune și la acceptarea mai largă a acestora de către executați. Tehnicile de comunicare diferă după sensul de circulație al informației:

*Comunicare descendentă* poate avea loc în sensul cererii de situații, date, etc. sau al emiterii de decizii, dispoziții, instrucțiuni, informații. Formele concrete folosite de o organizație pot fi decizii, circulare de informare, broșuri sau manuale cu norme și instrucțiuni, ziare de întreprindere, scrisori către fiecare angajat, mesaje la stația radio, dări de seamă, rapoarte în fața adunării generale a salariaților sau acționarilor.

*Comunicarea ascendentă* poate fi un răspuns la cererile de situații și date ale conducerii sau emiterii unor cereri, plângeri, opinii. Formele folosite pot fi note de serviciu, rapoarte, dări de seamă, reglementate prin normele de organizare și funcționare. Pe lângă acestea conducerea poate folosi la fundamentarea deciziilor sale date furnizate de chestionare de opinie sau atitudini, forme de colectare a propunerilor și sugestiilor salariaților. Tehnici recente de canalizare a insatisfacțiilor salariaților sunt așa-numitele "hot-lines<sup>1</sup>" și "ușa deschisă<sup>2</sup>".

Comunicarea organizațională nu se limitează însă doar la aceste forme; există modalități specifice de comunicare operativă, bidirecțională, între niveluri ierarhice, compartimente diferite ca ședințele, comitetele, interviurile, grupurile de discuție.

În cazul rețelelor formale sensul de circulație poate fi (a) descendent (de la compartimentele/persoanele de decizie spre cei care execută deciziile), (b) ascendent (de la instanțele de execuție spre cele de decizie) și (c) orizontal (între persoane aflate la același nivel ierarhic). În figura de mai jos, comunicarea este realizată pe canale impuse de structurarea ierarhică a activității. Dacă F vrea să comunice cu P, trebuie să urmeze canalele ascendente E - D - C - B - A și apoi descendente L - M - N - O. În acest lanț de emițători /receptori, mesajul său ar putea fi supus unor distorsiuni repetate, situație care ar putea fi evitată dacă ei ar putea stabili o comunicare orizontală, mai directă.

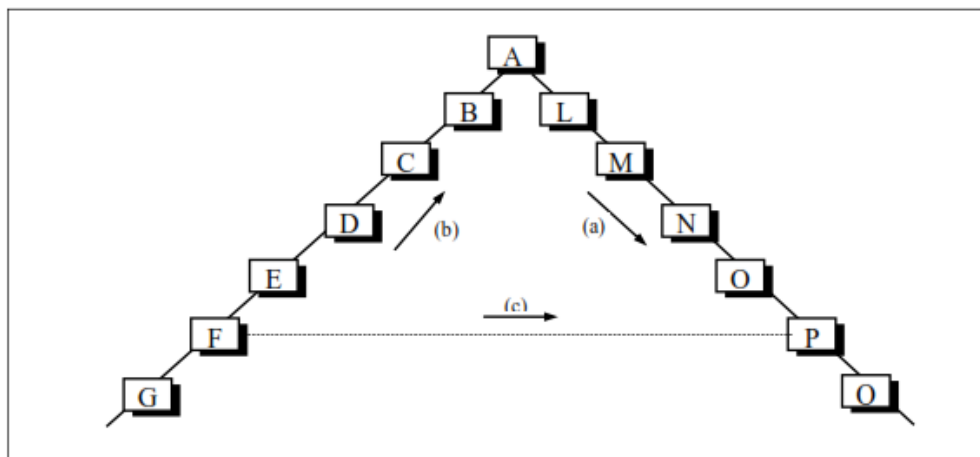


Fig.1.2.<sup>1</sup> Conceptul punților de legătură al lui Fayol

Există organizații cu structuri de comunicare rigide, care nu permit o comunicare orizontală intra sau extragrupală, ceea ce poate fi un avantaj atunci când activitatea impune

1) Hot-lines - linii telefonice permanente prin care salariații pot comunica unor persoane special desemnate nemulțumirile, reclamațiile în legătură cu orice aspect legat de munca lor (condiții, relații, salariu, etc.), la care primesc un răspuns sau o rezolvare într-un termen dat.

2) Ușa deschisă - subalternii au acces oricând / sau în anumite zile la șefii lor pentru a-și comunica reclamațiile, propunerile, etc

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

așa-numita unitate de comandă (cazul structurilor de tip militar) sau, dimpotrivă, un dezavantaj, dacă activitatea cere flexibilitate și dinamism în comunicare (structuri de tip industrial, comercial sau în domeniul serviciilor sau al relațiilor cu publicul). În acest din urmă caz, funcționarul sau muncitorul care trebuie să rezolve o problemă cu ajutorul unui omolog al său din alt serviciu sau atelier, ar irosi mult din timpul său și al superiorilor săi parcurgând întregul lanț F - E - D - C - B - A - L - M - N - O - P. Este mult mai practic pentru activitate ca el să aibă posibilitatea comunicării orizontale cu P. Este general admis că rețelele ierarhice sunt mai rigide și mai lente, dar permit controlul și întăresc autoritatea, în timp ce o organizare mai puțin strict permite o comunicare mai democratică și mai flexibilă, furnizând participanților mai multă satisfacție.

Unele organizații permit un acces mai *democratic* al angajaților la informațiile din sistem. Într-o organizație informările predominante sunt descendente, iar pentru informarea ascendentă există 3 reguli implicite:

*Dacă dorești să fii informat vei afla.*

*Dacă nu ai inițiative, șefii nu-ți vor trimite informații.*

*Ignorarea a ceea ce ai fi putut să afli dacă aveai inițiativă nu poate fi o scuză invocabilă.*

### **Comunicarea informală.**

Paralel cu comunicarea formală sunt inițiate comunicări informale între participanți, pentru a schimba informații care nu au o legătură directă cu activitatea. Cu timpul se constituie rețele informale de comunicare, bazate pe criterii afective simpatie/ antipatie, interese comune legate (sau nu) de organizație; canalele folosite sunt altele decât cele formale, regulile de comunicare sunt mai puțin stricte.

Rețelele de comunicare formale și informale sunt coexistente și uneori interferente, în sensul că cele informale pot bloca circulația informației în rețeaua formală, o pot distorsiona în funcție de relațiile și interesele celor implicați sau, dimpotrivă, pot flexibiliza și îmbunătăți comunicarea formală. Structura rețelilor de comunicare informale este aleatorie, orizontală și verticală, contactele personale scurtcircuitează rețeaua formală, funcționarea lor se bazează pe comunicare nepermanentă, bi- și multi-direcțională. Formele mai frecvente de comunicare organizațională informală sunt zvonurile, semnele secrete de avertizare, materialele satirice scrise.

O metodă modernă de studiere a canalelor de comunicare informală în organizații este analiza ECCO (*Episodic Communication Channels in Organization*) care are ca scop aflarea momentului în care fiecare persoană recepționează o unitate de informație și care este rețeaua de difuzare a ei. Se lansează un zvon și, după un interval de timp, la o anumită oră toți angajații, simultan, sunt rugați să răspundă la un chestionar care are întrebări de tipul: "Când ați auzit ieri informația X sau o parte a ei?" cu detalierea unor aspecte legate de ce au auzit, când, care parte a informației, de la cine, prin ce mijloc (la telefon, direct, între patru ochi, în grup). Se pot identifica astfel persoanele sursă (emițători), structura rețelei, orientarea ei orizontală și verticală. Analizele astfel realizate au pus în evidență faptul că majoritatea participanților la rețea sunt receptori (pasivi) și emițătorii sunt relativ puțini.

### **Comunicare scrisă și comunicare orală**

În funcție de natura, scopul și conținutul mesajelor, forma de prezentare poate fi scrisă sau orală. "Vorbele zboară, scrisul rămâne", spune un proverb. Modalitățile de comunicare organizațională (față în față, scrisă, etc.) sunt alese în funcție de natura sarcinii, conținutul mesajului, specificul receptorului. Comunicarea orală este mai rapidă și produce o satisfacție crescută, dar în cazul unor mesaje standard (instrucțiuni, reglementări, norme, rapoarte) este mai potrivită cea scrisă, atât pentru posibilitatea de difuzare mai rapidă și mai uniformă, cât și pentru că poate fi mai utilă în stabilirea responsabilităților în situații de litigiu.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Comunicările scrise sunt folosite în organizație în cazul mesajelor care trebuie să dureze în timp, ori de câte ori trebuie prevenită uitarea sau fixată responsabilitatea într-o manieră lipsită de echivoc. Comunicările scrise pot constitui elemente ale unor înregistrări contabile, pot fi o documente care vor fi păstrate un anumit timp în fonduri arhivistice, pot fi folosite ca probe în justiție. Cu cât organizația este mai mare și mai complexă, cu atât ponderea documentelor scrise în ansamblul comunicării crește.

Într-o organizație, comunicările scrise pot fi standardizate (toate formularele care sistematizează informații despre diferite aspecte ale activității) sau ocazionale. Traseul comunicărilor scrise poate fi clar fixat (mai ales în cazul comunicărilor standardizate, existând persoane și chiar compartimente specializate care le întocmesc, le dirijează circuitul lor sau care le aprobă, dar există și comunicări scrise ocazionale, care au un traseu mai puțin riguros.

Unele organizații au o descriere clară a tuturor acestor aspecte, sau chiar o reglementare strictă (cele care au implementat deja sisteme de asigurarea calității), în timp ce în altele sistemul funcționează oarecum *de la sine*, în baza tradiției sau doar a activității în sine, fiind caracterizat prin grade diferite de dezordine (sistem haotic de comunicare). În cazul celor din urmă, în momentul implementării unui sistem de calitate pot apărea o mulțime de dificultăți legate de structurarea și formalizarea sistemului și de obținerea unei funcționări de calitate.

Organizațiile care implementează Sistemul de Asigurare a Calității (SAC) au reguli și proceduri complete pentru organizarea fluxului informațional, pentru tipizarea și codificarea tuturor documentelor scrise care circulă în sistem. Sistemul SAC este un bun model de organizare a comunicării scrise, fixând responsabilitățile și asigurând trasabilitatea în domeniul procesării documentelor.

### 1.1.4. Roluri în comunicare

Rolurile în comunicare sunt manifestări comportamentale ale indivizilor în procesul de comunicare. Așa cum am arătat anterior, persoanele centrale sunt mai active în rețea, mai satisfăcute și dețin, prin însăși poziția lor, o putere potențială rezultată din monopolizarea informației. Ele o pot transpune în fapt reglementând circulația informației între membrii și intrarea informației noi în rețea. Acest rol activ în comunicare se manifestă și în influențarea rezultatului cooperării (performanța în muncă) și în luarea deciziilor.

*Controlorul* informației poate fi și o altă persoană decât persoana centrală a rețelei. Rolul de controlor poate fi jucat de oricine, în circulația ascendentă (subordonatul poate influența decizia superiorilor selectând informația care le parvine) sau în cea descendentă (șeful comunică subordonaților numai ceea ce trebuie să știe și în felul acesta le influențează cooperarea și performanța), numai că părerile participanților la rețea diferă referitor la ceea ce trebuie să știe fiecare). Controlul are aspecte pozitive și negative, ducând la furnizarea unor cantități insuficiente sau excesive, în unele cazuri producându-se baraje.

*Omul de legătură* este o persoană a cărei activitate presupune contacte frecvente cu două sau mai multe grupuri. Ea facilitează coordonarea acelor grupuri informându-le reciproc despre activitățile celorlalte, atunci când ele nu interacționează în procesul muncii. Legătura este necesară mai ales în organizațiile cu diferențiere mare a subunităților sau cu activități cu un grad mare de autonomie.

### 1.1.5. Variabile procesuale ale comunicării

Transmiterea mesajului de la emițător la receptor este afectată de o serie de variabile care țin de cei doi agenți, de canal sau de structura mesajului.

*Acuratețea* mesajului este menținerea unității și semnificației prin codificare /decodificare la nivelul emițătorului, respectiv al receptorului și este influențată atât de credibilitatea sursei (E) cât și de structura mesajului. Majoritatea studiilor asupra acestui aspect este realizată la nivelul receptorului. De exemplu superiorii considerați "credibili" erau percepuți ca furnizând informație



## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

mai clară. Acuratețea percepută (așa cum receptează destinatarul mesajul) este diferită de cea reală (așa cum a fost emis) și depinde de credibilitatea sursei, de încrederea pe care R o are în ea și de influența pe care acesta o exercită asupra lui R și mai puțin de structura obiectivă a mesajului.

În comunicarea orală, gradul de acuratețe al transmiterii mesajului este mai mic decât în comunicarea scrisă, datorită faptului că înțelegerea de ansamblu a mesajului este dependentă de calitățile mnemice ale receptorului: acesta va înțelege în funcție de capacitatea de a evoca cât mai multe unități de informație stocate în memoria de scurtă durată. Cu cât mesajul a fost mai lung, cu atât el va uita mai multe unități de informație și va înțelege în mai mică măsură mesajul.

Comunicarea scrisă previne acest neajuns prin faptul că forma și conținutul mesajului sunt consemnate și păstrate intacte pe un suport exterior (hârtie sau format electronic), pot fi recitite de mai multe ori, în ritmul optim de înțelegere al receptorului, permițând o mai mare acuratețe a transmiterii conținutului mesajului.

Un alt factor care influențează acuratețea este diferența dintre repertoriile de semnificații ale emițătorului și ale receptorului: cu cât această diferență este mai mare, cu atât înțelegerea mesajului de către receptor este mai scăzută, deci acuratețea este mai mică.

*Indexul Flesch* este o metodă de studiere a acurateții recepției mesajelor în comunicarea scrisă, prin care urmărește stabilirea proporției dintre cantitatea de informație citită și cea înțeleasă și reținută, prin calcularea unor aspecte (numărul de silabe reținute din 100 de cuvinte, lungimea medie a unei propoziții reținute - în cuvinte, în funcție de dificultatea textului și nivelul de instruire al receptorului). Rezultatele sunt folosite în analiza gradului de adecvare a instrucțiunilor și reglementărilor la nivelul de înțelegere al celor vizați și eventuala reformulare a mesajelor în forme accesibile.

*Deschiderea* spre comunicare este o variabilă individuală legată de emițător: unii participanți sunt mai deschiși, au mesaje mai directe și lasă să transpară mai multă informație despre ei înșiși, alții sunt mai închiși, mai prudenți. Diplomații de exemplu, sunt foarte închiși, mesajele lor trebuie să „traduse”. Avem tendința de a fi mai prudenți în comunicarea cu persoanele necunoscute și cu cele cu statut social diferit, dar frecvența contactelor favorizează deschiderea. În comunicarea interpersonală există o tendință spre simetrie în atitudinea față de comunicare în sensul că avem tendințe de a reduce schimburile de informații cu persoane percepute ca închise și invers.

Comunicarea închisă are rolul de a menține diferențele de statut și este inițiată și menținută de regulă de cel favorizat.

*Distorsiunea* este reproducerea incorectă a unei informații obiectiv corecte prin exagerarea aspectelor favorabile sau defavorabile, filtrarea unor aspecte, blocarea sau omiterea completă a unor date și poate fi conștientă sau nu. În comunicarea ascendentă, subordonatul poate să blocheze informația negativă importantă pentru scop și să exagereze informațiile pozitive despre sine, ceea ce duce la pierderea abilității superiorului de a discerne informația relevantă de cea irelevantă și la adoptarea unor decizii greșite. Fenomenul se produce mai ales atunci când E nu are încredere în R. Superiorul are tendința de a filtra sau bloca mai puțin informația negativă și de a exagera mai puțin pe cea pozitivă. Comunicarea descendentă este afectată mai mult de control decât de distorsiune în sensul că sunt omise informațiile nerelevante pentru subordonați.

*Excesul de informație* (redundanța mesajului) se produce atunci când E transmite mai multă informație decât poate recepționa R și este mai frecvent în comunicarea organizațională decât deficitul. Organizațiile încearcă să limiteze cantitatea de informație care este accesibilă fiecărui participant la activitate la un nivel optim prin definirea rețelelor de comunicare. Organigrama reprezintă nu numai raporturile funcționale generale între entitățile componente ale organizației, ci și rețelele de comunicare formală care decurg din aceste raporturi. Dirijând fluxul informațional prin rețele prestabilite, informația este distribuită, în funcție de conținutul ei, doar persoanelor care au nevoie de ea pentru activitate.

Problema este de a stabili, după caz, limita de la care începe excesul, aceasta depinzând de calitățile persoanei. Excesul are influență pozitivă asupra satisfacției (persoanele care primesc

mai multă informație sunt mai mulțumite) și negativă asupra performanței reale în muncă. Individul are tendința de a dori mai multă informație decât are în mod real nevoie pentru că aceasta îi produce un sentiment de certitudine în luarea deciziilor, chiar dacă acestea sunt de slabă calitate.

*Apărări față de excesul de informație.* Atunci când capacitatea de recepție a individului este depășită el se apără prin omisiune (refuză să prelucreze, să decodifice o parte din informație), filtrare (separarea informației relevante de cea irelevantă), aproximare (categorizarea informației după o schemă simplificatoare) sau pur și simplu prin evitarea informației. Excesul de informație poate depinde și de conținutul sarcinii și de *feedback*-ul rezultatului, dar atunci când el devine cronic poate fi un factor de stres.

*Deficitul de informație* poate să afecteze în sens negativ performanța, mai ales când este legată direct de procesul muncii (persoana nu primește suficientă informație utilă); dar comunicarea nu se referă numai la acest aspect, ci ea privește o serie de alte domenii: comunicare interpersonală, cunoașterea activității colegilor de muncă, a celorlalte grupuri, a conducerii, a obiectivelor organizației. Deficitul de informație este compensat de apariția *zvonurilor*: ele iau naștere prin emiterea și răspândirea unor opinii de către un lanț sau o rețea de comunicare. Distorsiunea interpretărilor este accentuată de suprapunerea și amplificarea unor opinii ale emițătorilor succesivi și de creditarea unor *lideri de opinie*.

### 1.1.6. Efectele comunicării la nivel individual și organizațional

*Climatul de comunicare* este atmosfera generală în care are loc comunicarea organizațională. Climatul influențează atât procesul comunicării, cât și efectele sale asupra performanței individuale și de grup și a satisfacției. Climatul de cooperare este caracterizat prin flexibilitate, spontaneitate, respect, empatie, încredere reciprocă, centrare pe sarcină. Participanții sunt preocupați de rezolvarea problemelor de serviciu, se apreciază și se respectă reciproc, nu acționează pe baza unor —agende ascunsel. Climatul defensiv este generat de lipsa de încredere reciprocă între angajați, suspiciune, tendință de a-i domina și controla pe ceilalți, tendință de securizare prin recurgere la ”agenda ascunsă” (una spun și alta gândesc și fac). Participanții sunt preocupați mai mult de conflicte și tensiuni decât de activitatea propriu-zisă, sunt manipulativi, blochează și filtrează informația și încearcă să dobândească prin aceasta mai multă putere personală. Climatul de comunicare depinde nu numai de natura organizației, ci și de valorile și tradițiile sale, de grupurile de putere existente și de relațiile dintre ele, de politicile manageriale, de gradul de rigiditate al rețelelor de comunicare.

*Performanța în muncă* poate fi abordată la mai multe niveluri: individual, grupal, organizațional. Pe lângă variabilele individuale care influențează performanța (aptitudini, competențe, motivație, trăsături de personalitate, stare de sănătate) și alte variabile organizaționale, de natură tehnică, tehnologică și de organizare a activității (echipamente, spațiu și orar de muncă, tehnologii, management, sisteme de stimulare etc.), comunicarea interpersonală și organizațională este considerată ca un factor important. Cercetările au arătat că *feedback*-ul - cunoașterea rezultatelor imediate și finale ale activității proprii - are o influență pozitivă indiferent de sursa de la care provine (organizație, șefi, colegi, sarcina în sine). Comunicarea rezultatelor are un rol informațional și totodată motivațional: centrează atenția pe aspectele relevante ale sarcinii, orientează spre comportamente dezirabile și adecvate performanței; excesul de *feedback* poate deteriora performanța în timp ce deficitul poate duce la un comportament aleator și ineficient.

Pentru a evita deteriorarea performanței la nivel organizațional prin integrarea lentă a noilor angajați, unele firme au conceput programe speciale de familiarizare rapidă prin furnizarea informațiilor esențiale despre norme, reglementări, canale de comunicare, etc.

Nu toate aspectele comunicării contribuie egal la performanță, aceleași frecvențe a comunicării ascendente a doi angajați fiindu-le asociate conținuturi diferite: unul furnizează informații utile deciziei, celălalt cere permanent îndrumări.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

*Satisfacția în muncă* este influențată și ea de comunicare, așa cum am arătat în paragrafele precedente: cei care au acces la mai multă informație sunt mai mulțumiți, deși au performanțe mai slabe, *deficitul* de informație și *distorsiunea* creează insatisfacție, mai ales atunci când este vorba de informație utilă pentru muncă. Excluderea de la comunicare creează nu numai insatisfacție ci și nesiguranță și tensiune emoțională.

*Eficiența activității la nivel grupal* depinde de natura rețelei (formală / informală) și de structura ei (restrictivă / flexibilă). Rețelele formale sunt destinate circuitului informațiilor necesare bunei desfășurări a activității și, din acest motiv sunt și restrictive: participanții au acces numai la acele informații care le sunt indispensabile activității proprii și colaborărilor implicate. Cu cât organizația este mai ierarhizată, cu atât controlul fluxului informațional crește. Rețele restrictive, prin faptul că au circuite informaționale și reguli de comunicare bine definite, au avantajul că permit o execuție rapidă (principala rațiune a unității de comandă) și nu lasă loc pentru deliberări, interpretări individuale. Dezavantajul lor este legat de faptul că nu permit decât în mică măsură realizarea funcției expresive a comunicării, au tendința de a genera stări de insatisfacție, tensiuni, opoziție, filtrări și blocaje.

Funcționalitatea rețelilor nerestrictive, fie ele formale sau informale este afectată de lentoarea difuzării mesajelor, de dependența transmiterii de caracteristicile individuale ale participanților (motivație, interese etc) și de tendința spre exces de informație. Avantajul lor constă în faptul că satisfacția generată de accesul la informație mărește coeziunea grupurilor și loialitatea față de organizație.

Existența rețelilor de comunicare informală nu are numai efecte negative asupra eficienței activității. Rezistența la schimbare poate fi contracarată promovând elemente ale schimbării prin aceste rețele: credibilitatea informațiilor va fi crescută de asocierea lor cu sursele informale, iar angajații vor accepta mai ușor persuasiunea și vor adera la schimbările propuse.

### 1.2. Strategii de comunicare organizațională

#### 1.2.1. Sisteme de comunicare

Sistemele de comunicare organizațională iau naștere, odată cu organizația, atât la nivel formal cât și la nivel informal. Un sistem de comunicare organizațională presupune existența unor principii și norme formale (reglementări legale, regulamente interne, proceduri), tradiții, principii, proceduri etc., de natură informală, care guvernează procesul și rezultatele comunicării. La acestea se adaugă rețele de comunicare, mijloace și tehnici de comunicare, roluri comunicaționale îndeplinite de actorii procesului (indivizii și compartimentele), responsabilități.

Un bun sistem de comunicare organizațională scrisă trebuie să se bazeze pe următoarele principii:

*Eficiență*: documentele trebuie să răspundă nevoilor de comunicare rezultate din activitatea practică a organizației; ele trebuie concepute într-o formă simplă și clară (acuratețe), trebuie să fie complete și întocmite / procesate la timp. Rețelele de comunicare trebuie, la rândul lor, să fie explicit stabilite ca structură și direcție de circulație a informației. Procedurile de procesare trebuie să cuprindă termene și responsabilități de procesare.

*Transparență*: toți participanții la sistemul de comunicare scrisă trebuie să cunoască conținutul și forma documentelor standardizate, conținutul și forma orientative ale celor nestandardizate, rețelele (circuitul) și procedurile de procesare pentru fiecare document cu care lucrează.

*Responsabilitate*: fiecare participant la sistemul de comunicare organizațională trebuie să fie conștient de importanța asumării responsabilității pentru emiterea, recepția și procesarea documentelor legate de sarcinile sale de serviciu. Stabilirea unor proceduri standard de participare la sistemul de comunicare organizațională fixează în mod clar responsabilitățile și previne orice ambiguitate și pasare a responsabilității.

### 1.2.2. Programe de comunicare

Comunicarea organizațională eficientă presupune existența unor principii clare, utilizarea unor mijloace și asigurarea bunei funcționări a rețelelor de comunicare existente.

*Principii:*

- un bun program de comunicare trebuie să aibă două sensuri (asigurarea *feedback*-ului);
- subiectele comunicărilor trebuie să aparțină sferei de interes a lucrătorilor;
- comunicările sunt eficiente când au ca obiect fapte și ineficiente când constau în discursuri sau teorii;
- stilul comunicărilor trebuie să fie obiectiv (nici condescendent, nici paternalist, nici cald, emoțional sau dimpotrivă, vexatoriu).

*Mijloace:*

- vizite neoficiale ale conducerii la locurile de muncă au un efect de calm, satisfacție și stimulare, conducerea "invizibilă" are efecte proaste;
- discuții directe șef / subaltern;
- ședințe scurte, în grupuri mici;
- anihilarea zvonurilor prin discutarea deschisă în grup.

*Simptome patologice de evitat:*

- refuzul șefului de a comunica clar obiectivul de atins;
- teama șefului că subalternul să cunoască obiectivele superioare;
- refuzul șefului de a comunica subalternilor informațiile necesare pentru a-și îndeplini munca.

### 1.2.3. Influențele parametrilor organizației asupra comunicării

Comunicarea organizațională diferă în funcție de mărimea organizației, de gradul de centralizare, de gradul de incertitudine în activitate.

În *organizațiile mici* comunicarea este predominant orală, realizată prin contacte directe, orizontală și pe verticală, toți participanții au acces egal la informație, comunicarea scrisă fiind folosită mai mult în relațiile cu exteriorul.

În *organizațiile mari* predomină comunicarea scrisă, informația circulă mai lent, este diferențiată pe compartimente (nu toți participanții au nevoie în procesul muncii de aceeași informație, de aceea este mai practic pentru toată lumea ca ea să fie selectată în funcție de activitate); cu cât numărul compartimentelor coordonate crește, cu atât rețeaua de comunicare este mai complicată și mai încărcată de informație; datorită lungimii mari a canalelor de comunicare, probabilitatea distorsiunilor este mai mare decât în cazul organizațiilor mici, comunicarea orală este limitată la persoanele care interacționează direct în procesul muncii.

În *rețelele centralizate* de comunicare accentul cade pe comunicarea verticală (ascendentă/descendentă) și distanța dintre vârful și baza ierarhiei se mărește; informația circulă prin lanțuri ierarhice stabilite, dar nevoia de control diferă după tipul muncii și gradul ei de organizare. De exemplu, la un atelier de reparații auto (muncă autonomă) nevoia de comunicare este mai mare decât la o secție de montaj semiautomatizată dintr-o fabrică de automobile, unde tactul benzii controlează ritmul muncii și îndeplinirea sarcinilor, simplificând comunicarea, dar, dincolo de un grad de automatizare, defectiunile frecvente ale utilajelor cresc nevoia de comunicare între participanți.

*Rețele descentralizate* au o organizare predominant orizontală, cu mai puține niveluri ierarhice; pentru integrarea părților (unitățile de muncă) se folosește mai mult comunicarea

orizontală directă, în cazul cooperării pentru rezolvarea sarcinilor de muncă, iar comunicarea verticală are ca scop predominant controlul.

*Gradul de incertitudine* în activitate este variabil de la un domeniu la altul, de la o organizație la alta, dar este puternic dependent de condițiile externe organizației. De exemplu o firmă trebuie să facă față schimbărilor de pe piața produselor și a muncii, din domeniul financiar, al tehnologiei, al resurselor de materii prime; în această ipostază, deciziile strategice devin importante pentru însăși existența organizației. Datorită marii variabilități a factorilor care sunt implicați în decizie, a imposibilității de a-i controla, crește incertitudinea deciziei, ceea ce atrage după sine o nevoie crescută de comunicare intraorganizațională și mai ales extraorganizațională. Comunicarea aduce informație suplimentară și astfel este posibilă reducerea incertitudinii.

### 1.3. Comunicarea managerială

Managerul, ca persoană care gestionează resursele materiale, financiare și umane ale unei organizații își asumă funcții specifice: planificare, organizare, comandă, coordonare și control. Exercițierea fiecăreia din aceste funcții presupune comunicarea cu ceilalți membri ai organizației și cu persoane, grupuri sociale și instituții exterioare organizației. Bunul mers al întregii organizații, supraviețuirea ei în mediul social, depind de modul în care managerul gestionează o a patra resursă, de natură subtilă - informația. S-a spus: informație = putere. De fapt circulația informației - comunicarea - este cea care leagă între ele celelalte resurse. În și prin activitatea sa, managerul stabilește structurile și imprimă stilul de comunicare, își consolidează puterea. Formula de mai sus ar putea fi exprimată: comunicare = putere. Managerul există ca putere reală în organizație și își îndeplinește funcțiile comunicând:

*Planificarea* activității se bazează pe o amplă informare internă asupra resurselor materiale, financiare, umane, asupra disfuncțiilor și problemelor interne cât și pe informare externă asupra situației de pe piață, a diferitelor evenimente care afectează organizația, informare vitală mai ales în condițiile unei situații dinamice, cum este cea din societatea românească "în tranziție". Calitatea deciziilor luate depinde de calitatea și cantitatea de informație de care dispune managerul la un moment dat. Deciziile manageriale, concretizate în obiective și planuri de realizare sunt apoi comunicate tuturor celor implicați în realizarea lor.

*Organizarea* - funcție subsecventă planificării, presupune stabilirea și atribuirea de sarcini, determinarea structurilor funcționale, stabilirea termenelor și a parametrilor de executare a sarcinilor (cine, ce, cum, când are de făcut). Alocarea resurselor organizației este mediată de comunicarea internă, deci eficiența organizării depinde, alături de competența managerului, de felul în care se informează și îi informează pe ceilalți.

*Comanda* - funcția cea mai sensibil determinată de comunicare - constă în direcționarea subordonaților pentru atingerea obiectivelor prin dispoziții, ordine, instrucțiuni. Modul în care managerul își "conduce" oamenii spre obiective, delegarea responsabilităților, motivarea pentru muncă depind de stilul de comunicare.

*Coordonarea* resurselor și compartimentelor funcționale pe parcursul realizării obiectivelor, climatul de colaborare, atenuarea tensiunilor, rezolvarea conflictelor și depind și ele de stilul de comunicare și de tactul managerului.

*Controlul* constă din verificarea îndeplinirii obiectivelor de către fiecare persoană și compartiment funcțional în condițiile prescrise (termene, calitate etc.), evaluarea performanțelor și comportamentului organizațional al angajaților. Stilul de comunicare, relaționare și conducere se manifestă plenar în interviurile de comunicare a evaluării, discuțiile de disciplinare, analiza rapoartelor subordonaților și întocmirea propriului raport de activitate.

Analize ale ponderii comunicării în activitatea managerială au arătat că timpul alocat acesteia este foarte mare și crește odată cu nivelul ierarhic. Această situație pune încă o dată în evidență importanța abilităților sociale și comunicaționale pentru munca managerului.

Munca reală a managerului se concretizează prin roluri interpersonale, informaționale, decizionale.

*Rolurile interpersonale* sunt jucate de manager ca persoană de legătură între organizație și exterior, între membrii organizației, între diferite compartimente, între persoane și compartimente / instanțe ierarhice. Personalitatea managerului se manifestă în fiecare dintre aceste relații și se modelează prin exercitarea rolurilor.

*Rolurile informaționale*, manifestate prin gestionarea resursei —informaționale, contribuie la căutarea și primirea de informații (interne și din mediu) necesare deciziilor, transmitere de informații utile pentru îndeplinirea sarcinilor de către subordonați, reprezentarea organizației în exterior.

*Rolurile decizionale*, implicite actului de conducere, se bazează pe primele două categorii și constau în adoptarea de strategii de dezvoltare, schimbare, rezolvarea disfuncționalităților pentru atingerea obiectivelor.

Exercitarea acestor roluri manageriale presupune folosirea funcțiilor organizaționale ale comunicării (informare, coordonare, control, motivare, exprimare emoțională) pentru îndeplinirea funcției de gestiune a tuturor resurselor organizației. Iată câteva exemple de situații de comunicare fără de care munca managerială ar fi de neconceput: participarea la ședințe (operative, de comitet de direcție etc.), discuții telefonice cu personalul din subordine, discuții cu alte persoane din conducere, discuții cu diferiți clienți, furnizori, alte organizații, audiențe, activități de protocol (primirea unor delegații din țară și din străinătate), rezolvarea corespondenței și semnarea mapei, discuții cu liderii sindicali din firmă, consultarea unor materiale de specialitate.

Scopurile comunicării manageriale sunt strâns legate de obiectivele generale ale organizației: informare, comandă și instruire, influențare și convingere, îndrumare și sfătuire, integrare și menținere. Managerul face să circule informația utilă atingerii acestor obiective, coordonează sursele intermediare de comunicare, face să ajungă informațiile utile la timpul potrivit și la persoana potrivită, folosește informația pentru a face clare scopurile organizației pentru angajați, pentru a-i cointeresa și a le crea satisfacția atingerii scopurilor. Adeziunea angajaților la scopurile organizației, concertarea și concentrarea eforturilor lor se pot realiza folosind toate formele și resursele comunicării manageriale.

### **1.4. Lucrul în echipă**

#### **1.4.1 Munca în echipă – delimitări conceptuale**

Echipa este locul unde se întâlnesc și interacționează grupuri diferite care își împărtășesc speranțele despre scopuri și roluri într-o atmosferă armonioasă.

Există mulți termeni care descriu munca în grup în cadrul organizațiilor și modul în care își desfășoară activitatea.

Grupul de lucru reprezintă colectivul de persoane implicate în organizații, ce îndeplinesc sarcini în vederea realizării obiectivelor organizației din care fac parte. Ele au aceleași obiective globale de lucru, autoritatea necesară, autonomia și resursele cerute de scopurile propuse.

Munca este exercitarea efortului și aplicarea cunoștințelor și aptitudinilor în vederea realizării unui scop. Termenul „*relație de muncă*” descrie raporturile care există între angajatori și angajați la locul de muncă. Aceste raporturi pot fi formale (de ex., acorduri de procedură, contracte de muncă) sau informale – sub forma contractului psihologic, care exprimă anumite presupuneri și așteptări în legătură cu ce au de oferit și sunt doritori să dea efectiv managerii și angajatorul.

Munca în echipă este capacitatea de a munci împreună pentru a realiza o idee comună, capacitatea de a direcționa realizările individuale spre obiectivele organizaționale, este sursa ce le permite oamenilor obișnuiți să atingă rezultate neobișnuite.

### 1.4.2. Diferența dintre grupuri și echipe

Toate echipele sunt, prin definiție, grupuri, dar nu este necesar ca reciproca să fie adevărată, adică toate grupurile să fie echipe. În literatură există tendința de a folosi termenii de grup și echipă unul în locul celuilalt și nu este ușor să se facă o distincție între aceste noțiuni. Echipele apar când un număr de persoane au un obiectiv comun și recunosc că succesul lor personal depinde de succesul altora.

Acele persoane sunt interdependente. În practică, aceasta înseamnă că în cele mai multe echipe oamenii vor contribui cu abilități diferite. De asemenea, înseamnă că tensiunile și comportamentele contradictorii vor fi demonstrate în echipă.

Munca în echipă devine un termen la modă, a început să înlocuiască tot mai mult referirea la grupuri și orice activitate este descrisă acum ca „muncă în echipă”.

Prin munca în echipă se înțelege un număr restrâns de persoane cu abilități complementare care urmăresc un scop, obiective de realizat și o abordare comună, pentru care se consideră reciproc responsabile. Această definiție identifică câteva trăsături importante ale echipelor:

- număr mic de persoane cu abilități complementare;
- urmărirea unui scop comun;
- urmărirea unor obiective comune de realizat;
- urmărirea unei abordări comune;
- se consideră reciproc responsabile.
- 

Echipa – ca structură socioprofesională – se caracterizează prin:

- obiective comune definite cu rigoare, realism și credibilitate;
- sistem de norme, valori etice și principii împărtășite de toți membrii;
- responsabilități precise, atribuții clare, statut și roluri bine determinate și distribuite celor cu calități adecvate; participare directă la adoptarea și aplicarea deciziilor;
- încredere, respect reciproc și cooperare activă;
- comunicare deschisă și onestă;
- climat psihosocial prielnic colaborării și sprijinului reciproc;
- prețuire și recunoaștere a muncii și rezultatelor obținute de către membrii echipei;
- recompensarea succeselor individuale și de echipă.

Echipele:

- sunt cele mai indicate pentru a rezolva probleme complexe care necesită opinii și cunoștințe diferite;
- reprezintă un excelent mediu de învățare;
- sunt mult mai orientate spre obiective decât organizația în ansamblu, își stabilesc mult mai ușor o viziune și un scop propriu;
- valorifică mai bine resursele fiecărui membru;
- sunt mai flexibile decât grupurile organizaționale deoarece pot fi mult mai ușor formate, dizolvate, reorganizate sau redimensionate;
- cultivă loialitatea și funcționează pe principiul „toți pentru unul și unul pentru toți”;
- favorizează delegarea de responsabilități pentru că oferă garanția de a controla comportamentul membrilor săi prin norme proprii.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Munca în echipă presupune colaborarea mai multor persoane care împart același spațiu de lucru, în vederea atingerii unui țel comun.

Sarcinile care se pretează mai degrabă lucrului în echipă decât muncii individuale trebuie să fie alese în funcție de următoarele criterii:

- completivitate – sarcini complete;
- cerințe variate – sarcina presupune multiple competențe stăpânite de diverși indivizi;
- necesitatea interdependenței și interacțiunii – sarcina presupune cooperarea, comunicarea, schimbul de informații și dezbaterile deciziilor cu privire la metoda cea mai eficientă de lucru;
- semnificația sarcinii – contribuția importantă a sarcinii la atingerea scopurilor organizaționale sau la dezvoltarea societății în general;
- oportunitatea de a acumula noi cunoștințe – asigură membrilor șansa de a-și îmbunătăți sau extinde deprinderile și cunoștințele;
- posibilități de executare a sarcinii – sarcina poate fi executată astfel încât să constituie o provocare pentru membri, cerându-le mai multă responsabilitate și deprinderea unor noi aptitudini pe parcurs;
- autonomie – gradul de libertate pe care îl au echipele cu privire la felul în care își fac treaba, de la ceva neînsemnat precum momentul pauzelor de lucru, la luarea deciziilor privitoare la noi produse sau alt personal.

### 1.4.3. Construirea unei echipe eficiente

#### *Etapele dezvoltării echipei*

Modelul cel mai cunoscut și mai răspândit de evoluție a echipei presupune 5 stadii: formarea, etapa de agitație, normarea, etapa de funcționare și întreruperea activității.

#### *Formarea*

La acest nivel apare adesea un grad ridicat de anxietate. Membrii echipei pun întrebări care reflectă interesul cu privire la rolurile atribuite și la resurse. Indivizii din cadrul echipei caută informații despre alți membri, mai ales legate de background-ul acestora și experiența în tipul de sarcină pe care echipa trebuie să o execute.

Etapa este caracterizată de încercări repetate de a identifica sarcinile în termeni de parametri relevanți și de a stabili cum anume se vor realiza, precum și de stabilirea tipului de informații necesare și a modului în care vor fi utilizate.

Cea mai importantă sarcină este stabilirea clară și de comun acord a obiectivelor.

#### *Etapa de agitație*

În timpul acestui stadiu apar conflictele între indivizi și subgrupuri. Sunt vizate alegerile, autoritatea și/sau competența coordonatorului, iar membrii nu acceptă eventuale încercări de dominare din partea conducerii.

Acest stadiu se caracterizează prin onestitate și deschidere în rezolvarea divergențelor.

#### *Normarea*

În timpul normării are loc rezolvarea conflictelor, iar echipa începe să abordeze sarcina din perspectiva unei cooperări pozitive. Se întocmesc planuri și se stabilesc standarde. Apar norme sau reguli acceptate și modalități de lucru referitoare la comportamentul individual și colectiv.

Normele trebuie impuse în conformitate cu nevoile organizației.



### ***Etapa de funcționare***

Membrii echipei încep să vadă rezultatele date de concentrarea constructivă a energiei asupra sarcinii comune. Se stabilește o structură de lucru eficientă, în mijlocul căreia indivizii se simt bine și încep să colaboreze mai relaxați.

La acest nivel trebuie organizate sisteme de revizuire regulată pentru ca echipa să dea randament în continuare și să fie în legătură cu mediul în care acționează.

### ***Înteruperea activității***

La acest stadiu nu ajung, de regulă, toate echipele, dar, în timp, membri importanți vor părăsi grupul, iar proiectele majore vor fi finalizate sau întrerupte.

În unele cazuri se constată reluarea unor etape pentru a le parcurge gradat, la diverse niveluri.

### ***Implicațiile statutului de membru al grupului***

Deoarece în primele faze rezultatele sunt minime, există tentația de a le parcurge în viteză sau de a le scurt-circuita, sperând că prin aceasta, grupul va atinge productivitatea maximă.

Deși tentantă, această idee nu dă rezultate. La fel ca și oamenii, care trec prin stadii de evoluție în funcție de vârstă, experiență, maturitate și alți factori, echipele trec și ele prin etape previzibile, a căror durată depinde de factori precum: maturitatea indivizilor și a echipei, complexitatea sarcinilor, conducerea acesteia, climatul organizațional și cel extern.

Grupurile își pot înceta evoluția la diferite etape; unele nu ajung niciodată pe deplin funcționale.

Dat fiind caracterul inevitabil al acestor etape, timpul necesar pentru ca echipa nou constituită sau cea modificată să devină pe deplin productivă se poate reduce prin împărțirea preocupărilor și așteptărilor legate de grup, ceea ce duce la reducerea tensiunilor, a îngrijorării sau anxietății tipice etapelor de formare și antrenare. Membrii grupului se pot înțelege între ei pentru a evita „surprizele” și astfel se poate accelera realizarea unei atmosfere de încredere, care permite renunțarea la aspectele interpersonale în favoarea celor legate de sarcinile profesionale, echipa putând acum să meargă înainte și să funcționeze.

### ***Apartenența la echipă***

În ceea ce privește componența echipelor, e necesar să existe o combinație de persoane cu abilități și caractere diferite. Dacă sunt prea asemănătoare, crearea de noi idei va fi limitată și toată lumea va dori să joace aceleași roluri și să îndeplinească aceleași sarcini.

Pentru a crea și menține echipe performante trebuie luate în considerare toate elementele care influențează eficacitatea grupurilor. Printre aceste elemente diversitatea membrilor are un loc aparte. Atunci când membrii echipei sunt omogeni există o serie de avantaje: ușurința de a crea relații sociale între membri și începutul interacțiunii necesare pentru a munci împreună. Pe de altă parte omogenitatea poate să limiteze punctele de vedere, ideile și creativitatea. Din diversitate provine o bază mai mare de talente, informații și perspective variate care pot să îmbunătățească procesul de luare a deciziilor sau de soluționare a unor probleme. Aceste aspecte sunt importante atunci când echipa lucrează la sarcini complexe.

Cercetările au arătat că diversitatea poate crea probleme în stadiile inițiale de formare a echipelor. Aceasta apare atunci când conflictele interpersonale care pornesc din diversitate vin să încetinească procesele de grup cum ar fi construirea relațiilor, definirea problemei și partajarea informațiilor. Chiar dacă echipele ar putea întâmpina dificultăți în a rezolva aceste probleme, se poate dezvolta un potențial de performanță o dată aceste probleme au fost rezolvate.

Trebuie să ne asigurăm că membrii echipei sunt tratați egal. Într-o echipă de până la 6 membri este probabil ca toți să devină implicați. Cei mai tăcuți nu vor fi dominați de personalitățile mai puternice, iar aceia care nu doresc să muncească nu se pot ascunde atât de

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

ușor. În general, aceasta este mărimea ideală. Grupurile mai mari, de până la 10 persoane, cuprind adesea una sau două persoane care nu contribuie foarte mult, dar care pot fi productive. În cele mai mari, se observă o implicare redusă.

Odată ce au fost stabiliți membrii echipei, aceștia trebuie să învețe să lucreze împreună. Munca în echipă poate avea legătură cu persoane din afara grupului; de exemplu, pot fi implicați agenți economici sau organizații comunitare.

### *Claritatea sarcinii*

Trebuie să ne asigurăm că sarcina este clară pentru toți. Acest aspect nu ar trebui să se limiteze doar la a le spune în ce constă; trebuie să le permitem să se gândească la ea și să pună întrebări pentru clarificare. Aceasta nu numai că le va furniza informații concrete, ci le va și permite să-și formeze o viziune mai clară în privința sarcinii și a ceea ce ar trebui să realizeze.

Pe parcursul unei activități mai îndelungate în echipă, fixarea unor termene face sarcina mai ușor de abordat, poate contribui la creșterea motivației, fiecare etapă poate fi realizată cu succes, iar progresul va fi mai ușor de monitorizat.

### *Implicarea membrilor echipei*

Pentru ca o echipă să funcționeze cu succes, membrii săi ar trebui să fie complet dedicați finalizării sarcinii și realizării obiectivelor. Ei trebuie să sprijine procesul și produsul muncii în echipă.

Realizarea unui consens și asumarea sarcinii de către fiecare membru al echipei este foarte importantă, atât în vederea obținerii succesului în echipă, cât și în vederea dezvoltării fiecărui membru.

Competiția dintre membrii unei echipe joacă rar un rol într-o muncă de echipă eficientă. Membrii trebuie să devină camarazi, să-și ofere sprijin, să-și împartă echitabil munca, într-o manieră care să promoveze eficacitatea.

Construirea unei echipe eficiente presupune un bun design al lucrului în echipă, în care sunt specificate obiectivele care trebuie îndeplinite, strategia și succesiunea pașilor, sarcinile specifice, numărul necesar de oameni, rolurile pe care aceștia trebuie să le îndeplinească și abilitățile pe care trebuie să le posedă.

Există 3 tipuri de abilități de care o echipă trebuie să țină cont pentru a ajunge la rezultate bune pe plan profesional:

- are nevoie de oameni cu expertiză tehnică;
- echipa trebuie să includă persoane capabile să identifice problemele și persoane cu abilități
- de rezolvare a problemelor;
- să decidă competent.

Factorii de personalitate nu pot fi ignorați. În mod ideal, membrii unei echipe de succes înregistrează scoruri înalte la dimensiunile: extraversie, agreabilitate, conștiinciozitate și stabilitate emoțională.

Echipele eficiente tind să aibă dimensiuni reduse – mai puțin de 10 membri. Când este vorba de numărul membrilor unei echipe, experții propun abordarea „Think small, respectiv o echipă să fie formată din cel mai mic număr de membri care pot realiza sarcina cerută.

O echipă performantă necesită un *leadership* eficient, care să fie în măsură să traseze direcții clare și să genereze un climat de încredere membrilor săi.

Echipele au un țel sau un obiectiv spre care tind toți membrii săi, însă liderul trebuie să aibă grijă să mențină energia și concentrarea acestora, menținându-i orientați spre țelul colectiv, chiar dacă circumstanțele se schimbă permanent.

Dacă există câteva persoane care lucrează împreună, se ajută reciproc și stau în același birou, nu se poate vorbi de o echipă, ci doar de câteva persoane care împart același spațiu și fac

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

același tip de activitate. Pentru a vorbi de o echipă, trebuie identificat acel „ceva în jurul căruia s-a format colectivul”. În practică, impactul pe care aceste grupuri de lucru îl au asupra performanței organizației sunt următoarele:

1. eficiență sporită: o echipă sudată poate fi coordonată mai eficient și va urmări coerent sarcinile;

2. comunicare mai bună: datorită existenței unui scop comun, barierele de comunicare se estompează, iar membrii grupului dialoghează deschis și degajat despre probleme și soluții;

3. grad ridicat de motivare: existența colaborării și comunicării cu cei din echipă în vederea realizării obiectivelor comune reprezintă pentru fiecare membru al grupului de lucru un motiv de a veni la muncă „din plăcere”;

4. retenție sporită: nimeni nu-și dorește să plece dintr-o echipă în care se simte bine;

5. profit pentru companie: existența unor angajați eficienți și motivați are în timp efecte benefice asupra profitului companiei.

Esența construirii unei echipe rezidă în clarificarea speranțelor despre scopuri și roluri. O echipă este un eco-sistem. Dezvoltarea echipei și a individului se petrece dinăuntru în afară. Indivizii participanți se concentrează mai întâi asupra schimbării pe care trebuie să o facă în ei înșiși și apoi asupra extinderii la alte domenii de influență din echipă.

Alcătuirea unei echipe performante reprezintă o activitate foarte complexă. Avem de-a face cu indivizi diferiți, cu profiluri psihologice diferite, cu interese și așteptări diferite; din scopurile echipei trebuie delimitate obiectivele de urmărit pentru fiecare membru, iar acestea trebuie percepute ca fiind scopuri proprii.

Inițial, echipa se prezintă ca un grup în formare în care au loc fenomene psihosociale specifice de relaționare a persoanelor, de acomodare a unora cu altele, de asimilare a statutelor și rolurilor lor. Atunci când toate aceste procese se stabilizează și funcționează normal se poate vorbi de un grup structurat și coeziv, deci de o echipă.

Selecția celor mai potriviți oameni trebuie să se realizeze după un set de criterii, precum:

- pregătire profesională de specialitate, în concordanță cu specificul domeniului de activitate;
- experiență;
- caracter integru, personalitate bine conturată, atitudine fermă și principială;
- loial instituției, liderului și celor cu care lucrează;
- spirit de echipă, capacitate de a pune la dispoziția grupului întregul său potențial de muncă;
- puterea și deprinderea de a sesiza disfuncțiile, cauzele acestora și de a propune soluții pentru îmbunătățirea muncii;
- abilități relaționale pentru a instaura și menține raporturi interumane corecte;
- forță morală pentru eventualele eșecuri;
- tăria de a-i comunica nemijlocit șefului ce aspecte din actul de conducere sunt deficitare, de
- a formula și avansa metode de lucru noi;
- creativitate, spirit inovator, preocupare pentru implementarea elementelor de noutate, pentru
- schimbări radicale atunci când necesitățile muncii o cer.

Câteva indicații cu privire la înființarea unei echipe eficiente:

*1. Echipele trebuie să aibă de executat sarcini interesante.*

Indivizii vor lucra mai intens dacă sarcinile impuse îi motivează, fiind interesante, provocatoare și plăcute în același timp. Când sarcina e interesantă, indivizii devin mult mai angajați, mai motivați și mai cooperanți în îndeplinirea ei.

*2. Indivizii trebuie să simtă că au un rol important în soarta companiei.*

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Fenomenul de „lene socială” apare mai ales când indivizii cred că nu au o contribuție semnificativă la realizarea sarcinii. O modalitate de a-i face pe membri să se simtă importanți pentru echipă este utilizarea strategiilor de negociere și clarificare a rolului. Examinarea atentă a îndatoririlor fiecărui participant și identificarea obiectivelor individuale și de echipă fac ca membrii să înțeleagă și să demonstreze celorlalți contribuția personală la succesul echipei.

### *3. Indivizii trebuie să aibă de executat sarcini semnificative.*

Sarcinile individuale trebuie să fie semnificative și să aducă satisfacții. La fel cum pentru o echipă este important să aibă o sarcină interesantă de realizat, tot astfel și membrii vor depune mai mult efort, vor fi mai creativi și mai dedicați dacă sarcinile individuale sunt captivante și provocatoare.

### *4. Contribuțiile individuale trebuie să fie indispensabile, unice și evaluate în conformitate cu un standard.*

Investigarea fenomenului de lene socială indică faptul că acesta este rar întâlnit atunci când oamenii își percep contribuția ca fiind indispensabilă performanței întregii echipe. La fel de important este ca și munca individuală să fie supusă evaluării. Indivizii trebuie să simtă că nu doar munca lor este indispensabilă, ci și că realizările lor sunt vizibile pentru ceilalți.

### *5. Trebuie să existe obiective clare de echipă însoțite de feedback în vederea atingerii performanței.*

Din aceleași motive pentru care este important ca indivizii să aibă scopuri clare și *feedback* asupra activității, este vital ca și întreaga echipă să aibă succes la aceste aspecte. Cercetările arată că performanța este ridicată atunci când oamenii primesc sarcini precise. Obiectivele constituie un factor de impulsie dacă se asigură și *feedback*-ul.

### *Reguli necesare în vederea menținerii unei echipe eficiente:*

- respectați-vă colegii, tratați-i așa cum ați dori să fiți voi tratați, ca pe niște oameni capabili, cu calitate, cu trebuințe, aspirații și scopuri la fel de legitime ca ale voastre;
- lucrați bine și intens, urmăriți obținerea performanțelor nu pentru a-i surclasa pe colegi, pentru a le dovedi că sunteți mai inteligenți și mai pricepuți decât ei, sau pentru a demonstra șefului că sunteți mai valoroși decât oricine, ci din înțelegerea necesităților muncii, a nevoii de a îndeplini bine îndatoririle de serviciu;
- comunicați, informați-vă reciproc, consultați-vă cu ceilalți, ajutați-vă în procesul pregătirii și derulării unei acțiuni; în caz de succes, bucurați-vă împreună; în caz de eșec, păstrați-vă calmul și luciditatea, nu vă învinuiți unul pe altul; căutați împreună cauzele eșecului și reluați cu încredere acțiunea inițială;
- nu transformați divergențele de opinii și soluții în motive de ceartă sau acuze. Priviți-le ca pe ceva firesc, căutați să sesizați elementele comune, aveți tăria de a recunoaște și a aprecia deschis ideea celui alt atunci când este mai bună;
- evitați denigrarea și calomniile, nu comentați negativ diverși colegi și nu formați grupulețe care să dezbină echipa;
- ajutați-vă și cooperați activ. Acceptați ideea că astfel vă completați reciproc nu din
- compasiune sau pentru a acoperi, substituiți nepriceperea celui alt, ci pentru reușita acțiunii, pentru îndeplinirea activităților organizației;
- indiferent de valoarea și experiența pe care o aveți, de aportul personal la realizările grupului, nu ațișăați aere de superioritate, evitați aroganța și trufia, ci promovați lauda sinceră și îndemnul prietenesc;
- apreciați cu franchețe și onestitate rezultatul muncii colegilor, nu le subapreciați inițiativele și strădaniile de a obține performanțe. Discutați pe

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

marginea lor, învățați din experiența celorlalți, cereți-le ajutorul atunci când aveți nevoie;

- nu-i învinuiți pe alții pentru greșelile personale; asumați-le, recunoașteți deschis în ce constă vina voastră – acest lucru va consolida imaginea personală în ochii colegilor;
- dezvoltați și consolidați sentimentul de prietenie, împărtășiți din trăirile, frământările și satisfacția voastră, abordați cu tact și discreție și problemele care depășesc cadrul profesional.

*10 etape care trebuie parcurse pentru a investi în propria echipă:*

1. Luați decizia de a pune bazele unei echipe.

Hotărârea de a dezvolta membrii echipei reprezintă primul pas spre construirea unei echipe mult mai bune.

2. Selectați cei mai buni oameni cu putință!

Cu cât oamenii din echipă sunt mai buni, cu atât potențialul lor este mai mare.

3. Plătiți prețul necesar instruirii echipei!

4. Faceți lucrurile împreună ca o echipă!

Singurul mod de a dezvolta identitatea și coeziunea între membrii echipei este să îi reuniți nu numai într-o formulă profesională, ci și într-o formulă personală.

5. Conferiți membrilor echipei responsabilitate și autoritate!

Cea mai semnificativă evoluție a oamenilor apare deseori ca urmare a încercărilor și greșelilor din experiența personală. Orice echipă care dorește să treacă la un nivel superior de randament trebuie să ofere membrilor echipei autoritate și responsabilitate.

6. Ridicați în slăvi succesele obținute de echipa voastră!

Oamenii sunt dispuși să muncească din greu dacă sunt apreciați pentru eforturile lor.

7. Verificați dacă investițiile făcute în echipă dau roadele scontate!

Trebuie să observați dacă obțineți un câștig pentru timpul, energia și resursele pe care le investiți. Unii oameni se dezvoltă foarte repede, alții mai încet, dar rezultatul final dorit este progresul.

8. Nu mai investiți în jucătorii care nu se dezvoltă!

Una dintre cele mai dificile experiențe pentru orice membru al unei echipe este să lase în urmă un coechipier. Dar este necesar să faceți acest lucru dacă un membru din echipă refuză să se dezvolte sau să se schimbe pentru binele colegilor.

9. Creați noi oportunități pentru echipă!

Atunci când o echipă are posibilitatea de a păși pe un teritoriu nou sau are șansa de a se confrunța cu noi provocări, trebuie să se extindă pentru a le putea face față cu succes.

10. Oferiți echipei cea mai mare șansă pentru a reuși!

Una din cele mai importante sarcini pe care le aveți de îndeplinit este îndepărtarea obstacolelor în așa fel încât echipa să aibă o șansă cât mai mare de a obține succesul.

### **1.4.4. Conducerea echipelor**

Pentru a crea și menține o echipă unitară, liderul trebuie să se asigure că membrii posedă deprinderile și abilitățile necesare.

Liderul trebuie să inițieze procese care să contribuie la eficiența echipei, prin luarea unor decizii convenabile, rezolvarea problemelor, managementul conflictelor și dezvoltarea unor mijloace noi și îmbunătățite ale muncii în echipă. Operativitatea acestora nu se obține decât prin exercițiu. Rolul liderului este acela de a încuraja echipa în scopul deprinderii lucrului în grup.

Instruirea și orientarea echipei spre victorie presupune intervenția pentru îndrumare și susținere în vederea realizării unui lucru eficient. Liderul trebuie să învețe să fie sensibil la dispoziția membrilor, la cât de bine comunică și interacționează unul cu altul.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Coordonarea echipei diferă de modul tradițional de conducere. Conducătorii tradiționali tind să dea instrucțiuni și îndrumări, mai degrabă decât să caute sfaturi și să joace rolul unor mediatori. Nu încearcă să se integreze, ci să impună păreri, având un rol mai mult autoritar decât de susținere.

Liderii eficienți ai unei echipe împărtășesc responsabilitățile acesteia, încurajându-i pe membri să-și asume responsabilitatea atunci când lucrurile nu merg bine.

Liderii încearcă să cordoneze echipa ca pe un întreg, ca pe un tot unitar, nu doar asupra fiecărui component al ei.

Conducerea se referă la procesul de inițiere a unor intervenții strategice adecvate motivării și îndrumării echipei.

Funcția de conducere implică în mod categoric impunerea unei direcții precise asupra activității echipei. Viziunea impusă de lider îi provoacă pe ceilalți, sporindu-le motivația. Suntem mai receptivi la scopuri clare și interesante, decât la simplul îndemn „fă tot posibilul!”. Astfel, planul este precis, orientând membrii și asigurând contribuția lor la atingerea obiectivului stabilit.

Realizarea scopului are consecințele sale – membrii pot vedea valoarea rezultatului pentru clienți și pentru ei înșiși, ceea ce îi determină să se implice total în încercarea de a transforma țelul în realitate.

Funcția de conducere presupune modelarea sau proiectarea echipei, astfel încât aceasta să funcționeze eficient. Acest lucru se poate realiza lucrând la autoritatea, dimensiunea, configurația și vechimea echipei.

Funcția de conducere include câștigarea suportului organizațional care ajută echipa să-și atingă scopul. Aceasta presupune acordarea unor recompense adecvate, instruirea corectă a indivizilor, cunoașterea informațiilor referitoare la funcționarea și strategiile organizaționale de care au nevoie.

Funcția de conducere presupune planificarea potrivită a intervențiilor în vederea succesului. Grupurile sunt receptive la intervențiile din partea conducerii mai ales la înființare, pe parcursul executării sarcinii sau când o etapă a activității s-a încheiat.

Se pot identifica două prototipuri de lideri:

<b>Lideri care au obținut succesul prin competiție</b>	<b>Lideri care au obținut succesul prin colaborare</b>
Îi consideră pe cei din jur niște dușmani	Îi consideră pe cei din jur prieteni
Se concentrează numai asupra lor înșiși	Se concentrează asupra altora
Sunt mereu suspicioși la adresa altora	Le întind o mână de ajutor semenilor lor
Câștigă numai dacă sunt buni cu adevărat	Câștigă dacă sunt buni sau dacă echipa lor este bună
Victoria depinde de talentele lor	Victoria lor depinde de talentele celor din jur
Obțin o victorie mică	Obțin o victorie mare
Și puțină bucurie	Și o bucurie pe măsură
Sunt și învingători, dar și învinși	Sunt numai învingători

Calități pe care trebuie să le posede potențialul lider:

### *Caracterul*

Calitățile care trebuie să însoțească un caracter pozitiv sunt: sinceritatea, integritatea, autodisciplina, înclinația spre învățătură, încrederea pe care o inspiră, stăruința, conștiinciozitatea și un puternic respect pentru munca în echipă.

### *Influența*

Arta de a conduce presupune exercitarea unei influențe puternice. Toți liderii sunt posesorii a două caracteristici: se îndreaptă spre o destinație și sunt capabili să-și convingă semenii să-i urmeze.

### *Atitudinea pozitivă*

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Individul a cărui atitudine îl determină să adopte o perspectivă complet pozitivă este o persoană fără limite. Oamenii înzestrați cu atitudini pozitive pot să ajungă în locuri inaccesibile semenilor lor.

### *Talentul de a lucra cu oamenii*

Talentul de a lucra cu oamenii implică o grijă permanentă pentru semenii noștri, capacitatea de a-i înțelege și hotărârea de a interacționa cu ei, care devine o prioritate de grad zero. Propriul comportament va influența și determina comportamentul pe care ceilalți îl manifestă față de noi.

### *Performanța*

Oamenii care nu au înregistrat performanțe, fie nu au învățat nimic din din greșelile comise, fie nu au încercat să facă nimic în viață.

### *Încrederea*

Oamenii sunt atrași de indivizi care inspiră încredere absolută prin întreaga lor ființă. Încrederea este apanajul unei atitudini pozitive. Cei mai mari lideri ai lumii rămân încrezători în forțele lor indiferent de situație. Încrederea conferă putere. Un lider de excepție are capacitatea de a dăruia încredere atât în forțele proprii, cât și în forțele oamenilor săi.

### *Autodisciplină*

Liderii adevărați se caracterizează printr-o disciplină de fier. Când este vorba de disciplină, oamenii aleg din două lucruri: suferința impusă sacrificiul pe care îl implică disciplina și suferința provocată de regretul care se naște din oportunități ratate și mediocritate.

În cazul liderilor, există două aspecte importante care trebuie analizate: unul îl constituie emoțiile, iar al doilea – timpul.

Liderii eficienți recunosc faptul că reacțiile lor emoționale sunt propria lor responsabilitate. Liderul care nu permite ca acțiunile altor persoane să-i dicteze reacțiile, are parte de o libertate nelimitată.

În ceea ce privește timpul, oamenii disciplinați îl folosesc la maxim; iată 3 caracteristici ale liderilor disciplinați: își identifică cu exactitate obiectivele pe termen scurt și lung; își concep un plan pentru realizarea acestor obiective; sunt animați de o dorință puternică ce îi determină să continue lupta pentru îndeplinirea obiectivelor.

### *Arta de a comunica eficient*

Un lider care nu are capacitatea de a comunica nu poate să-și exprime viziunea în așa fel încât să-i determine pe oameni să acționeze în spiritul ei.

Abilitatea unui lider de a inspira încredere este similară cu abilitatea de a comunica eficient. Comunicarea înseamnă interacțiune pozitivă.

Esența unei conduceri eficiente reprezintă articularea unui plan clar și îndrumarea echipei prin viziune și strategii spre atingerea scopului. Liderii îi pot încuraja pe participanți să fie flexibili în abordarea activităților, analizând obiectiv procesele care au loc și învățând odată cu ceilalți cum se lucrează mai bine în echipă.

Un bun conducător va reprezenta interesele grupului: îi va proteja reputația, îl va ajuta la rezolvarea creativă a conflictelor. De asemenea, se va îngriji de identitatea echipei.

Esența conducerii eficiente presupune căldură afectivă.

### ***Erorile și avantajele conducerii***

Au fost identificați patru tipuri de convingeri greșite care îi pot induce în eroare pe lideri:

*Eroarea egocentrismului:* liderul consideră că totul se învârtă în jurul lor și iau în calcul doar propriile interese și nevoi atunci când iau o decizie importantă.

*Eroarea omniscienței:* liderii pot să știe multe lucruri, dar e o eroare să creadă că știu totul.

*Eroarea omnipotenței:* liderii cred că sunt atotputernici și pot face ceea ce vor, fără să se gândească la legitimitatea sau moralitatea faptelor lor.

*Eroarea invulnerabilității:* liderii cred uneori că li se permite orice, că pot scăpa nepedepsiți, că se pot sustrage de la răspundere.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Care sunt capcanele care pot determina eșecul liderilor:

*Numirea colectivului de muncă „echipă”, dar tratarea membrilor în mod individual.*

În cadrul echipei pot fi stabilite responsabilități individuale, pentru ca apoi, responsabilitățile fiecăruia să fie coordonate de lider, astfel încât suma eforturilor combinate ale membrilor să dea naștere produsului întregii echipe.

A doua strategie este aceea de a desemna o sarcină și a le atribui indivizilor răspunderea de a identifica modul în care o pot realiza.

Un procedeu mixt, în care oamenilor li se spune că sunt o echipă, fiind însă tratați ca indivizi separați, cu propriile performanțe și recompense, nu face decât să conducă la confuzie și ineficiență.

*Exacerbarea sau diminuarea autorității.*

Exacerbarea autorității poate genera anxietate membrilor; diminuarea ei poate duce la prea multă libertate și chiar la haos, în lipsa unei direcții.

*Simpla formare a unui grup mare.*

Atunci când configurația grupului e neclară, iar responsabilitățile nu au fost stabilite, membrii pot cădea victime unor fenomene precum „lenea socială” sau „atitudinea de profitor”.

Pentru a obține o structură stabilă sunt necesare 3 elemente: o sarcină bine planificată (care să-i motiveze pe membrii), echipa să fie bine încheată (cu un număr mic de membri care să realizeze eficient proiectul) și să dispună de informații clare și precise cu privire la limitele autorității și responsabilității sale.

*Desemnarea unor obiective interesante, fără a acorda atenție sprijinului organizațional.*

Deși lucrul în grup este considerat actualmente elementul de bază al funcționării organizațiilor, persoanele care coordonează echipele sau lucrează în cadrul lor nu sunt suficient instruite; prin urmare, liderii trebuie să depună un efort considerabil pentru a-și exercita influența orizontal și vertical, pentru a asigura echipelor sisteme de sprijin adecvate în organizații.

*Convingerea că membrii au deja competența necesară lucrului în echipă.*

Conducerea unui grup presupune conștientizarea constantă a proceselor care au loc în cadrul acesteia, precum și intervenția la momentul potrivit pentru a asigura un randament sporit.

### ***Rezolvarea creativă a problemelor în echipă.***

#### ***Etape în rezolvarea creativă de probleme***

Creativitatea de grup se referă la generarea noului prin interacțiune în cadrul unui grup de persoane. Rezultatele creativității de grup se finalizează în inovații, invenții comune sau în soluții la problemele complexe sociale, la evenimente sau relații umane care nu comportă soluții unice.

Rezolvarea problemelor mai puțin structurate presupune gândirea „laterală”, care încurajează identificarea și punerea unor noi probleme și, implicit, găsirea unor noi soluții. În aceste cazuri se valorifică creativitatea, abilitatea și capacitatea managerilor de a prevedea și genera idei.

Rezolvarea problemelor implică 4 stadii bine definite: explorarea problemelor, generarea alternativelor, selectarea unei opțiuni și implementarea acesteia.

#### *Explorarea*

Clarificarea și investigarea unei probleme constituie, probabil, cea mai importantă etapă în rezolvarea acesteia. De obicei, membrii echipei încep să caute soluții înainte de a clarifica, analiza sau redefini problema însăși.

Această etapă se referă la concentrarea asupra scopului sau analiza deținătorilor de interese.

#### *Ideația*

Dacă se reușește împiedicarea încercărilor de a oferi soluții în prima etapă, pasul următor constă în propunerea diverselor modalități de a rezolva problema. Atunci când iau o decizie, echipele caută în general să iasă dintr-un impas. Dacă cineva emite o idee care este preluată imediat, trebuie făcute modificările de rigoare.



## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Studiile legate de rezolvarea problemelor arată că cea mai bună metodă este să începem cu generarea soluțiilor posibile. În această etapă, atmosfera de siguranță creată prin susținerea verbală a inovațiilor este deosebit de importantă pentru promovarea încrederii.

### *Selecția*

În continuare, scopul este acela de a susține o controversă constructivă pentru identificarea unei soluții adecvate. Este recomandabilă o atitudine critică, dar pozitivă și încurajatoare.

Dacă în a doua etapă s-au obținut mai multe răspunsuri, vor trebui alese 3 sau 4 care par mai potrivite; este important să nu optăm doar pentru cele obișnuite; cel puțin o propunere trebuie să sugereze o nouă modalitate de a aborda problema. Ședința de brainstorming negativ este indicată pentru orice idee. Brainstorming-urile negativ contribuie la descoperirea dezavantajelor în mod constructiv și la remedierea lor prin modelarea propunerilor. Echipa nu trebuie să aleagă o soluție doar pentru că e o soluție, ci pentru că este cea mai bună.

### *Implementarea*

Urmând cu seriozitate primele trei etape, echipa va realiza faptul că implementarea este pasul cel mai simplu și mai profitabil al rezolvării problemelor.

Pe parcursul acestei etape, membrii trebuie să abordeze dificultățile care apar și să fie pregătiți pentru a modifica corespunzător modul de aplicare a soluțiilor identificate.

În etapa implementării, inovatorul trebuie să obțină sprijin referitor la resurse, timp și cooperare din partea persoanelor din afara grupului care ar putea influența eficiența procesului de aplicare.

Metodele și tehnicile creative sunt utilizate în scop pragmatic (de rezolvare efectivă a unei probleme într-un mod mai original) și educativ, de dezvoltare a aptitudinilor persoanei, aptitudini care participă la procesul de soluționare creativă.

În pofida prejudecății că metodele și tehnicile creative intervin doar în etapa de generare, de producere a ideilor, acestea sunt utilizabile în toate stadiile procesului de rezolvare creativă a situațiilor cu care ne confruntăm, începând cu depistarea și definitivarea formulării problemei și terminând cu strategia de implementare a soluției.

### ***Tehnicile creative***

Tehnicile creative oferă noi modalități de abordare a problemelor cu care se confruntă grupul și aduc alternative neobișnuite pentru strategiile deja existente, care vizează acceptarea provocărilor.

Iată câteva dintre aceste tehnici:

#### ***Brainstorming-ul clasic***

În cadrul acestei tehnici, membrii grupului emit cât mai multe idei, scopul fiind acela de a obține un număr mare de propuneri, fără a se preocupa de calitatea lor.

Participanții acceptă sugestiile, reținându-și criticile și încearcă să le utilizeze pentru a genera noi idei – așa-numitul fenomen de „parazitare”.

Sunt cunoscute mai multe modalități de obținere a ideilor și soluțiilor intermediare care conduc la soluția finală:

- *progresiv – liniară*, care presupune o succesiune de raționamente, astfel încât fiecare idee generează o alta;

- *analitică*, care presupune o analogie, o confruntare permanentă a ideilor și o analiză individuală a lor fără evaluare, în care se acceptă toate ideile, chiar și cele neobișnuite sau absurde;

- *mixtă*, reprezentând o combinație a primelor două.

Această metodă are ca punct de plecare rezultatul studiilor de psihologie socială diferențiată și pornește de la următoarele idei fundamentale:

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

- fiecare individ normal este apt de creativitate în măsura în care nu este inhibat de atitudinile reprobative ale celorlalți membri ai grupului și în măsura în care atmosfera care crează în grup îl lasă să fie spontan;

- prin intermediul discuțiilor în grup, ideile se amplifică și se îmbogățesc continuu, fără a avea o paternitate precisă, ele fiind o emanație a întregului grup;

Regulile acestei metode sunt:

- cantitatea generează calitatea, deci cu cât numărul de idei va fi mai mare, probabilitatea de a găsi idei valoroase va fi mai mare;

- orice critică este interzisă;

- separarea momentului emiterii ideilor de evaluarea lor critică;

- stimularea asociației de idei pe baza celor exprimate de alții;

- imaginația, chiar absurdă, este binevenită.

### ***Varianta scrisă a brainstorming-ului***

Această tehnică este o variantă a *brainstorming*-ului clasic, care are în vedere competența superioară a indivizilor față de grupuri la ședințele de *brainstorming*, rezultatul fiind generarea unui număr mare de idei într-o perioadă de scurtă de timp.

Membrii echipei stau la o masă rotundă, având în față câteva pagini albe pentru notarea ideilor. După ce scriu 10-15 idei, persoanele pun hârtiile în mijloc. Apoi, fiecare va nota sugestiile pe paginile colegilor. Sunt îndemnați în special să paraziteze propunerile celorlalți.

Metoda este utilă atunci când membrilor le este greu să gândească împreună de la început. Ideile notate pe hârtie pot circula și pot fi dezvoltate pe parcursul mai multor zile.

O variantă productivă a tehnicii amintite implică utilizarea rețelelor de calculatoare. *Brainstorming*-ul în rețea (*brain-netting*) presupune crearea unui fișier la care au acces toți utilizatorii. Problema în discuție apare sub forma unui titlu în fișierul respectiv și toți membrii introduc idei sau sugestii legate de propunerile colegilor. Astfel, indivizii pot comunica și la distanță; mai mult, toți au acces la rezultatele procesului.

Această variantă a *brainstorming*-ului are câteva avantaje:

- este mai profund decât *brainstorming*-ul oral;

- îndrăznesc și cei timizi;

- se respectă ritmul celor lenți, care au posibilitatea să participe la această acțiune de grup.

### ***Brainstorming-ul negativ***

*Brainstorming*-ul negativ este utilizat mai ales ca o strategie de a promova concentrarea asupra sarcinii și gândirea critică în echipă. Este util pentru verificarea unei propuneri noi sau pentru evaluarea tacticilor, practicilor sau a obiectivelor deja existente.

### ***Urmărirea scopului***

Această metodă poate fi folosită în etapa explorării și clarificării problemelor, implicând examinarea și evaluarea critică a scopurilor propuse. Este utilă, de asemenea, la reexaminarea modului în care sunt definite problemele și ideile. Mai mult, ea este esențială pentru a încuraja membrii să identifice și să cerceteze ipotezele principale care sunt deseori preluate fără discernământ.

Abordarea în discuție duce la conceperea unui număr mult mai mare de scopuri decât cel stabilit inițial de echipă. Formulările de tipul „aș vrea să...” și „cum să...”, care precedă enunțarea obiectivului, ajută la clarificarea acestuia.

### ***Tabelul de elemente***

Se referă la descompunerea unei probleme în mai multe elemente sau componente, organizându-se un *brainstorming* pentru fiecare și alegându-se apoi ideile care par mai promițătoare sau mai creative, în vederea propulsării echipei.

Un astfel de tabel ne oferă într-un timp foarte scurt un număr mare de variante de rezolvare, însă metoda este aplicabilă doar în cazul în care avem de-a face cu o problemă care poate fi divizată în mai multe elemente.

### *Exemplu*

Echipa trebuie să lanseze o idee pentru organizarea unui eveniment social nou, care să-i facă pe oameni să se simtă bine în afara serviciului.

Elementele acestei probleme pot fi următoarele: persoanele care vor participa, locul în care se va organiza evenimentul, activitățile care se vor desfășura, timpul și scopul întrunirii. Apoi, grupul generează idei pentru orice temă sau componentă în parte.

Următoarea etapă presupune alegerea ideilor mai neobișnuite din numeroasele combinații posibile, generate de tabelul de elemente.

### *Analiza deținătorilor de interes*

Este vorba despre analiza propunerilor de schimbare sau a obiectivelor echipei din perspectiva celor afectați direct de activitatea grupului. Poate oferi sfaturi utile în privința modificării adecvate a sugestiilor de schimbare sau a scopurilor echipei.

**Modelul Osborn** pleacă de la premisa că potențialul de creativitate și inovare al indivizilor și grupurilor este îngrădit de diferite împrejurări. Modelul își propune să deblocheze acest potențial și să prescrie procedurile de stimulare pas cu pas a ideilor creativ-inovative.

Procesul creativ de rezolvare a problemelor decizionale este menit să favorizeze desfășurarea elementelor cheie ale procesului decizional: definirea problemei decizionale, producția de idei și elaborarea soluției.

### *. Avantajele muncii în echipă*

Necesitatea muncii în echipă a devenit tot mai evidentă pe măsură ce politicile de resurse umane au evoluat, iar companiile au început să țină cont de nevoia de comunicare și contact uman a propriilor angajați, conștientizând valoarea motivațională superioară a dialogului și susținerii reciproce într-o echipă.

În orice activitate, succesul este de cele mai multe ori rodul efortului comun, al muncii în echipă. Într-o echipă ideală, oamenii au posibilitatea de a-și fructifica propriile atuuri. Relația dintre membrii echipei are un impact considerabil asupra performanțelor ei. Crearea unor raporturi calde între membrii depinde de: comunicare (deschisă și onestă), încredere și respect reciproc, valorile împărtășite, cooperare și colaborare, folosirea în comun a informațiilor și cunoștințelor, un mediu sigur și stimulat în care oamenii să se simtă încurajați și să nu se teamă de acuzații în caz de eșec și nu în ultimul rând, depinde de umorul acestora.

Munca în echipă reprezintă calea succesului și a performanței.

Un alt avantaj al muncii în echipă este dezvoltarea empatiei. Manifestarea empatiei în cadrul echipelor este esențială pentru că fiecare membru are posibilitatea de a se dezvolta și de a-și folosi propriul potențial. Empatia ajută echipele să-și clădească încrederea și să colaboreze cu eficacitate. Dezvoltarea unor interacțiuni empatice depinde de o strânsă colaborare între lider și membrii echipei, care să stimuleze:

- abordare constructivă și pozitivă a comunicării la nivel interpersonal, mai ales în situații neplăcute;
- sprijin oferit pentru învățare și pentru depășirea situațiilor dificile de îndată ce acestea apar;
- asigurarea accesului egal al tuturor membrilor la exprimarea opiniilor și preocupărilor lor;
- un tratament echitabil pentru toți;
- prețuirea în egală măsură a tuturor membrilor echipei;
- înțelegerea indicatorilor emoționali din cadrul interacțiunilor;
- capacitatea de a controla emoțiile în cadrul interacțiunilor personale;
- grija reciprocă arătată de membrii echipei și capacitatea lor de a-și înțelege sentimentele.

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Printre avantajele muncii în echipă se mai numără cele legate de climatul afectiv pozitiv. Membrii unei echipe ajung să se cunoască foarte bine, conlucrând la depășirea dificultăților curente. În plus, diversitatea și varietatea soluțiilor oferite crește aritmetic cu fiecare membru. De aceea, lucrul în echipă poate fi extrem de motivant, fiecare proiect aducând cu sine experiența contactului cu ceilalți și bucuria de a beneficia de sprijinul acestora.

Dacă aceste legături ajung să fie puternice, confortul afectiv poate suplini și compensa alte lipsuri, inclusiv cele legate de salarizare.

Lucrul în echipă este folosit adesea ca mijloc de combatere și diminuare a rutinei zilnice. Nu salariul se constituie în cel mai important factor de motivare, ci conținutul muncii, natura sarcinilor curente și modul în care această activitate, prestată 8-10 ore/zi, corespunde cel mai bine necesităților interne de dezvoltare.

Munca în echipă presupune încredere. Interacțiunea este un plus al echipelor. Lucrul în echipă îi determină pe membrii săi să interacționeze, să se susțină și să nu gândească individualist.

O echipă bine construită permite membrilor săi să se concentreze pe valorificarea propriilor talente și competențe. Membrii echipei își pot acorda sprijin reciproc și în privința nivelului de motivare, a direcționării activității spre atingerea obiectivelor dorite și conștientizării strategiilor greșite.

Prin confruntarea unor idei diferite, echipa generează mai multă inovație și creativitate decât o persoană izolată. Prin combinarea experienței și abilității lor de învățare, membrii unei echipe bine construite pot oferi mai multă flexibilitate.

Alte avantaje ale lucrului în echipă:

- stabilirea unor scopuri clare, agreeate de toată lumea;
- rolurile fiecărui membru sunt bine definite, având în vedere abilitățile de expertiză și capacitățile fiecăruia;
- resursele sunt utilizate optim;
- există un înalt grad de motivare al persoanelor;
- sprijinul și încurajarea membrilor echipei îl ajută pe fiecare să-și rezolve sarcinile;
- relațiile personale se îmbunătățesc;
- crește participarea la actul decizional;
- realizarea deplină a potențialului individual;
- sunt mai indicate pentru a rezolva probleme complexe care necesită opinii și cunoștințe diferite;
- valorifică mai bine resursele fiecărui membru;

### ***Dezavantajele muncii în echipă***

Deși munca în echipă are avantajul de a fi mai eficientă prin faptul că le permite membrilor săi să își completeze reciproc abilitățile, trebuie avut în vedere faptul că nu orice proiect poate fi relizat în echipă. Atunci când avem de-a face cu o astfel de activitate și când se dorește realizarea ei în echipă, apar anumite dezavantaje.

Un aspect negativ al muncii în echipă este acela că rezistența la schimbare este în general mai mare decât în cazul persoanelor separate.

Practica ne demonstrează că nu e suficient ca un grup profesional să fie format din personalități puternice, competente și cu experiență. Dacă între acestea nu există compatibilități, înțelegere reciprocă, viziuni și motivații comune centrate pe acceptarea scopului propus, solidaritate și camaraderie, nu se pot obține performanțe apreciabile. Valorificarea potențialului de muncă al fiecăruia, evoluția în cariera profesională nu se îndeplinesc fără a respecta cerințele formării și menținerii spiritului de echipă. La această stare, care potențează calitatea și randamentul muncii fiecăruia, se ajunge numai atunci când oamenii înțeleg că

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

Întregul nu este egal cu suma părților, ci cu ceva mai mult, care se naște din interacțiunea cu grupul, din armonia relațiilor interpersonale, din identificarea oamenilor cu valorile și scopurile grupului.

A lucra într-un grup dezbinat, în care certurile și neînțelegerile sunt frecvente, se manifestă orgoliile și antipatiile, atitudinile de izolare, de desconsiderare sau indiferență, în care fiecare încearcă pe cont propriu să-și rezolve problemele, în care denigrarea celui alt este practică în mod curent, reprezintă fără îndoială un obstacol serios pentru a munci cu plăcere în echipă.

Nu toți oamenii pot lucra în echipă; lucrul în echipă cere angajaților să coopereze unii cu alții, să schimbe informații, să se confrunte cu diferențele, să le accepte și să-și sublimizeze interesele personale în favoarea interesului de grup.

Rolul și eficientizarea muncii în echipă sunt recunoscute, însă drumul către atingerea performanțelor profesionale poate fi alunecos. De aceea, managerii trebuie să acorde o importanță desăvârșită la crearea a ceea ce se cheamă „echipă de succes”.

În cadrul echipei pot apărea conflicte. Faptul de a depinde de cineva poate fi destul de frustrant pentru unii, mai ales atunci când partenerii nu-și respectă angajamentele, termenele sunt depășite în lanț, întârzierea se amplifică continuu, motiv pentru care se acordă atât de multă importanță prezenței unor calități absolut necesare acestui tip de organizare a muncii.

Echipa înseamnă comunicare directă, obligând la asumarea constantă a responsabilității propriilor sarcini, deoarece neîndeplinirea acestora este imediat sancționată de grup.

De obicei, la început oamenii se declară ca fiind buni jucători de echipă, gata să facă față oricăror sarcini și gata să dialogheze cu oricine, deschși la ideile și sugestiile altora. Un test psihologic de extraversie și comunicare poate infirma aceste declarații, profilând o persoană care lucrează mai bine individual și care preferă solitudinea. Iată de ce disponibilitatea exprimată trebuie să fie reală.

Dincolo de aparențe pot exista nemulțumiri în colectiv. Dinamica grupului conține și factori ascunși, unii inconștienți, alții neexprimați, care alterează procesul de realizare a acțiunilor în vederea atingerii obiectivelor comune.

Teama de conflict și de implicare (inamicii interacțiunii) reprezintă un alt dezavantaj. Desfășurarea activității în echipă poate genera anumite probleme, lipsa încrederii reciproce poate da naștere unor neînțelegeri între membrii. De aici generează teama de conflict. Încercarea de evitare a conflictului conduce la autocenzurarea comunicării.

O altă consecință negativă a lucrului în echipă poate fi și sentimentul redus de satisfacție personală la finalul unui proiect, în cazul specialiștilor care dau rezultate mult mai bune dacă lucrează singuri.

Într-o echipă pot interveni și momente mai dificile cauzate de conflicte determinate de cele mai multe ori de probleme interpersonale, de lipsa de comunicare, de persoane dificile în echipă, de roluri nu prea bine definite. Aceste momente dificile i-ar putea determina pe unii să spună că singuri ar fi reușit mai bine, că unele activități au avut de suferit din cauza unor colegi de echipă mai slab pregătiți sau mai puțin implicați.

Automatizarea excesivă a echipelor poate afecta coordonarea eforturilor cu cele ale altor echipe. Pe considerentul că cei care dețin aptitudini dezvoltate multilateral pot desfășura mai multe activități, s-ar putea ajunge la desființarea unor posturi și la supraîncărcarea personalului cu activități suplimentare.

## Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Comunicarea poate fi:
  - a. scrisă
  - b. verbală
  - c. verbală, scrisă, non-verbală
  - d. scrisă, verbală
  
2. Gesturile însoțesc cuvintele
  - a. în scris
  - b. în exprimarea orală
  - c. non-verbal
  - d. în orice situație
  
3. Cele trei elemente importante implicate în procesul de comunicare sunt:
  - a. emițătorul, receptorul, mijlocul de comunicare
  - b. emițătorul, receptorul, mesajul
  - c. mesajul, receptorul, limbajul de comunicare
  - d. mesajul, mijlocul de comunicare, limbajul de comunicare
  
4. Participarea la discuții:
  - a. implică menținerea propriilor idei
  - b. implică respectarea opiniilor tuturor participanților la discuție
  - c. reprezintă o calitate de bun interlocutor
  - d. implică multă răbdare
  
5. Un grup este formator din minim:
  - a. 2 membri
  - b. 5 membri
  - c. 3 membri
  - d. nu contează
  
6. În cadrul unei echipe se promovează:
  - a. ordinea și disciplina
  - b. rolurile organizatorice
  - c. rolurile dominante
  - d. ideile liderului
  
7. Conflictul se rezolvă:
  - a. cu tact și diplomație
  - b. cu ajutorul șefului
  - c. sau se ignoră
  - d. prin ridicarea tonului
  
8. Sfaturi pentru evitarea conflictelor:
  - a. măguliți interlocutorii
  - b. folosiți orice argumente chiar dacă nu există
  - c. nu ridicați tonul, fiți sinceri
  - d. plecați din zona conflictului
  
9. Munca în echipă presupune:
  - a. colaborarea mai multor persoane pentru a atinge un scop profesional comun

## COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ

- b. convingerea celorlalți că nu pot lucra bine decât împreună
- c. un efort multiplu al unei singure persoane
- d. multă răbdare

10. Pentru o bună comunicare în cadrul echipei:
- a. este important ca fiecare membru să-și cunoască poziția în organigramă și cum să comunice ierarhic
  - b. trebuie să fii un bun orator
  - c. trebuie să simți că ai mereu ceva de spus
  - d. trebuie să fii un bun ascultător

Răspunsuri corecte: 1C, 2C, 3B, 4B, 5C, 6B, 7A, 8C, 9A, 10A

## CAPITOLUL 2

### ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

#### Introducere

Capitolul *Organizarea și planificarea locului de muncă* este o componentă a ofertei educaționale pentru domeniul de pregătire Producție media, calificarea profesională Tehnician audio - video.

Conținuturile incluse în structura capitolului vor permite cursanților să-și formeze și să-și dezvolte o gamă de abilități practice și creative, orientate către identificarea factorilor care condiționează procesul de obținere a unui produs specific domeniului de pregătire; caracterizarea tipurilor de producție și a avantajelor și dezavantajelor lor; planificarea activităților specifice locului de muncă; întocmirea programului de activități.

#### Obiectivele capitolului

- ◆ Cunoașterea modului de aprovizionare a locului de munca ce implica stabilirea necesarului, circuitul documentelor de insotire, respectarea regulilor de depozitare si gestionare a materialelor.
- ◆ Cunoașterea modului de programare eficienta a activităților zilnice si a intervențiilor neprogramate.
- ◆ Cunoașterea programului celorlalte compartimente ale unității.
- ◆ Cunoașterea, respectarea și aplicarea reglementărilor specifice activității de protecție a muncii, a prevederilor regulamentului de ordine interioară
- ◆ Cunoașterea documentației tehnice a fiecărui echipament
- ◆ Cunoașterea, respectarea și aplicarea reglementărilor specifice activității de prevenire și stingere a incendiilor, a planului de evacuare
- ◆ Cunoașterea noțiunilor legate de procedurile acordării primului ajutor și a materialelor folosite în acest sens.

#### 2.1. Definirea conceptului de proces de producție

Orice unitate de producție are ca obiectiv principal producerea de bunuri materiale și servicii care se realizează prin desfășurarea unor procese de producție.

Conținutul activității de producție are un caracter complex și cuprinde atât activități de fabricație propriu-zise cât și activități de laborator, de cercetare și asimilare în fabricație a noilor produse etc.

Conceptul de proces de producție poate fi definit prin totalitatea acțiunilor conștiente ale angajaților unei întreprinderi, îndreptate cu ajutorul diferitelor mașini, utilaje sau instalații asupra materiilor prime, materialelor sau a altor componente în scopul transformării lor în produse, lucrări sau servicii cu o anumită valoare de piață.

Procesul de producție este format din:

- procesul tehnologic ;
- procesul de muncă.



## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

Procesul tehnologic este format din ansamblul operațiilor tehnologice prin care se realizează un produs sau repere componente ale acestuia. Procesul tehnologic modifică atât forma și structura cât și compoziția chimică a diverselor materii prime pe care le prelucrează.

Procesele de muncă sunt acele procese prin care factorul uman acționează asupra obiectelor muncii cu ajutorul unor mijloace de muncă.

Pe lângă procesele de muncă în unele ramuri industriale există și procese naturale în cadrul cărora obiectele muncii suferă transformări fizice și chimice sub acțiunea unor factori naturali (industria alimentară – procese de fermentație, industria mobilei - procese de uscare a lemnului etc.).

Ținând seama de aceste componente, conceptul de proces de producție mai poate fi definit prin totalitatea proceselor de muncă, proceselor tehnologice și a proceselor naturale ce concură la obținerea produselor sau la execuția diferitelor lucrări sau servicii.

Procesul de producție poate fi abordat și sub raport cibernetic, fiind definit prin trei componente:

- intrări;
- ieșiri;
- realizarea procesului de producție.

În acest sistem, procesul de producție transformă, sub supravegherea omului, factorii de producție (materii prime, unelte de muncă), intrările, în bunuri economice (produse, lucrări, servicii), care constituie ieșirile din sistem.

### 2.2. Clasificarea proceselor de producție

Componentele procesului de producție pot fi clasificate după mai multe criterii:

- *în raport cu modul de participare la executarea diferitelor produse*, lucrări sau servicii în procesul de muncă ce constituie principala componentă a unui proces de producție, procesele de producție se clasifică în:

- **procesele de muncă de bază**, prin care se înțeleg acele procese care au ca scop transformarea diferitelor materii prime și materiale în produse, lucrări sau servicii care constituie obiectul activității de bază a întreprinderii;
- **procesele auxiliare** sunt acelea care, prin realizarea lor, asigură obținerea unor produse sau lucrări care nu constituie obiectul activității de bază a întreprinderii, dar care asigură și condiționează buna desfășurare a proceselor de muncă de bază;
- **procesele de muncă de servire** au ca scop executarea unor servicii productive care nu constituie obiectul activității de bază sau activități auxiliare dar care prin realizarea lor condiționează buna desfășurare atât a activității de bază, cât și a celor auxiliare.

- *în raport cu modul în care se execută*, se disting:

- **procesele manuale** – sunt cele în care acțiunea manuală a omului este preponderentă (ex. încărcarea - descărcarea manuală a materiilor prime, semifabricatelor, produselor finite etc.)
- **procesele manual mecanice** – sunt cele în care transformarea materiilor prime și materialelor se face de către mașini și utilaje, muncitorul trebuind doar să observe funcționarea și să conducă respectivele mașini.
- **procesele de aparatură** – sunt acele procese de producție în care executantul are sarcina de a urmări și regla mașini, aparate, utilaje și instalații care prelucrează materiile prime și materialele în vederea obținerii produsului finit. Aceste procese sunt, în general, de natură fizică și fizico-chimică, fiind specifice industriei chimice (ex. neutralizarea, oxidarea, evaporarea, uscare etc.)

- în raport cu modul de obținere a produselor finite din materii prime, există:
  - **processe directe** – atunci când produsul finit se obține ca urmare a efectuării unor operații succesive asupra aceleiași materii prime;
  - **processe sintetice** – atunci când produsul finit se obține din mai multe feluri de materii prime, după prelucrări succesive;
  - **processe analitice** – când dintr-un singur fel de materii prime se obține o gamă largă de produse.
- în raport cu natura tehnologică a operațiilor efectuate, procesele de producție sunt:
  - **processe chimice** care se efectuează în instalații închise ermetic și în care are loc transformarea materiilor prime în produse finite în urma unor reacții chimice, fizice termochimice sau electrochimice (ex. procese din industria chimică, procese de obținere a aluminiului, a maselor plastice, a oțelului și fontei).
  - **processe de schimbare a configurației sau formei** prin operații de prelucrare mecanică a materiilor prime cu ajutorul unor mașini (ex. strunjirea, frezarea, etc.)
  - **processe de asamblare** (ex. lipirea, sudarea)
  - **processe de transport.**
- în raport cu natura activității desfășurate, procesele de producție sunt:
  - **processe de producție propriu-zise**, în care are loc transformarea efectivă a materiilor prime și materialelor în bunuri economice.
  - **processe de depozitare sau magazinaj**
  - **processe de transport.**

Diferitele procese și operații elementare se reunesc într-un anumit mod formând un flux de producție specific fabricării diferitelor produse sau executării diferitelor lucrări sau servicii.

### 2.3. Tipuri de producție

Prin **tip de producție** se înțelege o stare organizatorică și funcțională a întreprinderii, determinată de nomenclatura produselor fabricate, volumul producției executate pe fiecare poziție din nomenclatură, gradul de specializare a întreprinderii, secțiilor și locurilor de muncă, modul de deplasare a diferitelor materii prime, materiale, semifabricate de la un loc de muncă la altul.

În practică se disting 3 tipuri de producție:

- tipul de producție în serie,
- tipul de producție în masă,
- tipul de producție individual.

Practica arată însă, că în cadrul întreprinderilor de producție industrială nu există un tip sau altul de producție în formele prezentate, ci în cele mai multe cazuri pot să coexiste elemente comune din cele trei tipuri de producție. În acest caz, metoda de organizare a producției va fi adecvată tipului de producție care are cea mai mare pondere în întreprindere, precum și în funcție de condițiile concrete existente.

#### 2.3.1. Tipul de producție în serie

Tipul de producție în serie este și el de mai multe feluri, în funcție de mărimea lotului de fabricație, și anume:

- tipul de producție de serie mare;
- tipul de producție de serie mijlocie;
- tipul de producție de serie mică.

### *Caracteristici:*

- acest tip de producție este specific întreprinderilor care fabrică o nomenclatură relativ largă de produse, în mod periodic și în loturi de fabricație de mărime mare, mică sau mijlocie;
- gradul de specializare al întreprinderii sau locurilor de muncă este mai redus atât la tipul de serie mare, fiind mai ridicat sau mai scăzut în funcție de mărimea seriilor de fabricație;
- deplasarea produselor de la un loc de muncă la altul se face cu mijloace de transport cu deplasare discontinuă (pentru seriile mici de fabricație) – cărucioare, electrocare, etc. sau cu mijloace cu deplasare continuă, pentru seriile mari de fabricație;
- locurile de muncă sunt amplasate după diferite criterii în funcție de mărimea seriilor de fabricație. Astfel, pentru serii mari de fabricate locurile de muncă sunt amplasate după criteriul liniilor tehnologice, iar pentru seriile mici de fabricație după criteriul grupelor omogene de mașini.

În cazul tipului de producție de serie, de fapt, se întâlnesc caracteristici comune atât tipului de producție de masă, cât și tipului de producție individual (unicate).

### **2.3.2. Tipul de producție de masă**

În cadrul întreprinderilor de producție, tipul de producție de masă ocupă încă o pondere însemnată. Acest tip de producție se caracterizează prin următoarele:

- fabricarea unei nomenclaturi reduse de produse, în mod neîntrerupt și în cantități mari sau foarte mari;
- specializare înaltă atât la nivelul locurilor de muncă, cât și la nivelul întreprinderii;
- deplasarea produselor de la un loc de muncă la altul se face bucată cu bucată, în mod continuu cu ajutorul unor mijloace de transport specifice, cu deplasare continuă de felul benzilor rulante, conveiere sau planuri înclinate;
- din punct de vedere organizatoric, locurile de muncă și forța de muncă care le utilizează au un grad înalt de specializare fiind amplasate în succesiunea operațiilor tehnologice sub forma liniilor de producție în flux;

Tipul de producție de masă creează condiții foarte bune pentru folosirea pe scară largă a proceselor de producție automatizate, cu efecte deosebite în creșterea eficienței economice a întreprinderii.

### **2.3.3. Tipul de producție individuală (unicate)**

Acest tip de producție capătă în prezent o amploare din ce în ce mai mare, datorită diversificării într-o măsură foarte ridicată a cererii consumatorilor.

### *Caracteristici:*

- fabricarea unei nomenclaturi foarte largi de produse, în cantități reduse, uneori chiar unicate;
- repetarea fabricării unor produse are loc la intervale de timp nedeterminate, uneori fabricarea acestora putând să nu se mai repete vreodată;
- utilajele din dotare au un caracter universal, iar personalul care le utilizează o calificare înaltă;

- deplasarea produselor între locurile de muncă se face bucată cu bucată sau în loturi mici de fabricație, cu ajutorul unor mijloace de transport cu deplasare discontinuă;
- amplasarea locurilor de muncă în secțiile de producție se face conform principiului grupelor omogene de mașini.

Existența în cadrul întreprinderii a unui tip de producție sau altul determină în mod esențial asupra metodelor de organizare a producției și a muncii, a managementului, a activității de pregătire a fabricației noilor produse și a metodelor de evidență și control a producției. Astfel, pentru tipul de producție de serie mare și de masă, metoda de organizare a producției este sub forma liniilor de producție în flux, iar pentru tipul de producție de serie mică și individuală organizarea producției se face sub forma grupelor omogene de mașini. Pentru tipul de producție de serie mijlocie se folosesc elemente din cele două metode prezentate anterior.

### 2.4. Metode de organizare a producției de bază

Pornind de la marea diversitate a întreprinderilor care își desfășoară activitatea în cadrul economiei naționale, se pot stabili anumite metode și tehnici specifice de organizare a acestora pe grupe de întreprinderi, avându-se în vedere anumite criterii comune.

Asupra metodelor de organizare a producției de bază are influența gradul de transformare a produselor finite, precum și gradul de complexitate a operațiilor procesului tehnologic.

#### 2.4.1. Organizarea producției în flux

Primul tip de organizare a producției de baza este organizarea producției în flux pe linii de fabricație – specifică întreprinderilor care fabrică o gamă redusă de feluri de produse în masă sau în serie mare.

În aceste cazuri, organizarea producției în flux se caracterizează în metode și tehnici specifice cum sunt: organizarea pe linii tehnologice pe bandă, pe linii automate de producție și ajungându-se în cadrul unor forme agregate superioare la organizarea pe ateliere, secții sau a întreprinderii în ansamblu cu producția în flux în condițiile unui grad înalt de mecanizare și automatizare.

*Organizarea producției în flux se caracterizează prin:*

- divizarea procesului tehnologic pe operații egale sau multiple sub raportul volumului de muncă și precizarea celei mai raționale succesiuni a executării lor;
- repartizarea executării unei operații sau a unui grup restrâns de operații pe un anumit loc de muncă;
- amplasarea locurilor de muncă în ordinea impusă de succesiunea executării operațiilor tehnologice;
- trecerea diferitelor materii prime, piese și semifabricate de la un loc de muncă la altul în mod continuu sau discontinuu, cu ritm reglementat sau liber, în raport cu gradul de sincronizare a executării operațiilor tehnologice;
- executarea în mod concomitent a operațiilor la toate locurile de muncă, în cadrul liniei de producție în flux;
- deplasarea materialelor, a pieselor, semifabricatelor sau produselor de la un loc de muncă la altul prin mijloacele de transport adecvate; executarea în cadrul formei de organizare a producției în flux a unui fel de produs sau piesă sau a mai multor produse asemănătoare din punct de vedere constructiv, tehnologic și al materiilor prime utilizate.

**Organizarea producției în flux** se poate defini ca acea formă de organizare a producției caracterizată prin specializarea locurilor de muncă în executarea anumitor operații, necesitate de fabricarea unui produs, a unor piese sau a unui grup de produse sau piese asemănătoare prin amplasarea locurilor de muncă în ordinea impusă de succesiunea executării operațiilor și prin deplasarea produselor sau pieselor de la un loc de muncă la altul, cu mijloace adecvate de transport; întregul proces de producție desfășurându-se sincronizat, pe baza unui model unic de funcționare, stabilit anterior.

### 2.4.2. Organizarea fabricării produselor după metoda producției individuale și de serie mică

În cadrul agenților economici există o serie de unități economice care execută o gamă largă de produse, în loturi foarte mici sau unicate.

Această situație impune adoptarea unui sistem și a unor metode de organizare a producției de bază care să corespundă cel mai bine realizării de produse unicate sau în serii mici.

*Principalele caracteristici ale acestui mod de organizare sunt:*

- *Organizarea unităților de producție după principiul tehnologic.* Conform acestei metode de organizare unitățile de producție se creează pentru efectuarea anumitor stadii ale procesului tehnologic, iar amplasarea unităților și a utilajelor din cadrul lor se face pe grupe omogene de mașini. În acest caz, dotarea locurilor de muncă se face cu mașini universale care să permită efectuarea tuturor operațiunilor tehnologice la o mare varietate de produse.
- *Trecerea de la o operație la alta a produsului are loc bucată cu bucată.* În acest caz, există întreprinderi foarte mari în procesul de producție, ceea ce determină cicluri lungi de fabricație și stocuri mari de producție neterminată.
- *Pentru fabricarea produselor se elaborează o tehnologie în care se vor stabili următoarele aspecte:*
  - a) felul și succesiunea operațiunilor ce vor fi executate;
  - b) grupele de utilaje pe care vor fi executate operațiile;
  - c) felul SDV-urilor ce vor fi utilizate.

Această tehnologie urmează a se definitiva pentru fiecare loc de muncă.

- *Pentru proiectarea tehnologiei de fabricație se folosesc normative grupate, evidențiindu-se elaborarea de tehnologii detaliate care ar necesita o mare perioadă de timp și costuri ridicate.*

## 2.5. Metode moderne de organizare a producției

În condițiile creșterii concurenței, pe piață a apărut necesitatea dezvoltării unor sisteme care să producă pe principiile producției în flux, dar în condițiile producției de serie, deci a unor sisteme integrate de organizare a producției. Ele se întâlnesc sub diverse denumiri, precum:

- programare liniară
- metoda PERT
- metoda CPM (metoda drumului critic )
- metoda „Just in Time” (J.I.T.)

### 2.5.1 Programarea liniară

**Programarea liniară** este folosită în optimizarea alocării resurselor.

Programarea liniară ține cont de două elemente: obiective și restricții.

Programarea liniară poate fi folosită în gestiunea producției pentru rezolvarea unor probleme:

- de repartizare a producției pe diferite mașini în condițiile maximizării profitului;
- privind transportul produselor între locurile de munca și între acestea și punctele de distribuție;
- de determinare a cantităților din diverse bunuri ce trebuie produse.

### 2.5.2 Metoda PERT

Metoda PERT (*Program Evaluation and Review Technique* – Tehnica Evaluării Repetate a Programului) se aplică în cazul producției de unicate complexe și de mare importanță, la care operațiile succesive trebuie realizate prin respectarea restricțiilor de prioritate și de termene.

Diagrama PERT conține informații despre sarcinile dintr-un proiect, perioadele de timp pe care se întind, și dependențele dintre ele. Forma grafică este o rețea de noduri conectate de linii direcționale (numită și “rețeaua activităților”). Nodurile sunt cercuri sau patrulatere și reprezintă evenimente sau borne (“*milestones*”) din proiect. Fiecare nod este identificat de un număr. Liniile direcționale, sau vectorii care leagă nodurile reprezintă sarcinile proiectului, iar direcția vectorului arată ordinea de desfășurare a sarcinilor. Fiecare sarcină este identificată printr-un nume sau printr-un indice, are reprezentată durata necesară pentru finalizare, și, în unele cazuri, chiar numărul de persoane responsabile și numele lor.

#### *Modul de folosire al analizei PERT*

Cel mai important concept al analizei PERT este *drumul critic*.

*Drumul critic este acel drum de la începutul la sfârșitul rețelei, a cărui activitate însumează un total de timp mai mare decât orice alt drum din rețea.*

Drumul critic este o bază pentru stabilirea calendarului unui proiect, deoarece durata totală a unui proiect nu poate să fie mai mică decât timpul total al drumului critic. Totodată întârzierile în activitățile componente ale drumului critic pot pune în pericol întregul proiect. De aceea este necesar ca acestor activități să li se acorde o atenție mult mai mare.

Etapele în analiza PERT:

Analiza PERT poate fi împărțită în trei etape:

1. *Planificarea:*

- identificarea sarcinilor și estimarea necesarului de timp pentru acestea
- aranjarea sarcinilor și a evenimentelor într-o secvență fezabilă
- desenarea diagramei

2. *Încadrarea în timp:*

- stabilirea, acolo unde este posibil, a datelor de început și de sfârșit

3. *Analiza:*

- calcularea *datelor minime posibile*, a *datelor maxime permise* și a *marjelor de timp* pentru fiecare eveniment. Acest lucru se face lucrând de la stânga la dreapta și apoi de la dreapta la stânga diagramei (vezi regulile 7 și 8)
- evaluarea oportunității planificării propuse și, dacă este necesar, revizuirea ei

În mod concret, analiza PERT se poate realiza folosind softuri specializare de management ale proiectelor, care pun la dispoziție mai multe facilități în privința informațiilor incluse în analiză.

### 2.5.3 Metoda CPM (*Critical Path Method*). Metoda drumului critic

Principiul analizei drumului critic constă în divizarea unui proiect (acțiuni complexe) în părți componente, la un nivel care să permită corelarea logică și tehnologică a acestora, adică să facă posibilă stabilirea interacțiunilor între părțile componente. Aceste părți componente sunt activitățile unor acțiuni complexe.

La definirea listei de activități specialistul care participă la această operație folosește experiența sa pentru a răspunde, pentru fiecare activitate la întrebările:

*"ce alte activități succed sau preced în mod necesar această activitate ?"*;

*"care este durata activității ?"*.

La naștere în acest fel un tabel care conține activitățile proiectului, intercondiționările între activități și duratele acestora.

Un astfel de tabel trebuie să conțină cel puțin următoarele elemente:

- activități: în această coloană se enumeră activitățile proiectului, fiind puse în evidență printr-o denumire sau printr-un simbol (codul activității);
- condiționări: se precizează, pentru fiecare activitate, activitățile imediat precedente, prin simbolurile lor; activitățile de start nu au activități precedente, în căsuță fiind trecută o liniuță;
- durata: pentru fiecare activitate se precizează durata de execuție, într-o anumită unitate de măsură. Durata unei activități este o constantă.

Modelele de analiză a drumului critic se bazează pe reprezentarea proiectului printr-un graf, elementele tabelului asociat acestuia fiind suficiente pentru a construi graful corespunzător.

Metoda CPM este un procedeu de analiză a drumului critic în care singurul parametru analizat este timpul și în reprezentarea graficului rețea se ține seama de următoarele convenții:

- fiecărei activități  $i$  se asociază un segment orientat numit arc, definit prin capetele sale, astfel fiecare activitate identificându-se printr-un arc;
- fiecărui arc  $i$  se asociază o valoare egală cu durata activității pe care o reprezintă;
- condiționarea a două activități se reprezintă prin succesiunea a două arce adiacente.

Nodurile grafului vor reprezenta momentele caracteristice ale proiectului, reprezentând stadii de realizare a activităților (adică terminarea uneia sau mai multor activități și/sau începerea uneia sau mai multor activități).

Procedeu CPM se bazează pe existența unei corespondențe bipartide între elementele unui proiect (activități, evenimente) și elementele unui graf (arce și noduri).

#### *Analiza proiectului*

Analiza proiectului constă în determinarea duratei minime a proiectului, determinarea intervalelor de timp în care poate avea loc fiecare din evenimentele reprezentate prin noduri și determinarea intervalelor de timp în care pot fi plasate activitățile, astfel încât să se respecte toate condiționările și să obținem timpul minim de execuție al proiectului.

Cele mai importante valori ce trebuie calculate după ce rețeaua a fost trasată sunt:

- **cel mai devreme moment de începere a unui eveniment** - este cel mai apropiat (timp) moment la care un nod poate fi atins;
- **cel mai târziu moment de realizare a unui eveniment** - este cel mai depărtat (timp) moment la care un nod trebuie atins pentru ca proiectul să se finalizeze la data stabilită.

**Termenul cel mai devreme de realizare a evenimentului** se face prin **parcurerea normală** a rețelei, începe de la nodul (unic) de start și termină cu nodul (unic) de final. Timpul care este considerat "cel mai devreme moment de realizare a nodului de început" al proiectului se poate stabili arbitrar (de obicei este considerat zero). Momentul de realizare a unui eveniment reprezintă un **punct în timp** și nu o perioadă de timp. Așadar, dacă timpul este exprimat în

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

săptămâni trebuie să existe o convenție potrivit căreia numărul de săptămâni ce apare într-un nod eveniment reprezintă fie începutul, fie sfârșitul săptămânii respective. Dacă acest lucru nu este stabilit cu precizie, fiecare membru al echipei poate interpreta diferit.

După ce se stabilește momentul de realizare pentru primul nod, se selectează oricare din nodurile imediat următoare și se calculează cel mai devreme moment de realizare a evenimentului fiecăruia din ele. Nu contează ordinea în care sunt alese nodurile succesoare. Deoarece rețeaua nu conține bucle, se poate stabili întotdeauna care este nodul "următor", pentru care să se calculeze cel mai devreme moment.

*Cel mai devreme moment de producere a evenimentului corespunzător nodului final al rețelei reprezintă cel mai devreme moment posibil de realizare a proiectului.*

De regulă, se stabilește un termen limită de finalizare a unui proiect. În acest caz trebuie să se calculeze și *momentul cel mai depărtat în timp* al producerii fiecărui eveniment, astfel încât proiectul să poată fi încheiat la data stabilită.

De multe ori termenul final al proiectului este impus de factori externi, dar uneori este stabilit ca fiind cel mai devreme moment de finalizare a proiectului.

Prin intermediul **parcursului invers**, se calculează, pentru fiecare nod, cel mai târziu moment de producere a evenimentului corespunzător, astfel încât proiectul să fie încheiat la data stabilită. Calculele încep cu cel mai târziu moment de finalizare a proiectului sau cu data de încheiere impusă din exterior și continuă, prin parcurgerea în sens invers a rețelei, până la nodul de start al proiectului. Metoda este exact reversul parcursului normal. Se începe de la nodul final și se completează data finală a proiectului. Apoi, prin parcurgere în sens invers, se calculează, pentru fiecare nod pentru care se cunosc momentele de realizare a tuturor nodurilor succesoare, cel mai târziu moment de producere a evenimentului corespunzător. Printr-o parcurgere metodică în sens invers, în final, la toate nodurile se completează momentele de realizare.

Termenele calculate pentru evenimente sunt utile în primul rând pentru calculul termenelor pentru activități, dar ele servesc și pentru evaluarea stadiului de realizare al proiectului, verificând dacă termenele de realizare pentru fiecare eveniment se află în intervalul de fluctuație.

### ***Avantajele metodei CPM***

- determinarea cu anticipație a duratei de execuție a proiectelor complexe;
- pe timpul desfășurării proiectului permite un control permanent al execuției acestuia;
- explicitarea legăturilor logice și tehnologice dintre activități;
- evidențierea activităților critice;
- evidențierea activităților necritice, care dispun de rezerve de timp;
- permite efectuarea de actualizări periodice fără a reface graficul;
- oferă posibilitatea de a efectua calcule de optimizare a duratei unui proiect, după criteriul costului;
- reprezintă o metodă operativă și rațională care permite programarea în timp a activităților ținând seama de resurse.

### ***Dezavantajele metodei CPM***

- greutatea desenării grafului, fiind foarte greu de reprezentat exact toate condiționările din proiect, în condițiile în care acestea sunt foarte complicate iar desenul trebuie să fie destul de simplu și clar încât să fie inteligibil și deci util;
- chiar dacă se respectă toate regulile de construire a grafului, rămân încă destule variante de desenare astfel încât două reprezentări ale aceluiași proiect făcute de doi indivizi pot să nu semene aproape deloc.



- din cele de mai sus se vede că reprezentarea este greoaie chiar dacă toate condiționările ar fi de tipul "terminare – început" cu precedență directă, încercarea de a forma graficul în condițiile existenței și a celorlalte tipuri de interdependențe ducând foarte repede la un desen extrem de încărcat și greu de folosit.

### 2.5.4 Metoda "Just In Time"

Această metodă este considerată de specialiști ca o condiție importantă pentru obținerea unei organizări superioare a producției, iar aplicarea ei contribuie la reducerea costurilor de producție aferente stocurilor de materii prime, materiale, piese și subansambluri.

Ea a apărut ca o replică la metodele clasice de organizare, care au la bază existența stocurilor tampon, constituite în vederea contracarării diferitelor evenimente cu caracter negativ care pot să apară în derularea producției (oprirea accidentale ale utilajelor, absența personalului, desincronizări între ateliere, defecte de calitate etc.)

La baza metodei J.I.T. stă principiul reducerii la minimum sau eliminarea stocurilor de materii prime, materiale, piese, subansamble și producție neterminată și implicit reducerea globală a costurilor aferente acestor stocuri, indiferent de volumul producției. Minimizarea tuturor categoriilor de stocuri se face concomitent cu creșterea calității produselor.

Conform acestei metode trebuie să se producă numai ce se vinde și exact la timp.

Implementarea metodei J.I.T. presupune realizarea a șase acțiuni fundamentale:

- amplasarea rațională a verigilor organizatorice cu scopul de a reduce costurile aferente operațiilor care nu creează valoarea ( în principal operațiile de transport);
- reducerea timpilor de pregătire-încheiere în scopul realizării unui timp optim de schimbare a seriei;
- realizarea unei fiabilități maxime a mașinilor în scopul reducerii costurilor aferente staționării determinate de căderile accidentale ale acestora;
- realizarea unei producții de calitate superioară; realizarea activității de control al calității după principiul „control total în condițiile controlului selectiv”
- realizarea unei relații de parteneriat cu furnizorii;
- educarea și formarea forței de muncă utilizând cele mai eficiente metode.

Metoda J.I.T. se bazează pe principiul numit „*producția cu fluxuri trase*” conform căruia toate comenzile de fabricație trebuie transmise ultimului loc de muncă al procesului tehnologic (de regulă montajul general), acesta transmițând necesarul de piese și subansambluri locului de muncă precedent și așa mai departe.

Prin acest mod de lucru, metoda J.I.T. se deosebește de sistemele clasice de producție, care se bazează pe principiul „*producția de fluxuri împinse*” conform căruia piesele realizate la primele locuri de muncă sunt împinse înainte, fără să intereseze dacă ele vor intra imediat în fabricație sau se vor stoca în magazii intermediare.

Metoda J.I.T. oferă multiple avantaje, care pot fi grupate astfel:

- reducerea costurilor prin reducerea stocurilor, reducerea rebuturilor, reducerea timpului de muncă și reducerea modificărilor față de proiectul inițial;
- creșterea veniturilor prin îmbunătățirea calității produselor și creșterea volumului vânzărilor.
- reducerea investițiilor, atât prin reducerea spațiilor de depozitat cât și prin minimalizarea stocurilor;
- îmbunătățirea activității de personal; forța de muncă este foarte bine pregătită, motivată material, atașată firmei și responsabilă față de rezultatele muncii; toate aceste trăsături determină creșterea productivității muncii.

## 2.6 Tendințe actuale și de perspectivă în organizarea producției

În cadrul sistemelor avansate de producție, sistemul de fabricație își schimbă modul de a răspunde unor sarcini diverse de fabricație, în condițiile de eficiență și competitivitate.

*Sistemul flexibil de fabricație* reprezintă un răspuns dat unor cerințe specifice dar nu constituie o soluție universală aplicabilă în orice condiții.

Sistemele de fabricație actuale reprezintă rezultatul unei evoluții de peste 100 ani și constituie un mod de răspuns la modificările apărute în mediul economic în care activează.

Un sistem flexibil de fabricație este un sistem de producție capabil să se adapteze la sarcini de producție diferite atât sub raportul formei și dimensiunilor, cât și al procesului tehnologic care trebuie realizat.

Se consideră că un sistem flexibil de fabricație trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- Integrabilitate;
- Adecvare;
- Adaptabilitate;
- Dinamism structural.

În practică nu poate fi vorba de caracteristici absolute și doar de anumite grade de integrabilitate sau dinamism structural, deoarece nu pot fi atinse simultan toate aceste caracteristici.

Practica a evidențiat trei stadii ale sistemelor flexibile de fabricație care diferă prin complexitate și arie de cuprindere astfel:

*Unitatea flexibilă de prelucrare.* Aceasta reprezintă de regulă o mașină complexă, echipată cu o magazie multifuncțională, un manipulator automat care poate funcționa în regim automat.

*Celula flexibilă de fabricație.* Aceasta este constituită din două sau mai multe unități flexibile de prelucrare dotate cu mașini controlate direct prin calculator.

*Sistemul flexibil de fabricație.* Cuprinde mai multe celule de fabricație conectate prin sisteme automate de transport, iar întreg sistemul se află sub controlul direct al unui calculator care dirijează și sistemului de depozitare, echipamentele de măsurare automată și testare și o coordonare totală a subsistemelor economice prin intermediul calculatorului electronic.

Față de sistemele rigide de fabricație, cele flexibile prezintă următoarele avantaje:

- capacitate mare de adaptare la modificările survenite prin schimbarea pieselor de prelucrat, având loc modificarea programelor de calculator și nu schimbarea utilajelor;
- posibilitatea de a prelucra semifabricate în ordine aleatoare;
- autonomie funcțională pentru trei schimburi fără intervenția directă a operatorului uman;
- utilizarea intensivă a mașinilor cu comandă numerică, a roboților și a sistemelor automate de transport și control;
- posibilitatea de evoluție și perfectabilitate treptată în funcție de necesitățile de producție.

Dezvoltarea sistemelor flexibile de fabricație precum și introducerea robotizării constituie direcții noi de organizare, inducând efecte importante asupra tuturor subsistemelor de producție.

În introducerea noilor tehnologii robotizate cea mai mare importanță o au activitățile de pregătire organizatorică. S-a constatat că în multe cazuri fondul de timp al tehnologiilor robotizate este folosit în proporție de numai 50-55%. Această situație nu se datorează unor erori tehnologice privind construcția sau modul de operare al calculatorului, ci unei incorecte organizări și conduceri ale unităților de producție. Aceasta înseamnă că pericolul modificărilor tehnologice nu constă în efectul acestora asupra omului, ci mai curând în imposibilitatea acestora de a le recunoaște și deci de a-i sesiza și influența efectele.

Introducerea robotizării modifică situația financiară a unității industriale mărindu-i volumul de mijloace fixe, îmbunătățind condițiile de producție, ceea ce va duce la creșterea fiabilității sistemelor operative, de execuție și de conducere.

### 2.7 Planificarea activităților specifice locului de muncă

Pentru programarea activităților specifice locului de muncă, este necesară cunoașterea următoarelor elemente:

- desenul de execuție;
- volumul producției;
- semifabricatul folosit;
- utilajul de care se dispune;
- calificarea personalului muncitor;

**Desenul de execuție** trebuie să cuprindă toate datele și indicațiile necesare executării corecte a piesei.

**Volumul producției** reprezintă cantitatea de piese ce trebuie fabricate într-un interval de timp și este unul dintre factorii principali care determină procesul tehnologic.

**Forma și dimensiunile semifabricatului** determină tehnologia de execuție.

În cadrul analizării unei tehnologii, trebuie să se țină seama de posibilitățile reale de lucru ale utilajului existent.

**Calificarea personalului muncitor** trebuie cunoscută și utilizată rațional.

Categoria de încadrare a lucrării se va stabili în concordanță strictă cu complexitatea lucrărilor ce trebuie efectuate de fiecare muncitor la locul de muncă. Fiecare operație va fi repartizată muncitorului care are calificarea corespunzătoare lucrării respective.

#### 2.7.1 Lansarea în fabricație

Lansarea în fabricație reprezintă acea etapă în care se elaborează și se transmite subunităților de producție documentația referitoare la materiile prime, materiale tehnologice, cheltuielile de muncă vie pe operații, pe comenzi etc., care vor sta la baza realizării programelor de producție.

Lansarea în fabricație se corelează cu activitatea de programare propriu-zisă pe care o succedă.

În cadrul acestei etape se întocmesc o serie de documente care conțin informații concrete și riguroase în legătură cu normele de timp, cu normele de managementul întreprinderii și consumul de materii prime. Principalele documente care se întocmesc în cadrul lansării în fabricație sunt următoarele:

- a) bonuri de materiale;
- b) bonuri de lucru pe operație sau piese;
- c) borderoul de manoperă;
- d) borderoul de materiale;
- e) fișa de însoțire a piesei sau a produsului;
- f) graficul de avansare a produsului.

a) *Bonurile de materiale* permit procurarea materiilor prime și materialelor necesare și reprezintă documente justificative de ieșire a materialelor. Ele sunt utilizate pentru a se ține contabilitatea materialelor și permit repartizarea costurilor materiale pe diverse activități, produse etc. în cadrul contabilității analitice.

b) *Bonurile de lucru* sunt stabilite pentru muncitor și indică:

- operațiile necesare;
- timpul afectat operațiilor;
- utilajul pe care se lucrează;
- muncitorul care execută operația.

Acesta permite stabilirea salariului personal, repartizarea costurilor cu salariile pe diverse produse și controlul timpului de lucru.

c) *Fișa de însoțire* însoțește produsul în cursul fabricației, de la prima până la ultima operație. Ea arată posturile de lucru succesive și indică diversele operații ce se efectuează asupra produsului.

d) *Graficul de avansare a produsului* – în acest grafic se prezintă timpul și posturile de lucru. Din grafic reies termenele, timpii prevăzuți și posturile de lucru corespunzătoare.

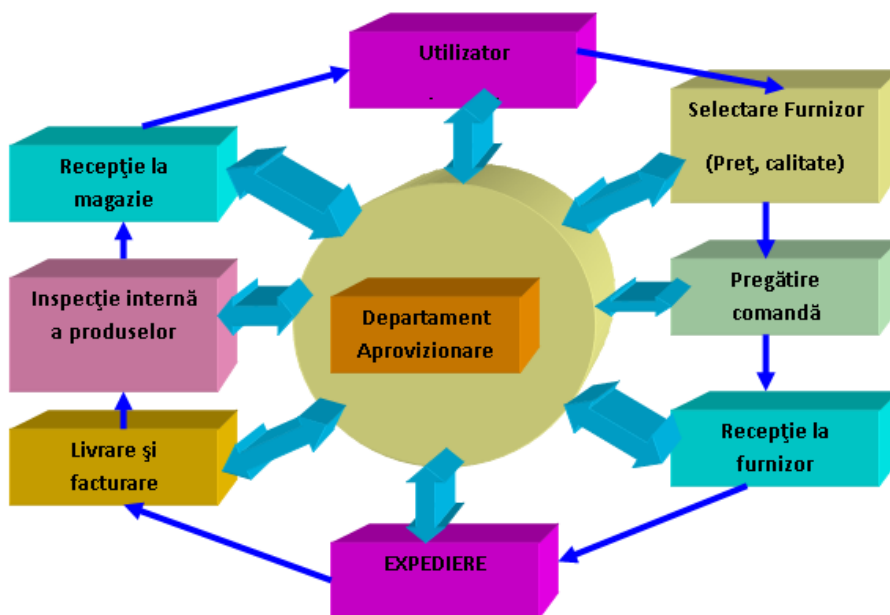
Graficul este utilizat pentru:

- stabilirea programului general de fabricație ținând cont de disponibilul de mijloace de producție;
- stabilirea planului de încărcare a fiecărui post de lucru și a fiecărui atelier;
- controlul înaintării produsului;
- stabilirea unor măsuri corective dacă apar întârzieri.

## 2.8 Resurse materiale

Unul dintre cele mai importante capitole în cadrul procesului de producție (indiferent de tipul acestuia), îl reprezintă prin însăși structura lor resursele materiale. Datorită multitudinii acestora, precum și a cerințelor complexe pe care trebuie să le îndeplinească acestea, trebuie adoptată o strategie managerială coerentă.

Managementul administrării resurselor materiale nu reprezintă doar o însumare mecanică a diferitelor etape prin care se realizează un anumit ciclu de aprovizionare, ci presupune o îmbinare fructuoasă a activităților realizate de departamentul de aprovizionare. Achiziționarea include o serie de activități principale, așa cum rezultă și din diagrama următoare:



*Ciclu de aprovizionare*

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

Se pun în evidență următoarele elemente componente ale activității de aprovizionare:

a) *Cererea de aprovizionare*, formulată de către utilizator pe baza necesarului acestuia de materii prime sau componente. Inițierea unei astfel de cereri are la origine un control al stocurilor, al magaziiilor sau spațiilor de depozitare, o analiză a proiectelor tehnologice sau a controlului producției, în funcție de tipul produselor și organizarea firmei. O dată identificat necesarul de materiale, se poruncește la întocmirea unei cereri adresate departamentului de aprovizionare prin care se solicită reînnoirea stocurilor folosindu-se anumite documente, cum ar fi: formularul de solicitare de aprovizionare, o listă completă necesarului de materiale, care să cuprindă detalii referitoare la produsele ce vor fi achiziționate cantitățile necesare, precum și o cerere de reînnoire a stocului.

O atenție deosebită trebuie să acorde achizitorul acelor produse care necesită un timp mai îndelungat de achiziție și să ia toate măsurile necesare ca instrucțiunile de comandare să fie predate departamentului de achiziții cât mai repede posibil.

b) *Selectarea furnizorului* privește cea de-a doua etapă a procesului de aprovizionare și presupune o alegere a sursei de achiziție bazată pe cotații de prețuri, condiții de livrare, reputația privind standardele de calitate, performanțele la livrare și situația comercială. Sursa de aprovizionare poate consta într-un singur furnizor sau mai mulți, în funcție de necesarul de materiale solicitat. O mare amploare a luat în ultima perioadă un sistem japonez de aprovizionare și producție, constând în reducerea stocurilor la zero, bazându-se pe furnizori care să livreze mărfurile direct la locul de muncă și „exact la timpul potrivit”.

c) *Emiterea comenzii de achiziție* este partea cea mai rutinantă a unui proces de achiziție, constând ori în dactilografierea comenzii, semnarea și expedierea ei prin poștă, ori în schimb electronic de date. Problemele ce se pot ivi în această etapă privesc consumul de timp, în sensul că această activitate, deși simplă și obișnuită, poate dura câteva zile sau săptămâni, ceea ce poate duce la o mărire a timpului alocat proiectului. Se mai are în vedere și faptul că orice comandă de achiziție definește condiții comerciale, de regulă standardizate și tipărite pe spatele formularelor de comandă, care îl obligă pe achizitor să accepte toate costurile necesare și implicațiile legale. Obligațiile comerciale prevăzute de comanda de achiziție sunt în fapt obligații contractuale referitoare la condițiile de plată, la preț, fixat pe durata contractului, nefiind supus creșterii din nici un motiv, dacă nu s-a dispus altfel, termenul de livrare, calitatea și descrierea produselor ce urmează a fi livrate, la modul de despăgubire în cazul mărfii necorespunzătoare din punct de vedere al proiectării sau al execuției, proprietate intelectuală, pierdere sau deteriorare. O dată contractat produsul, vânzătorul nu mai are nici un drept în a-l modifica sau adăugi, decât printr-o autorizare explicită dată de companie pe un formular oficial de modificare.

În situația în care sunt impuse anumite schimbări în orice aspect al comenzii de aprovizionare, se poate emite un amendament la comanda inițială, cu acordul prealabil al furnizorului, determinând efectele asupra prețului și livrării. Acestea sunt redactate pe formulare oficiale, având parte de aceeași circulație ca și comanda inițială căreia îi corespunde. Dacă însă amendamentul periclitează încheierea corespunzătoare a aprovizionării oricărui alt articol din comandă până la data de livrare stabilită, se recomandă emiterea unei noi comenzi de achiziție.

Vânzătorul are dreptul de a contracta subantreprenori (subfurnizori), cu condiția ca aceștia să fie cunoscuți de către cumpărător oricând dorește, și cu asigurarea accesului personalului care se ocupă de urgentarea aprovizionării din cadrul companiei la birourile sau atelierile acestora. Un alt aspect legat de condițiile comerciale se referă la dreptul cumpărătorului de a refuza produsele livrate invocând faptul că acestea sunt necorespunzătoare sau dacă vânzătorul comite o încălcare a comenzii. Orice dispută referitoare la contract se va soluționa cu ajutorul unui arbitru ales cu acordul părților, sau dacă nu, în instanță.

d) *Confirmarea comenzii* reprezintă răspunsul furnizorului la comanda de achiziție, în cazul în care el este pozitiv, înregistrându-se un contract legal, supus legilor în vigoare. În această etapă, revine furnizorului obligația de a returna o confirmare a acceptării condițiilor sau cel puțin confirmarea detaliilor privind cantitatea, specificațiile, prețul și condițiile de livrare.

e) *Urgentarea aprovizionării* este o măsură preventivă prin care se încearcă preîntâmpinarea întârzierii livrării, cu ajutorul unui sistem de avertizare timpurie, solicitând informarea din timp despre orice dificultăți pe care le-ar putea întâmpina furnizorul.

Deși în unele organizații mai mici achizitorul îndeplinește și rolul celui ce urgencează aprovizionarea, regula este ca acest rol să revină unei persoane special însărcinate din cadrul departamentului de aprovizionare. O dată plasate toate comenzile, achiziționarea la timp a mărfurilor devine o problemă primordială. Urgentarea aprovizionării nu reprezintă doar un proces de urmărire a mărfurilor întârziate, ci mai degrabă încearcă să prevadă problemele ce apar pe parcursul producției și livrării, preîntâmpinând întârzierea livrării.

Dacă însă acest proces de rutină nu pare să își atingă scopul, persoana însărcinată cu urgentarea aprovizionării poate apela la metode mai puternice de urgentare, cum ar fi oferta de a colecta mărfurile chiar de la sediul furnizorului, o notificare prin care sunt explicate pe larg motivele urgentării, sau orice alte metode licite ce duc la atingerea scopului.

f) *Expedierea* - înaintea părăsirii locului de producție al furnizorului trebuie avut în vedere faptul că transportul să fie marcat corespunzător, prin aplicarea unei ștampile ușor de recunoscut a furnizorului pe lăzile de ambalaj, astfel încât fiecare articol să poată fi identificat în toate etapele călătoriei, precum și la destinație.

g) *Livrare și facturare* - facturile însoțesc actele de trimitere a mărfurilor și se decontează de către solicitantul mărfii în momentul recepționării acestora.

h) *Inspecție internă a produselor* - realizată de către factorii de control abilitați din interiorul organizației.

i) *Recepția produselor* - este ultima etapă a ciclului aprovizionării și constă într-o examinare amănunțită pentru verificarea eventualelor pagube survenite pe parcursul transportului, greșeli referitoare la natura mărfurilor sau cantitatea solicitată. Dacă mărfurile corespund, acestea sunt trimise la magazie, unde se procedează și la o evidență a stocurilor. Apoi, după un timp, se pregătește un nou ciclu de aprovizionare.

În cazul în care transportul nu este recepționat în condiții satisfăcătoare, se poate cere respingerea acestuia, fiind returnat împreună cu o notă de respingere, solicitantul fiind exonerat de plata facturilor.

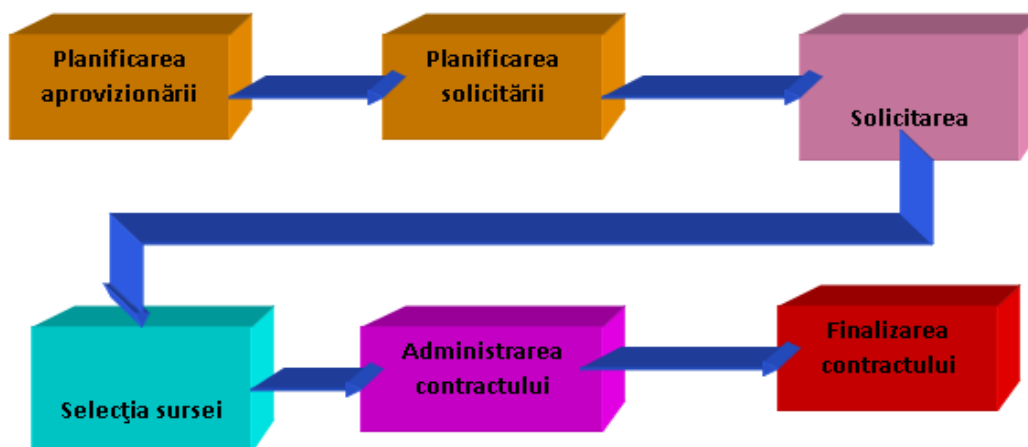
### 2.8.1 Administrarea resurselor materiale

#### Etapele procesului de administrare a resurselor materiale

Managementul aprovizionării include procedeele necesare în vederea achiziționării de bunuri și servicii în vederea atingerii scopului proiectului, dintre care cele mai importante sunt:

- *planificarea aprovizionării* - include produsele ce vor fi procurate, precum și data la care vor intra în posesia solicitantului.
- *planificarea solicitării* - documentarea cu privire la caracteristicile bunurilor ce se doresc achiziționate și identificarea potențialilor furnizori.
- *solicitarea* - analiza ofertelor furnizorilor pe bază de preț, condiții de livrare, reputație.
- *selecția sursei* - selectarea furnizorului dintre ofertanți.
- *administrarea contractului* - condițiile contractuale survenite între solicitant și furnizorul de bunuri și servicii.
- *încheierea contractului* - finalizarea contractului, livrarea produselor, rezolvarea posibilelor diferende apărute pe parcursul derulării contractului.

Toate aceste procedee interacționează între ele, creând un tot unitar, aprovizionarea funcționând ca un serviciu centralizat.



*Schema de principiu a administrării resurselor materiale*

Toate aceste etape descrise succint în cadrul graficului prezintă o desfășurare complexă în cadrul unui proiect, fiecare dintre acestea conținând: *date de intrare, metode și tehnici particulare de abordare a fiecărui proces precum și rezultatele etapei ce sunt prezentate sub forma unor date de ieșire.*

#### ***Planificarea aprovizionării***

Este un proces al identificării primelor date referitoare la genul de produse ce trebuie procurate, cantitatea necesară, timpul de achiziție, precum și descoperirea primelor informații vizavi de posibii furnizori.

În această etapă, echipa managerială poate intra în contact cu specialiști în contracte și aprovizionare, incluzându-i apoi în echipa proiectului.

#### *Date de intrare:*

- *Scopul proiectului* - vizează o descriere a limitelor proiectului și furnizează o serie de informații importante despre necesitățile proiectului și strategiile care trebuie aplicate pe parcursul derulării lui.
- *Descrierea produsului* - cuprinde detalierea din punct de vedere tehnic (caracteristicile) a tuturor bunurilor ce urmează a fi achiziționate.
- *Resursele achiziționării*, ca și expertiza, trebuie susținute de către echipa proiectului.
- *Condițiile de piață* - se referă la o analiză a bunurilor și serviciilor existente pe piață în acel moment, care sunt produsele cele mai căutate, de unde se procură acestea și în ce condiții.
- *Analiza proiectului* - privește unele costuri preliminare, planuri manageriale de calitate, fluxul bănesc în cadrul proiectului, identificarea riscurilor sau a personalului planificat.
- *Constrângerile* sunt factorii ce limitează opțiunile cumpărătorului, una dintre cele mai cunoscute constrângeri pentru proiecte fiind disponibilitățile financiare.
- *Presupunerile* sunt factorii care în viziunea scopurilor planificate sunt considerați a fi adevărați, reali și siguri.

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

### *Metode și tehnici pentru planul aprovizionării:*

- *Analiza producerii sau cumpărării* este o tehnică managerială prin care se definesc o serie de condiții financiare (atât costuri directe, cât și costuri indirecte) în vederea deciderii dacă un anumit bun rentează a fi produs sau cumpărat.
- *Părererea expertului* va fi adesea necesară în cadrul unui proiect, fie că este asigurată de un singur individ sau de un grup de persoane specializate, fie că provine din surse diferite, cum ar fi: alte unități din cadrul organizației, consultanți, asociați profesionali sau tehnici, grupuri industriale.
- *Alegerea tipului de contract* se face în funcție de nevoile proiectului, selectând pe acela care îndeplinește scopurile urmărite. Principalele categorii de contracte sunt:
  - contractul având prețuri fixe sau de tip *lump sum* - această categorie vizează fixarea unui preț total pentru un produs bine definit. Neîndeplinirea acestei condiții duce la riscuri atât pentru cumpărător, care nu primește produsul dorit, cât și pentru vânzător, care suportă cheltuieli mai mari cu procurarea lui.
  - contractul cu costuri rambursabile - include pe lângă costurile de producție ale unui bun și un profit al vânzătorului. Se are în vedere și faptul că de obicei costurile sunt clasificate în costuri directe, ca de exemplu cele necesare pentru profitul exclusiv al unui proiect, și costuri indirecte, calculate ca un procent din costurile directe, vizând salariile executivilor, lărgirea obiectivelor proiectului, denumite pe scurt „costurile de a încheia afaceri”.
  - contractul de tip *timp și materiale* - este un gen de contract care reunește prețurile fixe cu costurile rambursabile.

### *Rezultate (date de ieșire):*

- *Planul managerial de aprovizionare* privește modul în care vor fi gestionate celelalte procese de aprovizionare rămase, cum ar fi: alegerea tipului de contract, pregătirea estimărilor independente, procurarea documentelor oficiale standardizate, relațiile cu furnizorii, coordonarea altor aspecte ale proiectului.
- *Declarația de lucru* - descrie în detaliu bunurile ce se doresc achiziționate, în vederea stabilirii furnizorilor care sunt capabili a le procura în condițiile cele mai avantajoase. Numărul sau caracteristicile detaliilor pot varia în funcție de natura produselor, nevoile cumpărătorului sau de forma contractului utilizat sau pot fi redefinite, revăzute pe parcursul procesului de aprovizionare. În vederea recepționării de către furnizori, o asemenea declarație ar trebui să fie cât se poate de clară, completă sau concisă, cuprinzând și o descriere a serviciilor colaterale, cum ar fi raportul performanțelor sau suportul operațional postproiect pentru produsul procurat.

### ***Planificarea solicitării***

Este procesul care implică o pregătire minuțioasă a documentelor necesare pentru a susține solicitarea.

#### *Date de intrare:*

- *Planul managerial de aprovizionare* - descris anterior.
- *Declarația de lucru* - descrisă anterior.



## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- *Alte date de ieșire planificate* — cuprinde o revizuire a riscurilor, a costurilor preliminare, stabilite în planificarea aprovizionării, care s-au modificat de la o etapă la alta, luate acum în considerare ca parte a solicitării.

### *Metode și tehnici:*

- *Formele standard* se referă la contractele standard, descrierile standard ale bunurilor ce fac obiectul proiectului sau la versiunile standardizate ale unei părți sau a întregului set de documente necesare.
- *Părerea expertului* este necesară și în această etapă a proiectului.

### *Date de ieșire:*

- *Documentele aprovizionării* sunt folosite în vederea solicitării propunerilor posibilelor furnizori, selectați mai târziu potrivit criteriilor cunoscute. Aceste documente trebuie structurate în asemenea manieră încât să faciliteze acuratețea răspunsurilor din partea eventualilor furnizori, incluzând descrierea formei dorite de răspuns sau orice alte previziuni contractuale, copii ale modelului de contract.
- *Criteriile de evaluare* pot fi obiective sau subiective, bazate pe talentul sau experiența managerului de proiect, și fac adesea parte din documentele de achiziționare. În condițiile unor produse similare, unul dintre cele mai cunoscute criterii de evaluare este prețul la performanțe echivalente, însă nu și cel mai concludent. Alte criterii importante vizează înțelegerea nevoilor, așa cum reiese din propunerea vânzătorului, costul per total, capacitățile tehnice și cunoștințele, abordarea managerială, capacitățile financiare.
- *Revizuirea unor declarații de muncă* survine și pe parcursul planului de solicitare.

### **Solicitarea**

Solicitarea implică un proces de obținere a ofertelor din partea furnizorilor ce vor fi analizate, concluziile rezultate pe baza criteriilor de evaluare fiind concretizate în alegerea celui sau celor mai buni furnizori, în conformitate cu obiectivele proiectului.

### *Date de intrare:*

- Documentele aprovizionării sunt trimise potențialilor furnizori.
- Lista furnizorilor calificați conține informații despre fiecare furnizor în parte, respectiv despre experiența acestuia, despre reputația privind standardele de calitate, performanțe sau alte caracteristici specifice.

### *Metode și tehnici pentru solicitare:*

- Conferința vânzării constă într-o serie de întâlniri la care participă toți potențialii furnizori în vederea stabilirii exacte a ofertelor, a condițiilor contractuale, a cerințelor tehnice etc.
- Publicitatea este un mod în care lista furnizorilor poate fi completată prin atragerea altora noi prin intermediul mass-media. Pentru unele produse, publicitatea este necesară, cum ar fi subcontractarea unor proiecte guvernamentale.

### *Date de ieșire:*

Propunerile reprezintă răspunsurile scrise ale furnizorilor la documentele aprovizionării, prin care aceștia descriu abilitățile și condițiile de procurare pentru bunurile vizate. Asemenea propuneri scrise pot fi secondate și de prezentări orale.

***Selecția sursei***

Alegerea sursei implică receptarea propunerilor furnizorilor, aplicarea criteriilor de evaluare, și în final decizia de a contracta cu cel mai în măsură să asigure necesitățile prevăzute în proiect. Chiar dacă prețul este un determinant de prim ordin, asta nu înseamnă că este și singurul temei al alegerii furnizorului, un exemplu concludent în acest sens fiind dat și de faptul că cel mai mic preț propus s-ar putea să nu fie și cel mai mic cost dacă furnizorul se dovedește a fi pus în situația de a nu putea livra bunurile la timpul stabilit în contract, ceea ce duce la o întârziere a întregului proiect, provocând creșterea costurilor totale. Se are în vedere și natura bunurilor cerute, în funcție de aceasta, putând fi selectați unul sau mai mulți furnizori, semnând un contract standard sau unul negociat.

***Date de intrare***

- *Propunerile* - realizate în cadrul fazei anterioare.
- *Criterii de evaluare* - prezentările scrise și orale ale ofertei furnizorilor pot fi secondate și de unele mostre ale produselor fabricate anterior, în vederea unei mai bune evaluări a calității și capabilităților.
- *Politici organizaționale* - practicate de către conducerea organizației investigate

***Metode și tehnici***

- *Negocierea contractului* reprezintă metoda care implică clarificarea clauzelor contractuale și a acordurilor tacite, structura contractului, drepturile și obligațiile părților acoperind în general responsabilitățile și autoritatea, finanțarea contractului, prețul etc.
- *Sistemul de încercare* - ce se determină în funcție de caracteristicile produsului.
- *Sistemul scanării* - presupune cerințele minimale de performanță pentru unul sau mai multe criterii de evaluare.
- *Estimări independente* - pentru cele mai multe produse se cere ca echipa de achiziție să întocmească o evaluare independentă față de cea propusă de potențialii furnizori, ca un mijloc de verificare.

***Date de ieșire:***

Contractul - este un acord de voință, o înțelegere legală care obligă furnizorul la procurarea produselor specificate în schimbul unui preț. Un asemenea contract poate fi simplu sau complex, în funcție sau nu de natura produselor ce constituie obiectul lui.

**2.8.2 Managementul stocurilor de materiale*****Intervenția din partea managerului de proiect***

În vederea urgentării aprovizionării, un rol determinant îl poate avea managerul de proiect, care intervine în acest proces prin înaintarea de note explicative furnizorilor sau prin luarea unor măsuri de urgență, dacă acestea par justificate.

O altă problemă întâlnită se referă la crizele de materiale, apărute din cauza întârzierilor, erorilor de aprovizionare, deteriorării, furturilor, nivelurilor inadecvate ale stocurilor generale, soluția găsindu-se în emiterea unor liste de materiale deficitare. Cerințele întocmirii unei asemenea liste privesc descrierea materialelor, tipul și cantitatea, furnizarea de informații clare și precise persoanei responsabile de achiziție, indicarea gradului de urgență, permiterea *feed-back*-ului informației. O dată completată lista, ea este trimisă de urgență achizitorului prin cel mai rapid mijloc posibil.

### *Metode moderne de management al stocurilor de materiale în proiecte*

#### *a) Principiul Pareto și managementul stocurilor*

Vilfredo Pareto (1848-1923), sociolog și economist de origine italiană, a elaborat celebra teorie a distribuirii bogăției în cadrul populației generale, care înaintea ideea că 80% din bogăția totală este distribuită de regulă la numai 20% din populație. Concluziile sale au dus la acceptarea și folosirea generală a „principiului Pareto”, cunoscut și sub numele de „legea lui Pareto” sau regula „80 / 20”. De aici reiese și ipoteza că dintr-un ansamblu de articole, 80% din valoarea sau efectul lor aparțin doar la 20% din articole, denumite „puține, dar semnificative”.

Aplicând această teorie la controlul stocurilor, rezultă că 80% din articolele achiziționate sau ținute în stoc reprezintă probabil doar 20% din valoarea inventarului.

#### *b) Varianta ABC*

Varianta cea mai utilizată în practica controlului managerial asupra stocurilor, denumită varianta ABC, privește împărțirea stocului în trei părți, denumind fiecare grupă de articole A, B și C, în care acestea se încadrează astfel: în grupa A, cele mai valoroase 10% din articole, în grupa B, 20% dintre articolele de valoare moderată, în grupa C produse cu valoare minoră 70% dintre articole.

Datorită faptului că articolele din grupa A sunt și cele mai valoroase, eliberarea lor din stoc trebuie autorizată în mod corespunzător, fiecare nouă comandă de achiziție fiind vizată de un manager superior. În ceea ce privește articolele din categoria B, comenzile de reînnoire a stocului se declanșează în momentul în care înregistrările arată că stocul a scăzut sub un nivel predeterminat, iar cantitatea care se comandă din nou este calculată pentru a restabili nivelul stocului la un maxim predeterminat. Cum articolele din categoria C sunt articole minore, consumabile, eliberarea lor din stoc este mai puțin riguros controlată, reînnoindu-se comanda de achiziție la epuizarea unei anumite părți, de exemplu, jumătate.

Există situații în care pentru derularea unui proiect se folosesc integral materiale din stoc, fără a fi nevoie de un proiect special de achiziționare. Acest lucru se întâmplă la companiile mari, capabile să păstreze stocuri ample din toate materialele, dat fiind faptul că un asemenea mod de aprovizionare din stoc atrage după sine costuri ridicate pentru companie pentru păstrarea lor în magazie, dar oferă avantaje locale de costuri din punctul de vedere al managerului de proiect. Avantaje decurg și din faptul că materialele se pot achiziționa în loturi economice, astfel încât costurile standard ale materialelor folosite în cadrul proiectului pot părea scăzute. De asemenea, depozitarea materialelor nu mai constituie o problemă.

Cea mai mare parte a proiectelor vizează companii ce nu păstrează stocuri de materiale în magazie, drept pentru care trebuie comandat fiecare articol necesar. Un asemenea mod de lucru prezintă o serie de avantaje incontestabile, însă și dezavantaje, așa cum ar fi situația în care compania desfășoară mai multe proiecte în același timp și în aceleași ateliere, când pentru procurarea comenzilor nu se mai fac reduceri de prețuri datorită cantităților relativ mici achiziționate. Unele achiziții pot duce la creșterea inventarului total al companiei, și implicit al costurilor acestuia. Aprovizionarea pe proiecte permite o mai bună analiză a costurilor și a bugetului.

De exemplu, prealocarea materialelor ce urmează a fi folosite într-un proiect, realizată prin retragerea acestora din stocul general și plasarea într-un stoc separat, destinat proiectului, reprezintă unul dintre avantajele nete ale aprovizionării pe proiect.

Proiectele care implică siguranța națională impun achiziționarea tuturor articolelor numai cu condiția certificării conformității pentru utilizare, aplicabile atât materiilor prime, cât și produselor finite. În acest sens, se desemnează un organism extern de inspecție care să aprobe procedurile de calitate, atât la sediul antreprenorului, cât și la sediile furnizorilor. Bunurile inspectate se înmagazinează în locuri special amenajate, numai pe baza unui certificat de

autorizare specific lotului respectiv, eiberat de către comisia de inspecție. Stocurile astfel înființate sunt stocuri „rezervate în care sunt păstrate doar materialele destinate unui anume proiect separat de cele pentru utilizări generale, constituind o metodă eficientă de prealocare.

Pe lângă faptul menționat mai sus, furnizorii bunurilor implicate în asemenea proiecte trebuie să asigure și posibilitatea de „urmărire” a acestora, care constă în identificarea sursei și a lotului din care provine un anume produs. Analizând aceste condiții, se ajunge la concluzia că alegerea unuia dintre cele două sisteme de aprovizionare - pe proiect sau din stoc - nu este la latitudinea antreprenorului, ci achizițiile pe proiect devin în fapt o condiție contractuală.

Managementul stocurilor presupune rezolvarea problemelor ridicate de depozitarea fizică a mărfurilor, care pot fi împărțite în câteva categorii bine definite:

- *spațiul* - vizează locul exact în care sunt depozitate materialele, fiind o resursă în proiect, în aceeași măsură ca și forța de muncă;
- *etichetarea* - este o condiție esențială a depozitării, în ordinea evitării confuziilor. Se recomandă ca produsele depozitate să primească numere sau coduri, respectiv coduri de culoare pentru materialele folosite frecvent;
- *localizarea* - este o problemă proporțională cu mărimea depozitului și cu modul de amplasare a materialelor. Procedura uzuală în orice depozit bine administrat cere ca fiecare raft sau ladă să poarte o adresă de identificare, un simplu cod alfanumeric;
- *conservarea* - se referă la anumite condiții de depozitare a materialelor predispuse în mod deosebit deteriorării din cauza șocurilor mecanice, căldurii, frigului, umidității, contaminării reciproce;
- *metodele și echipamentul de manipulare* - datorită fragilității, se recomandă ca unele materiale să fie transportate cu ajutorul echipamentelor speciale de manipulare;
- *asigurarea sănătății și siguranței* - realizate prin intermediul politicilor practicate de către organizația promoatoare și managerul de proiect;
- *proceduri de birou de rutină* - vizează procedurile manuale sau pe cele informatizate;
- *securitatea* - se impune ca, în ordinea prevenirii furturilor și a reducerii la minim a ieșirilor neregulate sau neînregistrate, accesul la depozitele de materiale să fie permis doar personalului autorizat. De asemenea, este necesară o asigurare a pazei în afara orelor de program;
- *sisteme de înregistrare a stocurilor și sisteme informaționale* — cuprind intrările și ieșirile materialelor, controlul stocurilor, contabilitatea costurilor. Intrările de materiale în depozit trebuie însoțite de documente adecvate, iar ieșirile, autorizate și însoțite de comenzi de mărfuri, liste de materiale, scheme de ieșire din magazie sau liste de piese.

### 2.8.3 Proceduri de aprovizionare

Agentul de aprovizionare poate fi o organizație independentă, departamentul de aprovizionare al contractorului, departamentul de aprovizionare al clientului, sau o combinație a acestor variante. În cadrul unui proiect internațional, șeful serviciului de aprovizionare al contractorului are posibilitatea contractării cu antreprenori locali, ori, dacă condițiile pieței o cer, cu furnizori din orice parte a lumii, în funcție de rentabilitate, de amplasarea lor, de calitate etc.

Materialele și echipamentele necesare derulării proiectului sunt controlate de către inginerul de proiect în cadrul unui borderou de urmărire a achizițiilor, în vederea codificării seriale a acestora. Unele dintre aceste borderouri sunt realizate electronic, cuprinzând și informații referitoare la costuri și planificare. Pentru a simplifica controlul achiziției fiecărui

articol, borderoul ar trebui să menționeze fiecare etapă importantă și termenele la care se desfășoară ea. Din timp în timp se cere o reunire a borderourilor de control prin intermediul unui program global de control al aprovizionării pentru întregul proiect. La încheierea proiectului, borderourile se arhivează, ele fiind o parte integrantă a documentației proiectului.

Un manager competent cunoaște că una dintre cheile succesului unui proiect este pregătirea documentației care să cuprindă caracteristicile bunurilor ce se doresc achiziționate. În acest sens, în pregătirea specificațiilor de achiziție, se conturează două etape:

- *etapa cererii de ofertă* - specificația pentru cererea de ofertă este depusă de către posibili furnizori;
- *etapa de comandă de achiziție* - specificațiile pentru cererea de ofertă sunt înlocuite cu specificațiile de achiziție după discuțiile cu furnizorul ales.

Companiile cu experiență în managementul de proiect știu să evite eforturile repetate și riscurile greșelilor prin dezvoltarea unei baze de date pentru specificații ori prin păstrarea documentelor sub formă de fișiere în calculator, ce pot fi folosite ca atare sau modificate ori de câte ori este nevoie să se întocmească o nouă specificație.

Producerea oricărui echipament care intră în componența unui proiect reprezintă ea însăși un proiect de producție, impunând aceleași tehnici manageriale ca și proiectul cadru, chiar dacă la o scară mai mică.

În ceea ce-l privește pe agentul de achiziționare, perioada care urmează după emiterea unei comenzi de achiziție înseamnă așteptare și trebuie să conteze foarte mult pe faptul că furnizorul își va respecta obligația. De aceea poate organiza vizite la locul de producție al furnizorului pentru a urmări stadiul și evoluția lucrării. Agentul de aprovizionare are de regulă obligația de a-l ține la curent pe managerul de proiect cu stadiul tuturor detaliilor referitoare la acest proces.

După finalizarea acestei etape, totul decurge conform sistemului general, respectiv se procedează la transportul bunurilor achiziționate la depozitele cumpărătorului și se face recepția mărfii, încheindu-se astfel și proiectul.

Ceea ce au în comun toate proiectele și în domeniul administrării resurselor materiale este aceeași caracteristică: proiectarea ideilor și activităților și transformarea lor în noi realizări. Elementul de risc și de incertitudine mereu prezent arată că evenimentele și sarcinile necesare pentru realizarea proiectului, deci și a administrării resurselor materiale nu pot fi niciodată prevăzute cu o acuratețe absolută.

Scopul managementului de proiect este de a preveni sau prezice cât mai multe dintre pericolele și problemele ce apar și de a planifica, organiza și controla activitățile, astfel încât proiectul să poată fi finalizat cât mai bine posibil, în pofida tuturor riscurilor existente.

## 2.9 Norme de prevenire și stingere a incendiilor

### 2.9.1 Dispoziții generale

Normele de apărare împotriva incendiilor sunt obligatorii la organizarea și desfășurarea activității de prevenire și stingere a incendiilor în construcțiile și instalațiile existente în unitățile din sistemul de învățământ și cuprind:

- obligații și răspunderi;
- reguli și măsuri organizatorice și tehnice;
- criterii de dotare cu mijloace tehnice de prevenire și stingere a incendiilor.

Prevederile normelor de apărare împotriva incendiilor trebuie aplicate și respectate în scopul:

- preîntâmpinării izbucnirii, propagării și dezvoltării incendiilor;
- reducerii efectelor negative și asigurării protecției utilizatorilor și a forțelor care intervin în caz de nevoie;

- stingerea incendiilor în condiții corespunzătoare de operativitate și eficiență.  
*Normele sunt obligatorii, indiferent de titularul dreptului de proprietate.*

### 2.9.2 Organizarea și desfășurarea activității de apărare împotriva incendiilor

Organizarea apărării împotriva incendiilor în unitățile de învățământ se realizează printr-un ansamblu de măsuri tehnico-organizatorice, constând în principal din:

- a) desemnarea cadrelor tehnice/persoanelor cu atribuții de coordonare, control și constatare a încălcării legii în domeniul apărării împotriva incendiilor și stabilirea sarcinilor concrete ce le revin astfel încât să fie îndeplinite obligațiile prevăzute de lege pentru organele de conducere, privind organizarea, dotarea, încadrarea și instruirea specifică;
- b) instruirea periodică a salariaților privind cunoașterea și respectarea instrucțiunilor de lucru, a regulilor și măsurilor de prevenire și stingere a incendiilor specifice activităților curente, precum și a celor care trebuie respectate pe timpul executării lucrărilor periculoase;
- c) organizarea echipelor de intervenție în caz de incendiu, pe toată durata desfășurării activităților didactice, cu precizarea nominală a sarcinilor ce revin membrilor acestora în legătură cu:
  - alarmarea și anunțarea incendiilor;
  - alertarea forțelor de intervenție proprii;
  - alertarea forțelor cu care cooperează;
  - alertarea pompierilor militari;
  - efectuarea operațiilor și manevrelor de acționare a funcționării sau întreruperii, după caz, a alimentării cu electricitate, gaze sau energie termică aferente și de punere în funcțiune a instalațiilor de prevenire și stingere a incendiilor;
  - evacuarea și salvarea persoanelor și a bunurilor materiale;
- d) dotarea și echiparea locurilor de muncă cu mijloace tehnice de prevenire și stingere a incendiilor și menținerea acestora în stare de funcționare la parametri proiectați; asigurarea mijloacelor financiare necesare desfășurării activității.

Activitățile desfășurate pentru punerea în aplicare a prevederilor normelor de prevenire și stingere a incendiilor constituie sarcini de serviciu, care se înscriu ca atribuțiuni în fișele posturilor.

*Pentru organizarea și desfășurarea activității privind apărarea împotriva incendiilor conducătorul unității este obligat:*

- să întocmească instrucțiuni de apărare împotriva incendiilor și atribuții ale salariaților la locurile de muncă;
- să reglementeze prin dispoziții scrise lucrul cu foc deschis și fumatul;
- să stabilească prin dispoziție scrisă organizarea instruirii personalului;
- să stabilească reguli și măsuri de apărare împotriva incendiilor la utilizarea, manipularea, transportul și depozitarea substanțelor periculoase specifice produselor sale;
- în cazul transmiterii temporare a dreptului de folosință asupra bunurilor imobile/antrepriza să prevadă în convenții/contracte răspunderile ce revin părților pe linia apărării împotriva ;
- să emită dispoziție de numire a cadrului tehnic/persoanei cu atribuții în domeniul apărării împotriva incendiilor, conform legii;

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- să stabilească măsuri speciale de apărare împotriva incendiilor pentru perioadele caniculare sau secetoase.
- să stabilească, prin dispoziții scrise, responsabilitățile și modul de organizare pentru apărarea împotriva incendiilor în unitatea sa, sa le actualizeze ori de câte ori apar modificări și sa le aducă la cunostinta salariaților, utilizatorilor și oricăror persoane interesate;
- să asigure identificarea și evaluarea riscurilor de incendiu din unitatea sa și sa asigure corelarea măsurilor de apărare împotriva incendiilor cu natura și nivelul riscurilor;
- să solicite și sa obțină avizele și autorizațiile de securitate la incendiu, prevăzute de lege, și sa asigure respectarea condițiilor care au stat la baza eliberării acestora; în cazul anulării avizelor ori a autorizațiilor, sa dispună imediat sistarea lucrărilor de construcții sau oprirea funcționării ori utilizării construcțiilor sau amenajărilor respective;
- să permită, în condițiile legii, executarea controalelor și a inspecțiilor de prevenire împotriva incendiilor, sa prezinte documentele și informațiile solicitate și sa nu îngreuneze sau sa obstructioneze în niciun fel efectuarea acestora;
- să permită alimentarea cu apa a autospecialelor de intervenție în situații de urgență;
- să întocmească, sa actualizeze permanent și sa transmită inspectoratului lista cu substantele periculoase, clasificate potrivit legii, utilizate în activitatea sa sub orice forma, cu mențiuni privind: proprietățile fizico-chimice, codurile de identificare, riscurile pe care le prezintă pentru sănătate și mediu, mijloacele de protecție recomandate, metodele de intervenție și prim ajutor, substantele pentru stingere, neutralizare sau decontaminare;
- să verifice dacă salariații cunosc și respecta instrucțiunile necesare privind măsurile de apărare împotriva incendiilor și sa verifice respectarea acestor măsuri semnalate corespunzător prin indicatoare de avertizare de către persoanele din exterior care au acces în unitatea sa;
- să asigure întocmirea și actualizarea planurilor de intervenție și condițiile pentru aplicarea acestora în orice moment;
- să permită, la solicitare, accesul forțelor inspectoratului în unitatea sa în scop de recunoaștere, instruire sau de antrenament și sa participe la exercițiile și aplicațiile tactice de intervenție organizate de acesta;
- să asigure utilizarea, verificarea, întreținerea și repararea mijloacelor de apărare împotriva incendiilor cu personal atestat, conform instrucțiunilor furnizate de proiectant;
- să asigure și sa pună în mod gratuit la dispoziție forțelor chemate în ajutor mijloacele tehnice pentru apărare împotriva incendiilor și echipamentele de protecție specifice riscurilor care decurg din existența și funcționarea unității sale, precum și antidotul și medicamentele pentru acordarea primului ajutor;
- să stabilească și sa transmită către transportatorii, distribuitorii și utilizatorii produselor sale regulile și măsurile de apărare împotriva incendiilor, specifice acestora, corelate cu riscurile la utilizarea, manipularea, transportul și depozitarea produselor respective;
- să informeze de îndată, prin orice mijloc, inspectoratul despre izbucnirea și stingerea cu forte și mijloace proprii a oricărui incendiu, iar în termen de 3 zile lucrătoare sa completeze și sa trimită acestuia raportul de intervenție;
- să utilizeze în unitatea sa numai mijloace tehnice de apărare împotriva incendiilor, certificate conform legii;

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- să justifice autorităților abilitate, că măsurile de apărare împotriva incendiilor asigurate sunt corelate cu natura și nivelul riscurilor de incendiu, potrivit normelor și reglementărilor tehnice;
- să îndeplinească orice alte atribuții prevăzute de lege privind apărarea împotriva incendiilor.

*Cadrelle tehnice/persoanele cu atribuțiuni de prevenire și stingere a incendiilor și persoanele desemnate pentru punerea în aplicare, controlul și supravegherea măsurilor de apărare împotriva incendiilor, îndeplinesc următoarele sarcini principale:*

- îndrumă și controlează modul de organizare și desfășurare a activității de prevenire și stingere a incendiilor;
- verifică documentațiile tehnice de proiectare și execuție pentru lucrările de investiții noi, reparații capitale, modernizări, extinderi ori schimbări de destinație ale construcțiilor și instalațiilor existente și propune, după caz, completarea acestora cu măsuri și sisteme de protecție la foc necesare conform prevederilor reglementărilor tehnice în vigoare și a scenariilor de siguranță la foc elaborate potrivit prevederilor legale;
- coordonează efectuarea studiilor privind identificarea, evaluarea și controlul riscului de incendiu, precum și de determinare a capacității de apărare împotriva incendiilor la obiectivele aflate în exploatare și propune conducerii respective măsurile de creștere a nivelului de protecție împotriva incendiilor;
- urmăresc permanent modul și stadiul de realizare a măsurilor de apărare împotriva incendiilor cuprinse în documentațiile tehnice de execuție sau stabilite de autoritățile abilitate potrivit legii;
- propun conducerilor respective să convoace specialiștii din cadru Inspectoratului pentru Situații de Urgență, în cadrul comisiilor de recepție a lucrărilor de investiții, în condițiile legii;
- întocmesc și reactualizează permanent listele cu substanțele periculoase utilizate, stabilesc măsurile de identificare a pericolului de prevenire, stingere a incendiilor și de protecție a personalului, corelate cu natura și riscurile prezentate și le supun aprobării conducerii;
- coordonează întocmirea planurilor de protecție împotriva incendiilor și după caz, întreprind demersurile de avizare a acestora de către pompierii militari;
- valuează și supun conducerii spre aprobare sumele necesare pentru achiziționarea, repararea, întreținerea și funcționarea mijloacelor tehnice de prevenire și stingere a incendiilor, precum și pentru efectuarea celorlalte activități specifice de apărare împotriva incendiilor;
- întocmesc și reactualizează permanent evidența cantitativă și calitativă a mijloacelor tehnice de prevenire și stingere a incendiilor din dotare și acționează pentru completarea acestora conform prevederilor normei;
- participă la cercetarea incendiilor produse, țin evidența acestora și propun măsuri de preîntâmpinare a producerii unor evenimente similare;
- întocmesc materialele și sintezele pe baza cărora se desfășoară analizele semestriale de apărare împotriva incendiilor.



### 2.9.3 Măsurile comune de prevenire și stingere a incendiilor

În incinta unităților de învățământ și în interiorul construcțiilor se organizează și asigură controlul și supravegherea măsurilor comune și specifice de prevenire și stingere a incendiilor;

Este interzisă depășirea nivelului riscului de incendiu și al densității sarcinii termice stabilite prin documentațiile tehnice de realizare a construcțiilor și / sau scenariile de siguranță la foc;

Instalațiile utilitare aferente construcțiilor (electrice, gaze, încălzire, ventilare, condiționare de apă, canalizare, paratrăznet, curenți slabi, etc.) se exploatează potrivit reglementărilor tehnice și a măsurilor specifice de prevenire și stingere a incendiilor;

Executarea lucrărilor de ignifugare sau tratare cu substanțe termosfumante se realizează numai de către persoane corespunzător instruite și atestate;

Este obligatorie menținerea în bună stare de funcționare a sistemelor și instalațiilor de captare și scurgere la pământ a curenților de descărcare atmosferică (paratrăznet);

În sălile aglomerate, în amfiteatre, săli de clasă, biblioteci, săli de festivități și în general, în incintele amenajate pentru activități cu public, se interzic:

- accesul cu produse și/sau substanțe inflamabile ori cu alte mijloace care pot produce incendii sau explozii;
- accesul persoanelor în număr mai mare decât capacitatea maximă simultană stabilită și declarată.

### 2.9.4 Reguli privind fumatul

Reglementarea fumatului este obligatorie în cadrul fiecărei unități și se realizează prin dispoziția scrisă a persoanei fizice cu atribuții de conducere.

În dispoziție se menționează:

- locurile (zonele) cu pericol de incendiu sau explozie în care este interzis fumatul sau, după caz, accesul cu țigări, chibrituri sau brichete;
- locurile amenajate pentru fumat;
- persoanele desemnate să răspundă de supravegherea respectării reglementării pe locuri și sectoare de activitate;
- alte date și informații necesare a fi precizate pentru a diminua pericolul de incendiu.

Locurile și zonele în care este interzis fumatul se marchează prin indicatoare - **FUMATUL INTERZIS** - realizate conform prevederilor standardelor în vigoare.

### 2.9.5 Lucrări cu foc deschis

*Persoana fizică cu atribuții de conducere a unității va reglementa prin document scris (decizie, dispoziție etc.) modul de executare a lucrărilor cu foc deschis, activitate care presupune:*

- stabilirea, dacă este cazul, a locurilor unde, periodic sau permanent, se pot efectua lucrări cu foc deschis (topire bitum, ardere reziduuri combustibile, curățiri prin ardere etc.) și a persoanelor care le supraveghează;
- stabilirea locurilor (zonelor) cu pericol de incendiu în care este interzisă utilizarea focului deschis;
- nominalizarea persoanelor care au dreptul să emită permis de lucru cu foc;

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- descrierea procedurii de emitere, semnare, aducere la cunoștință și păstrare a permisului de lucru cu foc;
- întocmirea unei instrucțiuni specifice de prevenire și stingere a incendiilor pentru astfel de lucrări.

### 2.9.6 Organizarea intervenției de stingere a incendiilor la locul de muncă

Organizarea intervenției de stingere a incendiilor la locul de munca cuprinde:

- a) stabilirea mijloacelor tehnice de alarmare și de alertare în caz de incendiu a personalului de la locul de munca;
- b) stabilirea sistemelor, instalațiilor și a dispozitivelor de limitare a propagării și de stingere a incendiilor, a stingătoarelor și a altor aparate de stins incendii, a mijloacelor de salvare și de protecție a personalului;
- c) stabilirea componentei echipelor care trebuie să asigure salvarea și evacuarea persoanelor/bunurilor, pe schimburi de lucru și în afara programului;
- d) organizarea efectivă a intervenției, prin nominalizarea celor care trebuie să utilizeze sau să pună în funcțiune mijloacele tehnice din dotare de stingere și de limitare a propagării arderii ori să efectueze manevre sau alte operațiuni la instalațiile utilitare și, după caz, la echipamente și utilaje tehnologice.

Datele privind organizarea activității de stingere a incendiilor la locul de munca se înscriu într-un formular tipărit pe un material rezistent, de regula carton, și se afișează într-un loc vizibil, estimat a fi mai puțin afectat în caz de incendiu.

Intervenția la locul de munca presupune:

- a) alarmarea imediată a personalului de la locul de munca sau a utilizatorilor prin mijloace specifice, anunțarea incendiului la forțele de intervenție,;
- b) salvarea rapidă și în siguranță a personalului, conform planurilor stabilite;
- c) întreruperea alimentării cu energie electrică, gaze și fluide combustibile a consumatorilor și efectuarea altor intervenții specifice la instalații și utilaje de către persoanele anume desemnate;
- d) acționarea asupra focarului de incendiu cu mijloacele tehnice de apărare împotriva incendiilor din dotare;
- e) evacuarea bunurilor periclitare de incendiu și protejarea echipamentelor care pot fi deteriorate în timpul intervenției;
- f) protecția personalului de intervenție împotriva efectelor negative ale incendiului : temperatura, fum, gaze toxice;
- g) verificarea amănunțită a locurilor în care se poate propaga incendiul și unde pot apărea focare noi, acționându-se pentru stingerea acestora.

### 2.9.7 Căi de evacuare

Căile de evacuare a utilizatorilor și de acces a forțelor de intervenție vor fi menținute libere și întreținute corespunzător;

Traseele căilor de evacuare vor fi marcate cu indicatoare standardizate, astfel încât să asigure atât posibilitatea recunoașterii cu ușurință a traseului de urmat spre exterior, cât și circulația lesnicioasă, atât ziua cât și noaptea;

În casele scărilor, pe coridoare sau pe alte căi de evacuare ale clădirilor nu se admite amenajarea de încăperi ori locuri de lucru, depozitare etc. care ar putea împiedica evacuarea persoanelor și bunurilor, precum și accesul personalului de intervenție.

*Pentru asigurarea evacuării rapide și sigure a persoanelor și a bunurilor din clădire se întocmesc planuri de evacuare în caz de incendiu. Acestea se întocmesc :*

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- pe nivel, dacă se afla simultan mai mult de 30 de persoane;
- pe încăperi, dacă în ele se afla cel puțin 50 de persoane;
- pentru încăperile destinate cazarii, indiferent de numărul de locuri.

*Planurile de evacuare se afișează pe fiecare nivel, pe căile de acces și în locurile vizibile, astfel încât să poată fi cunoscute de către toate persoanele, iar în încăperi, pe partea interioară a ușilor.*

### 2.9.8 Instalații electrice

Pentru a nu constitui cauze de incendiu, instalațiile electrice vor fi întreținute, verificate și utilizate în condițiile prevăzute în reglementările tehnice de specialitate și documentațiile producătorilor de echipamente.

Se interzice, în principal;

- înlocuirea siguranțelor, releelor de protecție și a întreruptoarelor automate cu altele necalibrate;
- racordarea unor consumatori care depășesc puterea nominală a circuitelor;
- încărcarea instalației electrice ( conductoare, cabluri, întreruptoare, comutatoare, prize, transformatoare etc.) peste sarcina admisă;
- nerealizarea unor contacte electrice perfecte, cu rezistență de trecere comparabilă cu rezistența ohmică a conductoarelor legate, sigure în timp și ușor de verificat;
- neasigurarea aceluiași nivel de izolație ca și al conductoarelor la legăturile electrice.

### 2.9.9. Încălzirea locală

Exploatarea mijloacelor de încălzire locală ( sobe de orice tip, cazane de spălătorie, mașini și aparate de gătit etc.) se realizează conform prevederilor reglementărilor tehnice și a instrucțiunilor de folosire emise de producător.

La exploatarea sobelor, cu sau fără acumulare de căldură și a mașinilor și aparatelor de încălzit și de gătit se respectă următoarele reguli principale:

- în încăperile în care sunt amplasate sobele, nu se admite depozitarea materialului combustibil care să depășească consumul pentru 24 ore;
- depozitarea ( amplasarea ) materialelor combustibile se face la o distanță mai mare de 1,00 m față de sobele fără acumulare de căldură și de 0,50 m la sobele cu acumulare de căldură;
- este interzisă depozitarea materialului combustibil deasupra sobelor;
- n fața ușiței de alimentare a sobei, pardoseala combustibilă se protejează cu tablă metalică având dimensiunile de 0,70 x 0,50 m;
- înainte de utilizare, sobele și coșurile de fum trebuie verificate amănunțit, reparate, curățate și date în exploatare în perfectă stare de funcționare;
- nu este admisă utilizarea sobelor fără ușițe la focare și cenușare, defecte sau izolate necorespunzător față de elementele combustibile ale clădirilor;
- în timpul funcționării sobelor, ușițele focarului și cenușarului trebuie menținute închise și nezăvorâte;
- este strict interzisă aprinderea focului în sobe prin stropire cu benzină, petrol sau alte lichide combustibile;
- se interzice uscarea hainelor sau a altor materiale combustibile pe sobe sau în imediata apropiere a lor;

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- nu se admite folosirea lemnului mai lungi decât vatra focului sobei sau cărbuni cu o putere calorifică mai mare decât cea stabilită de producător ( cocs de furnal);
- se vor numi persoane care să răspundă de aprinderea și stingerea focului în clădirile civile (publice), căminelor, creșelor, grădinițelor, de învățământ sau de producție;
- cenușa se va evacua periodic într-un loc stabilit și amenajat în acest scop, fără pericol de incendiu și numai după ce se vor stinge resturile de jar;
- se interzice funcționarea sobelor supraîncălzite;

*Coșurile de fum vor fi curățate periodic, funcție de calitatea și cantitatea combustibilului folosit, iar ușile pentru curățare vor fi bine etanșate.*

### 2.9.10 Măsuri pentru sezonul rece

*Înainte de sezonul rece se vor controla și repara defecțiunile constatate, asigurându-se buna funcționare a:*

- instalațiilor și sistemelor de încălzire existente ( surse de căldură, conducte, corpuri și elemente de încălzire, sobe, coșuri și canale de fum etc.);
- instalațiilor de încălzire din încăperi în care sunt montate instalații de stingere cu apă, precum și cele de depozitare a substantelor chimice de stingere;
- serpentinelor de încălzire a căminelor și rezervoarelor de apă pentru incendiu;
- dispozitivelor de încălzire a armăturilor instalațiilor cu apă;
- conductelor și furtunurilor instalațiilor de stingere, precum și a celor de producție și auxiliare;

### 2.9.11 Lucrări pe timpul perioadelor caniculare și secetoase

*În perioadele caniculare sau secetoase se va elabora un program de măsuri speciale care să contracareze efectele negative ale acestora în sfera prevenirii și stingerii incendiilor.*

Măsurile speciale trebuie să cuprindă:

- identificarea și nominalizarea sectoarelor de activitate în care crește riscul de incendiu în condiții caracteristice temperaturilor atmosferice ridicate și lipsei de precipitații;
- interzicerea focului deschis în zonele afectate de uscăciune avansată;
- restricționarea efectuării, în anumite intervale de timp a unor lucrări care crează condiții favorizante pentru producerea de incendii prin degajări de substanțe volatile sau supraîncălziri excesive;
- asigurarea protejării recipientelor, rezervoarelor și a altor tipuri de ambalaje care conțin vapori inflamabili sau gaze lichefiate sub presiune față de efectul direct al razelor solare, prin umbrire (copertine, soproane etc.) sau, după caz, prin racire cu perdele de apă rece;
- îndepărtarea din locurile unde se află a obiectelor optice (inclusiv cioburi de sticlă) ce pot acționa, în anumite condiții, drept concentratori ai razelor solare;
- asigurarea rezervelor de apă pentru incendii și verificarea zilnică a situației existente;

*Măsurile speciale stabilite se vor aduce la cunoștință salariaților și după caz, a elevilor, studenților și cadrelor didactice.*

**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. În raport cu modul în care se execută, procesele de producție se împart în:
  - a. manuale, mecanice și de aparatură
  - b. de bază, auxiliare, de muncă de servire
  - c. directe, sintetice, analitice
  - d. de transport și depozitare
2. Volumul producției mare sau foarte mare și nomenclatura foarte redusă caracterizează:
  - a. tipul de producție de masă
  - b. tipul de producție de serie
  - c. tipul de producție individuală
  - d. tipul de producție de serie mijlocie
3. Producția individuală se caracterizează prin:
  - a. fabricarea unei nomenclaturi reduse de produse, în mod neîntrerupt și în cantități mari sau foarte mari
  - b. fabricarea unei nomenclaturi relativ largă de produse, în mod periodic și în loturi de fabricație de mărime mare, mică sau mijlocie
  - c. fabricarea unei nomenclaturi foarte largi de produse, în cantități reduse, uneori chiar unicate
  - d. specializare înaltă atât la nivelul locurilor de muncă, cât și la nivelul întreprinderii
4. Divizarea procesului tehnologic pe operații egale sau multiple sub raportul volumului de muncă și precizarea celei mai raționale succesiuni a executării lor sunt caracteristici ale metodei de organizare a producției:
  - a. individuale
  - b. "Just in Time" (J.I.T.)
  - c. de serie mică
  - d. în flux
5. Metodele moderne de organizare a producției sunt:
  - a. individuală și de serie mică
  - b. programare liniară, PERT, CPM și JIT
  - c. de masă și de serie mică
  - d. de serie mare, mijlocie și mică
6. Metoda PERT:
  - a. este folosită în optimizarea alocării resurselor
  - b. constă în divizarea unui proiect în părți componente, la un nivel care să permită corelarea logică și tehnologică a acestora, adică să facă posibilă stabilirea interacțiunilor între părțile componente
  - c. se aplică în cazul producției de unicate complexe și de mare importanță, la care operațiile succesive trebuie realizate prin respectarea restricțiilor de prioritate și de termene
  - d. contribuie la reducerea costurilor de producție aferente stocurilor de materii prime, materiale, piese și subansambluri
7. Metoda "Just in Time" (J.I.T.) se bazează pe principiul numit:
  - a. producția cu fluxuri trase
  - b. producția de fluxuri împinse

## ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

- c. analiza drumului critic
  - d. tehnica evaluării repetate a programului
8. Bonurile de lucru sunt stabilite pentru muncitor și indică:
- a. desenul de execuție și volumul producției
  - b. borderoul de materiale și graficul de avansare a produsului
  - c. diversele operații ce se efectuează asupra produsului
  - d. operațiile necesare, timpul alocat acestora, utilajul pe care se lucrează și muncitorul care execută operația
9. Emiterea comenzii de achiziție constă în:
- a. dactilografierea comenzii, semnarea și expedierea ei prin poștă ori schimb electronic de date
  - b. redactarea unui contract legal, supus legilor în vigoare
  - c. confirmarea detaliilor privind cantitatea, specificațiile, prețul și condițiile de livrare
  - d. alegerea sursei de achiziție bazată pe preț, condiții de livrare și standarde de calitate
10. Recepția produselor constă în:
- a. aplicarea unei ștampile ușor de identificat a furnizorului pe ambalaj
  - b. examinarea amănunțită a produselor
  - c. inspecția internă a produselor
  - d. colectarea produselor la sediul furnizorului

Răspunsuri corecte: 1A, 2A, 3C, 4D, 5B, 6C,, 7A, 8D, 9A, 10B

## CAPITOLUL 3

### PERFEȚIONAREA PREGĂTIRII PROFESIONALE

#### Obiectivele capitolului

- Identificarea surselor de informare pentru instruire - reviste și publicații de specialitate, târguri și expoziții de echipamente și aparatură de televiziune, simpozioane și prezentări ale firmelor specializate în echipamente;
- Evaluarea nivelului de pregătire, identificarea evoluției și a cerințelor domeniului;
- Autoinstruirea eficientă și permanentă pentru asigurarea cunoștințelor conform dinamicii domeniului, identificarea și studierea periodică a publicațiilor de specialitate;
- Însușirea cunoștințelor prin participarea activă la cursuri și evaluarea rezultatelor instruirii

#### 3.1. Concepte privind formarea, pregătirea și perfecționarea profesională

În trecut se obișnuia ca tinerii care dobândeau o profesie, pe baza cunoștințelor obținute în timpul școlii, să o exercite pe toată durata vieții dar în zilele noastre cunoștințele se perimează foarte rapid. În perioada actuală de schimbări majore și rapide prin care trece România, este necesar ca formarea și perfecționarea să devină un proces continuu și organizat care să țină seama atât de schimbările care au loc în trecerea spre economia de piață, cât și de schimbările ce pot fi anticipate.

În condițiile în care inovațiile modifică tehnologia și managementul de la o zi la alta, companiile și societățile comerciale se văd obligate să-și reconsidere permanent politica de resurse umane și semnificația valorii muncii. Astfel, formarea și perfecționarea salariaților a devenit o cerință obligatorie a perioadei în care trăim deoarece nici o firmă nu poate obține rezultate comparabile cu cele de pe plan mondial dacă nu-și va instrui permanent angajații, asigurând în același timp lucrul în echipă, întărirea relațiilor dintre angajați, comunicarea internă, și antrenarea angajaților în dezvoltarea instituției la care lucrează.

Formarea și perfecționarea se întrepătrund, uneori fiind dificil de apreciat dacă anumite activități sunt de formare sau de perfecționare (fig. 3.1)

<b>Formarea profesională</b>	<b>Perfecționarea profesională</b>
calificarea inițială	însușirea de către lucrători deja calificați într-un anumit domeniu a unor noi cunoștințe, priceperi și deprinderi de muncă, recunoscute ca fiind parte din conținutul meseriei
însușirea unei noi meserii	policalificare recalificare

Fig. 3.1. Deosebiri între formarea și perfecționarea profesională

**Definiții:***a) Formarea profesională:*

- reprezintă un ansamblu logic și sistematic de cunoștințe teoretice și deprinderi practice acumulate prin pregătire profesională, supuse procesului de extindere și înnoire permanentă prin perfecționarea pregătirii profesionale, cunoștințe și deprinderi necesare pentru a exercita o anumită profesiune;

- presupune un proces sistematic de schimbare a comportamentului, cunoștințelor și motivației angajaților existenți în scopul îmbunătățirii echilibrului între caracteristicile angajatului și cerințele locului de muncă

- urmărește dezvoltarea unor capacități noi;

- include calificarea profesională, perfecționarea, specializarea, formarea prin experiență și informarea profesională.

*b) Perfecționarea profesională:*

- este procesul de transformare a “materialului” pe care îl reprezintă omul, iar rezultatul prestației oferite, prin acest proces, este forța de muncă, aptitudinile fizice și intelectuale “prelucrate” în materialul nativ, capacitatea de muncă la un anumit nivel de calificare;

- poate fi considerată ca un stadiu al formării, care constă în acumularea cunoștințelor referitoare la profesia de bază;

- vizează îmbunătățirea capacității existente;

- se are în vedere, de obicei, un rezultat concretizat într-o meserie cu o anumită utilitate.

Dar pentru a ajunge aici este absolut necesar un proces complex și îndelungat, care începe cu educația în familie a noilor-născuți, continuă și se împletește cu educația școlară elementară, gimnazială și liceală. Procesul educațional nu se încheie niciodată, iar startul procesului de pregătire pentru o meserie anumită este foarte greu de precizat ca moment în timp.

Începerea învățării unei meserii se bazează pe mai multe considerente:

- orice meserie necesită anumite aptitudini ce pot fi depistate și care evoluează în timp, se conturează în jurul vârstei de 13 ani; dar nu există o limită clară a momentului în care aceste aptitudini se pot manifesta (ex.: talentul pentru muzica poate fi manifestat la 4-5 ani, abilitatea de-a lucra cu cifrele se depistează de la 7-8 ani sau chiar mai curând, pregătirea pentru dans clasic sau gimnastica ritmică începe pe la 6 ani, etc.);

- cei mai mulți tineri dotați pentru un anumit gen de activitate, încep să “practice” meseria respectivă, imitând persoane din preajmă sau remarcându-se de timpuriu în cadrul unor activități școlare;

- educația școlară, chiar dacă nu are ca obiectiv un profil profesional concret, contribuie la dezvoltarea inteligenței cu caracter global, la capacitatea omului de-a se orienta, de-a se adapta și de a se integra în mediul social economic; procesul este util pentru practicarea și, mai ales, pentru învățarea oricărei meserii.

- în orice meserie este utilă cultura generală și este dovedit că un absolvent de liceu poate fi cu ușurință “adaptat” la un anumit domeniu de pregătire, poate fi recalificat sau policalificat, mult mai ușor decât un absolvent de gimnaziu sau de școală profesională;

*c) Pregătirea profesională continuă:*

- reprezintă experiența dobândită în procesul utilizării meseriei învățate prin perfecționarea continuă și prin specializarea cerută de fiecare întreprindere angajatoare și de fiecare loc de muncă ocupat prin promovări succesive pe tot parcursul vieții active.

Din acest punct de vedere pregătirea profesională cuprinde mai multe etape:

- pregătirea inițială sau formarea profesională – este un proces educațional de creare a forței de muncă, ce durează din primii ani de viață și până la dobândirea unei calificări, și care:

- are ca obiectiv obținerea unei meserii cu profil larg.
- se adresează unui grup mai mare de elevi și care dau certificare de absolvire utile;



- se desfășoară în instituții de învățământ cu un grad de specializare mai larg, școli;
- este util pentru angajarea într-un domeniu larg, la un număr mare de firme;
- pregătirea sau perfecționarea efectuată de firme în școli proprii sau în diferite alte sisteme instituite cu scopul specializării, recalificării sau policalificării celor care trebuie să răspundă unor nevoi specifice concrete:
  - reprezintă un ansamblu coerent și sistematic de cunoștințe științifice, generale de specialitate teoretice și practice care asigură dezvoltarea în lărgime și profunzime a capacității individuale a omului referindu-se la cunoștințe teoretice care trebuie însușite și la deprinderi practice care trebuie dobândite ;
  - este un proces de însușire, îmbogățire, extindere și consolidare sistematică a cunoștințelor și deprinderilor dobândite prin profesiunea realizată;
  - presupune o pregătire continuă, adaptată la nevoile de moment ale firmei și completată mereu, actualizată pe măsură ce nevoile firmei se modifică;
  - trăsăturile perfecționării profesionale sunt reprezentate de caracterul sistematic și permanent al acesteia, extinderea și îmbogățirea cunoștințelor, îmbogățire și înnoire a cunoștințelor, policalificare (reprezintă obținerea unei calificări într-o meserie pe care muncitorul o va practica în viitor în paralel cu cea anterioară pentru mai buna utilizare a timpului de lucru);
  - are obiective și mai diverse.
- școala profesională de pe lângă o întreprindere unde, prin cursuri de 1- 3 ani, se pregătesc promoții întregi de specialiști pentru efectuarea anumitor lucrări, pentru practicarea unor meserii cu un anumit profil;
  - ucenicie la locul de muncă pentru pregătirea într-o anumită meserie;
  - specializarea sau polificarea pentru a face față modernizării și re tehnologizării firmei;
  - interferarea profesională potrivit specificului activității din cadrul firmei;
  - specializarea sau pregătirea cu profil larg pentru promovarea profesională în funcții de conducere a firmei.
- pregătirea sau specializarea pentru anumite funcții din cadrul firmei;

### 3.2. Etapele procesului de formare profesională

a) *Stabilirea cerințelor imediate și de perspectiva de formare profesională* - se pornește de la nivelul de pregătire existent, evaluat prin testarea cunoștințelor la începerea programului de perfecționare. Această etapă cuprinde:

- determinarea cerințelor generale, realizată pe baza:
  - analizei organizării și funcționării organizației;
  - analizei situației actuale privind resursele umane din cadrul organizației (nivelul calitativ și cantitativ al acesteia, circuația, fluctuația etc.);
  - evidențierii diferențelor dintre cerințele organizării și funcționării eficiente a organizației și potențialul profesional real al resurselor umane existente;
- determinarea cerințelor individuale, realizate în funcție de:
  - cerințele generale de pregătire și profesionale;
  - performanțele realizate de angajați;
  - cerințele activității angajatului reieșite din fișa postului;
  - standardele de performanță pregătite pentru angajați;
  - diferențele dintre cerințele de viitor și performanțele prezentate.

Metode, tehnici și mijloace folosite pentru stabilirea cerințelor de formare profesională:

- analiza activității angajatului, a performanțelor sale comparativ cu standardele, a capacității sale de a rezolva diferite probleme complexe, a modului în care își organizează munca, a comportamentului său;

- fișele de apreciere anuale;
- interviul.
- ancheta pentru consultarea unui grup de muncă;
- lista de control ce cuprinde tematica detaliată a unor programe de formare profesională ce se intenționează a se organiza, angajații trebuind să indice temele care îi interesează;
- folosirea consultantților exteriori, specializați în probleme de formare profesională;

*b) Elaborarea planului și a programelor de formare profesională – cuprinde 3 faze:*

- stabilirea obiectivelor programului
- analiza cerințelor de pregătire și perfecționare
- precizarea căilor de realizare a acestor obiective

Pentru atingerea obiectivelor scontate, realizatorii programelor de instruire își vor elabora o strategie adecvată fiecărei situații concrete, pornindu-se de la întrebarea: care este concepția mea în ceea ce privește pregătirea? Răspunsul îi va permite instructorul să știe ce face și de ce.

Cel care concepe un curs de pregătire profesională trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte:

- participarea activă a cursanților deoarece experiența este o componentă importantă a procesului de pregătire profesională ;
- elementele teoretice au valoare în măsura în care ele pot fi aplicate la locul de muncă al cursantului, având rolul de a orienta, de a explica cauzele și de a promova realizările și performanțele;

- rezervarea în proiectul planului de pregătire a unui număr adecvat de ore pentru comunicare deoarece aceasta este o problemă dificilă a activităților practice;

- schimbările de atitudine care urmează schimbărilor de comportament.

La elaborarea proiectului programului de pregătire profesională:

- se vor stabili metode de învățare, mijloace de predare, conținutul, locul de predare și alte aspecte necesare;

- dacă se asimilează cunoștințe noi, ritmul va fi mai lent la început și mai rapid după acumularea unui anumit nivel de cunoștințe;

- este necesar să participe diferite compartimente, în funcție de specificul activității lor;

- se va ține seama de numărul orelor și de lungimea cursului, de nivelul de pornire și de sistemul de apreciere a rezultatelor.

Cauzele nereușitei unui program de pregătire profesională pot fi:

- nu există condiții materiale și didactice pentru a realiza programe specifice de pregătire;
- instructorul nu are cunoștințele necesare sau nu poate să și le exprime;
- cursanții nu au nevoie de pregătirea respectivă;
- cursanții au nevoie de pregătire, însă nu știu acest lucru sau nu vor să-l admită;
- cursanții au nevoie de pregătire, știu că au nevoie de ea, însă ei se opun din diferite alte motive ;
- materialul predat este foarte general sau prea abstract pentru a putea fi aplicat la locul de muncă al cursantului;
- cursantul reântors la locul de muncă, nu este lăsat de superiori să aplice cunoștințele dobândite.

*c) Desfășurarea programelor*

- de pregătire pentru postul ocupat,
- de perfecționare pe postul ocupat, și
- de formare în vederea promovării într-un post superior, care are la bază derularea următoarelor etape:
  - stabilirea obiectivelor programului, a tematicii acestuia și a metologiei de desfășurare;

## PERFEȚIONAREA PREGĂTIRII PROFESIONALE

- organizarea propriu-zisă, care constă în stabilirea modalităților de realizare, recrutare a participanților, asigurarea mijloacelor și materialelor didactice necesare;
- desfășurarea programului, care cuprinde coordonarea cursurilor, susținerea acestora, aplicarea diferitelor metode de instruire;
- finalizarea, respectiv aprecierea cursanților, evaluarea programului și identificarea direcțiilor de îmbunătățire.

d) *Controlul și evaluarea programelor* - se desfășoară continuu, în trei etape semnificative:

- pe parcursul desfășurării programului, când are caracter obiectiv;
- la sfârșitul programului când are un caracter constatativ, obiectul său fiind nivelul cunoștințelor dobândite de participanți;
- în perioada ulterioară încheierii programului, când are ca scop evaluarea schimbării nivelului de competență la locul de muncă, a aptitudinilor și a atitudinilor participanților la program.

e) *Evaluarea eficienței activității de formare profesională*

Acest proces nu trebuie să fie rezultatul final al unui curs, ci veriga ce asigură informațiile necesare pentru etapele următoare de perfecționare a angajaților; este vitală pentru cunoașterea influențelor pozitive și negative pe care aceste programe le au asupra rezultatelor și asupra cursanților ce le frecventează;

### *Evaluarea pregătirii profesionale*

<b>Costuri</b>	<b>Beneficii</b>
- salariile instructorilor - materiale pentru pregătire - cheltuielile instructorilor - echipamentele folosite în procesul de instruire - cheltuielile efectuate de către cei care se instruiesc - producția pierdută ca urmare a absenței celor care participă la programele de pregătire	- creșterea producției/vânzărilor ca urmare a metodelor folosite îmbunătățirii procedurilor și de instruire - reducerea erorilor în aprecierea situațiilor - reducerea rebuturilor ca urmare a îmbunătățirii sistemului de organizare - reducerea posturilor și a activităților cu caracter birocratic - crearea unor noi locuri de muncă - îmbunătățirea climatului organizațional

Cerințe pentru evaluarea eficienței activității de formare profesională :

- compararea rezultatelor după pregătire cu obiectivele și standardele stabilite (pregătirea este consumatoare de timp și de mijloace financiare și materiale este necesar a se face evaluarea rezultatelor eforturilor de pregătire a personalului);
- stabilirea și examinarea costurilor asociate cu pregătirea și beneficiile obținute sau alte efecte, pe baza raportului: Costuri/Beneficii;
- este indicat a se compara rezultatele înainte și după instruire;
- trebuie avut în vedere că unele rezultate superioare sunt determinate de îmbunătățirea pregătirii profesionale, dar uneori măsurarea costurilor și a efectelor este dificilă.

Criteriile folosite în evaluare variază în funcție de obiectivele programelor, de specificul acestora și de categoriile de personal cărora li se adresează, astfel:

- pentru executanți (comparația performanțelor realizate după absolvirea programelor și anterior participării la programe):
  - performanțele realizate;
  - productivitatea;
  - procentul de depășire a normelor;

- nivelul calitativ al lucrărilor executate și al serviciilor prestate;
  - nivelul rebuturilor;
- pentru manageri:
- în îmbunătățirea cunoștințelor;
  - în îmbunătățirea comportamentului;
  - dezvoltarea aptitudinilor de conducere.

### 3.3. Metode de pregătire profesională

#### *a) în cadrul funcției*

- se realizează de către angajații cu experiență, supervizori și manageri. Aceștia trebuie să fie capabili să predea și să-i învețe cât mai bine pe angajații care participă la pregătire;
- planificat sau nu, angajații învață prin experiență în cadrul îndeplinirii funcției lor;
- este tipul cel mai comun.

#### Probleme:

- caracterul întâmplător;
- este posibil ca instructorii să nu aibă experiența necesară, să nu aibă timp să o facă sau chiar să nu dorească să participe la procesul de pregătire profesională.

Pregătirea instrucțională în funcție este o formă specială de pregătire în cadrul funcției

- metoda a fost dezvoltată în S.U.A. în timpul celui de-al doilea război mondial fiind folosită pentru a pregăti personalul civil cu o anumită experiență pentru funcții din sectorul industriei producătoare de echipament militar (este folosită și în prezent).

#### *b) pregătirea prin simulare*

- presupune folosirea unui duplicat al activității reale de muncă, în acest fel cursantul se poate pregăti, poate învăța în condiții similare, apropiate de cele reale, dar fără presiunile determinate de îndeplinirea sarcinilor concrete de producție;

- ușurează pregătirea pentru funcție, fără elemente stresante ale condițiilor reale de muncă, cu un număr mai mic de greșeli și cu cheltuieli scăzute;

- se poate folosi pentru variate funcții sau profesii.

Observație: simularea trebuie să fie realistă, iar echipamentele utilizate să fie similare celor existente în activitatea practică.

#### *c) pregătirea prin cooperare*

- se poate realiza în două modalități care îmbină experiența pregătirii în clasă cu cea a pregătirii în cadrul funcției și anume:

- ucenicia - este formă de pregătire, pe baza unui program, a unor persoane în curs de formare, de regulă tineri. Persoana care se pregătește prin această formă este repartizată pe lângă un angajat sau specialist cu experiență, calificat și atestat în mod corespunzător. Această modalitate permite combinarea pregătirii teoretice cu cea practică, fiind utilizată, în mod fregvent, în cazul persoanelor care desfășoară activități meșteșugărești.
- pregătirea internă - este o forma de pregătire în cadrul funcției, constând din combinarea îndeplinirii practice a sarcinilor funcțiilor cu instruirea în clasă, în școli de meserii, școli superioare, colegii sau universități.

#### *d) pregătirea prin experiența comportamentală*

- angajații pot învăța despre un anumit comportament prin îndeplinirea, jucarea unui rol, în care persoana își asumă o anumită identitate, funcție și acționează ca atare.

- se bazează pe învățarea emoțională și comportamentală;

### *e) pregătirea de laborator*

- studiază evoluția comportamentului în cursul procesului de învățare, rezultatele obținute la un moment dat fiind considerate drept punct de plecare pentru pregătirea ulterioară.

*f) incidentele critice* sunt utilizate în scopul exercițiului, pentru ca angajații să perceapă și să înțeleagă mai bine rolul jucat de eventualele situații nepotrivite sau neplăceri, pe care să le poată depăși în activitatea profesională.

### *g) pregătirea în clasă și conferințe*

- pot fi folosite atât în legătură cu funcția, cât și pentru dezvoltarea pregătirii profesionale generale.

- cuprinde cursuri și prezentare de lecții, seminarii, conferințe etc.;

### *h) instruirea programată*

- este o metodă de orientare a auto-învățării, care prevede studiul, învățarea pas cu pas și confirmarea ei imediată;

- materia care trebuie să fie studiată și învățată este divizată în module;

- folosind un curs, o carte sau alte mijloace, anumite segmente ale informațiilor sunt prezentate prin diferite forme de verificare a cunoștințelor progresiv, în raport cu dificultatea lor;

- cursantul este pus să răspundă după fiecare segment, prin diferite forme de verificare a cunoștințelor. După însușirea cunoștințelor necesare și obținerea de răspunsuri bune la fiecare segment de pregătire, cursantul poate trece la următorul segment. În cazul unei insuficiente însușiri sau răspunsuri incorecte, cursanții sunt orientați pentru a repeta modulul, segmentul respectiv.

*i) instruirea asistată de calculator* - permite instruirea cursantului prin interacțiunea om-calculator, aplicându-se mai ales metode de simulare.

### *Nivele de evaluare a pregătirii:*

#### *a) Învățarea*

- reprezintă extinderea învățării de către cursant a principiilor, abordărilor și faptelor care au fost incluse în pregătire;

- nivelul de învățare se măsoară prin cât de bine și-au însușit cursanții noțiunile, ideile, conceptele, teoriile, faptele și atitudinile prezentate în programul de pregătire;

- testele bazate pe materiale folosite în pregătire se folosesc pentru evaluarea învățării și pot fi administrate înainte și după pregătirea profesională, pentru a se putea compara rezultatele;

- dacă rezultatele indică unele probleme dificile de învățare, se va realiza un feedback sau corectarea cursurilor pentru ca modul de realizare și conținutul lor să fie mai eficient.

*b) Reacția* - presupune a vedea cât de mult le place și agreează cursanții pregătirea. Evaluarea nivelului reacției cursanților se poate realiza prin interviuri sau răspunsuri ale cursanților la anumite chestionare, totuși, reacția imediată se poate observa prin măsura în care le place oamenilor să se pregătească, mai degrabă decât cum a beneficiat de aceasta.

#### *c) Comportamentul*

- se urmăresc modificările survenite în comportament ca urmare a programului urmat;

- comportamentul este mai dificil de măsurat decât reacția și învățarea. Uneori chiar dacă se schimbă comportamentul, rezultatele așteptate pot să nu apară;

- evaluarea nivelului comportamental constă în a determina efectele pregătirii reflectate în performanțele în funcție;

- acest lucru se poate constata prin interviuri cu persoanele instruite sau cu colegii acestora.

*d) Rezultatele*

- sunt evaluate prin măsurarea efectelor pregătirii asupra îndeplinirii obiectivelor organizației;

- în acest scop se pot compara rezultatele, privind calitatea producției, vânzarile și costurile înainte și după pregătire, productivitatea, circulația și fluctuația personalului, folosirea timpului de muncă. Este dificil de determinat în ce măsură pregătirea și instruirea profesională au provocat modificări asupra rezultatelor.

Programul de instruire trebuie să fie evaluat din două puncte de vedere:

- inițiatorul acestui program trebuie să fie și primul său evaluator, la această evaluare adăugându-se evaluările primite de la cei ce au participat la curs;

- criteriile fixate pentru evaluarea programului trebuie să fie de două categorii :

- criteriile interne, care se asociază obiectivelor de scurtă durată și privesc comportamentele angajaților dezvoltate de conținutul efectiv al cursului;
- criteriile externe, evidențiate în obiectivele de lungă durată ce reprezintă ținta finală a programului de instruire – rezultate la nivelul organizației, cum ar fi creșterea producției, a vânzărilor, reducerea costurilor etc.

### 3.4. Forme de stimulare a pregătirii profesionale

Oamenii învață în diferite perioade ale vieții și activității lor profesionale, fiind capabili să aplice în mod diferit ceea ce învață. Abilitatea de a învăța trebuie să fie însoțită de motivația sau intenția de a învăța.

Disponibilitatea individului pentru învățare este în stânsă legătură cu importanța informațiilor profesionale pentru el, precum și cu îndeplinirea unor obiective cum ar fi: împlinirea profesională, autoritatea, avansarea, influența, recunoașterea și statutul profesional, creativitatea, curiozitatea, frica de eșec, responsabilitatea și altele.

Motivația de a învăța este în legătură cu: importanța funcției pentru individ; importanța cunoștințelor și a deprinderilor care trebuiesc învățate; cum îl vor ajuta pe individ cunoștințele și deprinderile ce trebuiesc învățate; ce reprezintă învățarea pentru individ și altele.

Pentru a stimula pregătirea profesională a angajaților, firmele pot aplica diverse forme de motivare:

- *motivarea pozitivă* se realizează atunci când angajatul primește recompensa dorită. Dacă un executant respectă cu strictețe disciplina tehnologică și disciplina muncii, el poate primi drept recompensă o primă, deci o motivare pozitivă pentru comportamentul lui;

- *motivarea negativă* apare atunci când muncitorul reușește să evite o sancțiune. Exemplu: un angajat vine la timp la serviciu numai pentru a evita observațiile supraveghetorului. Posibilitatea de a fi criticat a determinat o anumită acțiune și anume, venirea la timp a angajatului.

- *motivarea intrinsecă* rezultă din angajarea și interesul persoanei pentru îmbogățirea cunoștințelor;

- *motivația extrinsecă* este rezultatul unor recompense și penalizări exterioare cum ar fi mărirea sau reducerea salariului. Cu cât motivația angajatului este mai puternică, cu atât apare un grad mai ridicat de asimilare a cunoștințelor. Motivația de a studia este determinată de răspunsul la o serie de întrebări, cum ar fi: Cât de important este să acumulez aceste cunoștințe?; Dacă le învăț, mă vor ajuta?; Ce va însemna aceasta pentru mine?;

- *recompensa* – pentru reușita unui program de formare, angajații trebuie să aibă atât motive să învețe, cât și posibilitatea de a aplica ceea ce au învățat. Cele învățate îi pot ajuta pe cursanți, fie pentru atingerea unui scop, fie pentru evitarea unei situații nedorite.

Recompensarea acumulării de noi cunoștințe poate fi:

- exterioară (exemplu: dacă un programator învață un nou limbaj, el primește o recompensă externă, concretizată printr-un certificat care atestă acest lucru);
- interioară (exemplu: dacă un mecanic învață să lucreze la un strung nou, el știe că la început va face multe greșeli, dar treptat va deveni din ce în ce mai bun. În momentul în care va deveni un bun specialist, va fi mulțumit de el însuși, aceasta constituind o recompensă internă).

Modificarea comportamentului angajaților poate constitui un alt obiectiv al formării profesionale, prin:

- *stagiile de practică* au drept scop consolidarea și dezvoltarea în procesul muncii a cunoștințelor, dexterităților și deprinderilor dobândite anterior. Practica se poate organiza în mai multe moduri, putând exista practica activă sau pasivă, efectuată în mod fragmentat sau comasat. Aplicarea uneia sau alteia dintre aceste forme depinde de tipul de instruire folosit. Dacă instruiții învață lucruri fizice se recomandă fragmentarea;

- *pedeapsă* - are drept scop evitarea repetării de către o persoană a unor acțiuni sau atitudini nedorite. Managerul poate pedepsi un lucrător, prin diminuarea salariului, dacă acesta a lăsat locul de muncă în dezordine, a întârziat la program etc..

### 3.5. Rolul formării și al perfecționării profesionale

Rolul formării profesionale poate fi explicat astfel:

- creșterea continuă a complexității activităților desfășurate a necesitat nu numai actualizarea cunoștințelor existente ci și acumularea de cunoștințe în domenii noi, cum ar fi computerele, planificarea, negocierea și multe altele;

- datorită creșterii accentului pus pe cultura organizației a crescut necesitatea ca angajații să fie familiari cu valorile culturale fundamentale ale organizației și să se comporte în concordanță cu acestea.

Rolul perfecționării profesionale a angajaților din diferite firme poate fi explicat prin:

- preocuparea pentru dezvoltarea aptitudinilor și trasăturilor de personalitate necesare stimulării activității și succesului;

- creșterea complexității sistemelor de producție ceea ce reclamă cunoștințe în domenii noi de planificare, informatică, negociere;

- creșterea accentului pus pe cultura firmei, necesitatea ca angajații să cunoască valorile culturale ale unității și să se comporte în concordanță cu acestea;

- capacitatea indivizilor de a înțelege procesele ce se desfășoară în cadrul firmelor.

### 3.6. Instruirea asistată pe calculator

În noua economie și în societatea cunoașterii, bazată pe inteligența și creativitatea umană, bunurile intangibile precum cunoștințele și managementul informației și cunoașterii devin noul nucleu al competențelor. În economia tradițională factorii de producție erau pământul, munca și capitalul în timp ce în noua economie cunoașterea devine componentă esențială a sistemului contemporan de dezvoltare economică și socială.

În contextul procesului de globalizare conceptele moderne *e-economics* și comerț electronic reclamă apelarea la un nucleu al competențelor unde cunoașterea este principala forță motrice. Noua economie presupune acordarea unui interes sporit așa-numitei societăți a cunoașterii, angajatului/salariatului, capitalului intelectual, iar tehnologia multimedia poate fi utilizată de companii mai mici sau mai mari ca instrument de comunicare, apropiindu-se de clienți sau furnizori și câștigând prin aceasta un avantaj competitiv distinct.

Pregătirea personalului unei societăți a fost puternic influențată de noile tehnologii ale informației și comunicațiilor, cele mai reprezentative fiind tehnologiile multimedia și Internetul. De asemenea, o amploare tot mai mare a avut-o învățământul la distanță (*e-learning*). Aceasta deoarece, pe de o parte, sistemul de învățământ este supus unor evidente restricții de ordin calitativ și cantitativ, și pe de altă parte, tot mai puțini oameni doresc să urmeze cursuri standard, rigide, care nu corespund traseului lor profesional. Aceste două restricții majore sunt atenuate de instruirea virtuală, ca formă a învățământului la distanță, prin care serviciile educaționale sunt accesibile publicului larg prin intermediul noilor tehnologii info-comunicaționale amintite anterior și care asigură eficientizarea procesului de transmitere și obținere a cunoștințelor și competențelor. Aplicațiile multimedia au cunoscut în ultima perioadă o dezvoltare fără precedent. Începând cu prezentarea de produse, firme sau activități, până la interfețe multimedia pentru aplicații economice și de la baze de date sau enciclopedii, până la software de instruire, multimedia a revoluționat modul de comunicare al informațiilor.

Studiile unor cercetători arată că oamenii rețin 20% din ceea ce aud, 40% din ceea ce văd și aud și 75% din ceea ce văd, aud și fac. Aceste constatări arată că tehnologia multimedia este de departe o metodă de comunicare mai directă și mai completă decât un singur canal de comunicare a informației utilizând doar textul sau vocea. Ca o tehnologie de comunicare eficientă, multimedia are o valoare semnificativă în aplicațiile de formare, educație, prezentarea unor produse sau comunicarea în afaceri.

Multimedia reprezintă un instrument de instruire puternic, care poate fi încadrat într-un sistem de formare profesională alături de alte instrumente. Produsele multimedia integrează text, sunet și imagini putând fi comercializate pe CD sau procurate prin Internet. Organizațiile pot să-și creeze propriile produse multimedia de instruire, pe care să le facă disponibile pe Intranet sau pot apela la firme specializate.

Multimedia este reprezentată de combinația diferitelor tipuri de media livrate prin intermediul unui sistem computerizat. Prezentarea informației către utilizator, într-un format multimedia, nu o face să fie mai bună sau mai potrivită pentru nevoile utilizatorului însă proiectantul de multimedia dispune de facilități pentru a-i oferi mai multe opțiuni utilizatorului final.

Materialele didactice clasice (resursele instructorului) cum sunt: creta și tabla, cartea, posterele sau planșele, machetele, diapozitivele, hărțile sau retroproiectorul au fost înlocuite de computer, care are posibilități multiple de utilizare.

Multimedia este considerată un salt tehnologic asemănător apariției televiziunii în culori sau cinematografului sonor, un eveniment cotate ca având aceeași importanță ca și inventarea tiparului de către Gutenberg. Ea permite indivizilor accesul la cunoaștere și informare în mod rapid, interactiv. Pentru a înțelege această revoluție digitală, care a multiplicat canalele de comunicare și a introdus interactivitatea, trebuie menționate cel puțin două mari descoperiri ale anilor 1980 care au determinat-o. În primul rând este transformarea semnalului analog (sunet, voce, imagine, text) în semnal digital, înțeles de către calculator. Ca urmare a acestei transformări, volumul de date a crescut considerabil, făcând necesară compresia informațiilor. Această operație presupune o altă transformare a datelor și marchează cea de a doua descoperire, care a condiționat apariția multimedia.

Dezvoltarea multimedia a fost determinată și în același timp determină apariția unei game foarte largi de tehnologii și periferice specifice. Din această perspectivă, multimedia devine din ce în ce mai mult un serviciu pentru un public avid, de a descoperi cât mai multă informație, de diferite tipuri, prin intermediul televizorului sau monitorului, a sintetizatorului muzical și în final, prin televiziunea interactivă.

Principiile pedagogice care caracterizează instruirea programată au fost formulate de filozofi, pedagogi și oameni de cultură, care s-au ocupat de problemele instruirii corecte. Inițierea însă a instruirii programate a fost posibilă abia în secolul al XX-lea, când au fost create mijloacele tehnice necesare pentru aplicarea în practică.



În anii 1950, B.F. Skinner și Norman Crowder, teoreticieni americani, au emis idei despre instruirea programată, aceștia fiind considerați pionierii modernelor tehnici de instruire cu ajutorul calculatorului. Principiile instruirii programate au fost aplicate într-o metodă de instruire numită sistem de învățare personalizată.

Anii '80 au dus la apariția, mai ales în marile întreprinderi, a mitului că instruirea asistată de calculator (IAC) va putea înlocui cu costuri mici sistemele tradiționale de instruire și formatorii, confundând IAC cu autoinstruirea. IAC transformă prezentările didactice multimedia coordonate de profesor în instruire individuală/autonomă, îndrumată de profesor, dar controlată în întregime de student prin intermediul calculatorului. Anumite întreprinderi au pus la punct sisteme de autoinstruire perfect adaptate necesităților, organizate sub forma unor centre de resurse de IAC. Pentru a crea multimedia este nevoie de hardware, software și... idei strălucite, organizare, timp și resurse financiare la care mai putem adăuga talent și îndemănare. Produsele multimedia oferă multiple posibilități de personalizare a instruirii. Chiar dacă interacțiunea instructor - cursant este slabă, prezentările făcute cursantului și parcursurile pot fi personalizate în funcție de nivelul său și de progresele realizate. În afara faptului că este cu adevărat activ, utilizatorul unui modul bine conceput dispune de un veritabil „drept” de a greși, de a încerca, de a face experiențe. Modulul multimedia se adaptează ritmului de progres al cursantului, repetând dacă este necesar sau, din contră, trecând rapid mai departe dacă nu este nevoie de aprofundare.

Fie că este vorba despre fotografie digitală, *web design* sau programare, grafică în mișcare sau pur și simplu lucru în *Excel*, se pot dobândi abilități necesare obținerii unui avantaj competitiv cu un simplu video tutorial online. Succesul multimedia în instruire se datorează și faptului că este posibilă adaptarea unor strategii și practici pedagogice care și-au dovedit deja valențele. Una dintre metodele de concepere a unei instruirii performante și eficiente presupune descompunerea procesului educativ într-o succesiune de „situații pedagogice”. Termenul de „situație pedagogică” este folosit aici pentru a desemna faptul că persoana instruită este pusă într-o situație precisă, bine determinată, corespunzând unui obiectiv elementar fixat de către instructor.

Printre situațiile pedagogice adesea evocate, multimedia este eficientă cu precădere în cazurile următoare:

- stimularea și motivarea cursantului;
- achiziția de cunoștințe și consolidarea lor;
- evaluarea și controlul;
- rezolvarea problemelor;
- sintezele;
- exercițiile;
- antrenamentul (exercițiile repetitive pentru formarea automatismelor).

Aceste situații pot fi asociate cu diverse demersuri pedagogice fiind la alegerea proiectantului unui modul de instruire multimedia:

- învățarea prin „descoperire” (sau prin încercare - eroare);
- învățarea de tip „tutorial”, constând în a stabili un dialog între calculator și cel instruit sub forma unei succesiuni de întrebări - răspunsuri. Demersul este direct derivat din învățământul programat și se bazează pe o abordare analitică și didactică a conținutului instruirii;
- învățarea prin „simulare individualizată”, eficientă în diverse domenii cu condiția de a asigura modelarea cunoștințelor de transmis;
- învățarea de tip „bază de date”, în care cursantul consultă, pune întrebări, caută informații pentru a rezolva o problemă;
- abordarea „ludică”: apelarea la joc în procesul de instruire asigură adesea un aport apreciabil, pentru a face conținutul mai puțin arid și a pune cursanții în condițiile celei mai bune receptivități.

Indiferent de abordarea aleasă, folosirea multimedia în instruire permite reducerea timpului de formare profesională. Cursantul care folosește un produs multimedia este realmente activ, ceea ce permite o înțelegere mai bună și o asimilare mai rapidă. Formarea de o manieră interactivă este, în general densă, fără timpi morți, în concordanță cu programul personal.

Aplicațiile multimedia în domeniul învățării asistate de calculator reflectă schimbările din tehnologie. Ca urmare a rapidei deprecieri a informației, învățarea continuă este o condiție a competitivității oricărei organizații. „*Computer based training*” a devenit în contextul actual o componentă majoră a sistemelor multimedia. Pentru a înțelege impactul acestui sistem de instruire trebuie cunoscut faptul că aportul calculatorului este major în procesul de căutare, regăsire și redare a informației.

Această metodă depinde nu numai de calitatea calculatorului, ci și de condiția pedagogică asumată la nivelul programelor elaborate special pentru:

- conștientizarea valorii interactive a informației alese;
- sistematizarea rapidă a unui volum mare de informații;
- difuzarea eficientă a unor informații esențiale solicitate de un număr ridicat de participanți la actul didactic;
- individualizarea reală și completă a învățării, adaptabilă la ritmul fiecărui “elev” prin „asistență pedagogică” imediată, realizată sau realizabilă de n ori cu ajutorul calculatorului;
- stimularea capacității profesorului de „a deveni un adevărat educator, ghid și animator, evaluator și îndeosebi formator preocupat de cultivarea atitudinilor superioare”.

Valoarea instruirii programate constă în faptul că, prin organizarea procesului de învățare, principiile didactice (al însușirii conștiente și active, al sistematizării și continuității, al accesibilității și însușirii temeinice a cunoștințelor) acționează concomitent și în fiecare moment al activității cu programa, stimulând formarea și dezvoltarea capacităților intelectuale, precum și deprinderi de muncă independentă. De asemenea, se reduc în mod simțitor timpul necesar însușirii cunoștințelor și redundanța inerentă procesului de transmitere a informațiilor.

Avantajele utilizării multimedia sunt resimțite în educație, instruire sau comunicare în afaceri. O parte dintre acestea sunt:

- costuri mai mici pentru instruire;
- instruirea mai eficientă;
- productivitatea îmbunătățită a angajaților.
- Sistemele informatice multimedia oferă următoarele beneficii și avantaje:
- reducerea semnificativă de spațiu și timp necesar afișării, stocării, încărcării și accesării unui document livrat electronic, nu pe hârtie;
- creșterea productivității prin eliminarea posibilităților de pierdere a unui fișier prin utilizarea indexării automate (facilitate oferită de sistemul de administrare a datelor);
- acces simultan la un același fișier pentru mai mulți utilizatori concomitent;
- creșterea fluxului de informații multidimensionale în cadrul unei organizații;
- reducerea de timp și bani pentru fotocopierea și distribuția clasică a copiilor multiple pe hârtie;
- facilitatea unor cereri de răspunsuri rapide și corecte la solicitările de informații utilizând interacțiunea vizuală stocată;
- conversia informației de pe suport hârtie într-o resursă strategică ușor de administrat care poate fi cu ușurință inclusă în alte rapoarte și/sau documente.

În instruirea asistată de calculator rolul esențial îi revine totuși instructorului. Pe lângă o serie de avantaje, această modernă și eficientă formă de învățare are și anumite limite:

- individualizarea excesivă a învățării duce la negarea dialogului și la izolarea actului de învățare în contextul său psihosocial;

- segmentează și atomizează prea mult materialul de învățat;
- poate duce spre „tutelare”, dirijând pas cu pas activitatea mentală a subiectului și, prin aceasta, împiedicându-l să-și dezvolte capacitățile creatoare;
- costurile pot fi prea mari (în funcție de numărul de angajați și de materialele necesare);

Instruirea programată prezintă, datorită formalizării procesului de instruire, și pericolul formalismului și al standardizării cunoștințelor. Cu toate acestea, integrarea noilor tehnologii – dependente de capacitatea de asistență pedagogică a calculatorului – în structura de acțiune specifică metodei didactice conferă activității cursantului un caracter reactiv și proactiv, în raport cu informația vehiculată, cu timpul real de învățare, cu valoarea formativă a cunoștințelor dobândite.

## Concluzii

Resursele umane constituie elementul creator, activ și coordonator al activității din cadrul organizațiilor, ele influențând decisiv eficacitatea utilizării resurselor materiale, financiare și informaționale. A descrie oamenii ca fiind resurse le subliniază importanța și arată faptul că managementul lor cere nivele înalte de preocupare sinceră față de oameni, atenție și profesionalism.

Pe măsură ce organizațiile se dezvoltă au de-a face cu o serie de aspecte esențiale ale managementului resurselor umane. Managerii creează un plan de atragere și reținere a persoanelor cu abilitățile de care are nevoie organizația. Implementarea planului presupune recrutarea, selecția, integrarea, instruirea, recompensarea, alegerea beneficiilor celor mai potrivite și evaluarea permanentă a performanțelor, pentru a se verifica dacă sunt atinse obiectivele organizaționale. Prin urmare, inițierea și desfășurarea cu succes a activităților diferitelor organizații depind într-o măsură covârșitoare de gradul în care este înțeles, motivat și coordonat factorul uman.

Dezvoltarea resurselor umane implică un proces de instruire a oamenilor pentru a îndeplini sarcinile de care este nevoie în organizație. Problema constă însă în recunoașterea tipului de instruire de care angajații au nevoie. Toate deciziile de instruire trebuie să țină cont de motivarea angajatului supus formării.

Pregătirea profesională dă rezultate numai dacă se bazează pe o analiză atentă și realistă a necesităților unei organizații. Succesul pregătirii profesionale depinde de măsura în care se știe *ce trebuie făcut?, de ce?, pentru cine? și în ce mod?* Pregătirea profesională este un proces de instruire pe parcursul căruia participanții dobândesc cunoștințe teoretice și practice necesare desfășurării activității lor. În activitatea zilnică, persoanele care sunt bine pregătite profesional, indiferent de funcția pe care o îndeplinesc, sunt preferate și recompensate corespunzător. Pregătirea profesională nu se măsoară prin numărul diplomelor de absolvire sau a atestatorilor obținute, deși și acestea își au importanța lor. Măsurarea acesteia este mult mai dificilă pentru că pregătirea se obține pe căi diferite, fiind influențată de o serie de factori.

Prin formare se urmărește dezvoltarea unor capacități noi, în timp ce prin perfecționare se vizează îmbunătățirea capacității existente. Noțiunea de formare profesională include, după unii autori, calificarea profesională, perfecționarea, specializarea, formarea prin experiență și informarea profesională. Perfecționarea poate fi considerată și ca stadiu al formării care constă în acumularea cunoștințelor referitoare la profesia de bază. Formarea și perfecționarea profesională se întrepătrund, uneori fiind dificil de apreciat dacă anumite activități sunt de formare sau de perfecționare. Experiența acestor două procese este în funcție de preocuparea pentru aplicarea în practică a ceea ce s-a învățat.

Deși managementul resurselor umane și-a îmbogățit permanent conținutul și și-a lărgit continuu sfera de cuprindere, creșterea competiției la nivel internațional și intensificarea procesului de globalizare amplifică importanța managementului resurselor umane, determinând apariția necesității de a ține seama într-o măsură din ce în ce mai mare de dimensiunile

## PERFEȚIONAREA PREGĂTIRII PROFESIONALE

internaționale ale acestuia. Extinderea activității companiilor la nivel internațional presupune creșterea complexității acțiunilor pe care le desfășoară, dar mai ales dezvoltarea și diversificarea instrumentelor de management al resurselor umane pe care acestea le utilizează pentru a gestiona variabilele culturale, economice și instituționale care le influențează activitatea, la nivelul fiecărei țări. Toate aceste evoluții determină regândirea rolului strategic al resurselor umane în cadrul unei companii, acestea fiind abordate ca principalul avantaj competitiv de care dispun organizațiile.

**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. Formarea profesională:
  - a. urmărește dezvoltarea unor capacități noi
  - b. constă în acumularea cunoștințelor referitoare la profesia de bază
  - c. dezvoltă aptitudinile fizice și intelectuale
  - d. dezvoltă capacitatea de muncă la un anumit nivel de calificare
2. Pregătirea inițială sau formarea profesională este un proces educațional care are ca obiectiv:
  - a. extinderea și îmbogățirea cunoștințelor
  - b. policalificarea
  - c. obținerea unei meserii cu profil larg
  - d. dezvoltarea în profunzime a capacității individuale
3. Criteriile folosite în evaluarea pregătirii profesionale variază în funcție de:
  - a. performanțele realizate
  - b. productivitate
  - c. nivelul rebuturilor
  - d. obiectivele și specificul programelor și categoriile de personal vizate
4. Metodele de pregătire profesională în cadrul funcției se realizează de către:
  - a. șefii de echipă
  - b. angajații cu experiență, supervizori și manageri
  - c. instructori
  - d. ucenici
5. Pregătirea internă este o formă de pregătire:
  - a. în cadrul funcției
  - b. în afara funcției
  - c. în cadrul uceniciei
  - d. prin intermediul unor firme de specialitate
6. Instruirea programată constă în:
  - a. instruirea cursantului prin interacțiunea om-computer
  - b. cursuri și prezentare de lecții
  - c. orientarea autoînvățării, care prevede studiul, învățarea pas cu pas și confirmarea ei imediată
  - d. învățarea emoțională și comportamentală
7. Reacția, ca nivel de evaluare a pregătirii reprezintă:
  - a. modificările survenite în comportament ca urmare a programului urmat
  - b. măsurarea efectelor pregătirii
  - c. compararea rezultatelor
  - d. agrearea de către cursanți a programului de pregătire
8. Motivația intrinsecă constă în:
  - a. angajarea și interesul persoanei pentru îmbogățirea cunoștințelor
  - b. primirea unei recompense
  - c. evitarea unei sancțiuni
  - d. respectarea disciplinei muncii

9. Din ceea ce văd, aud și fac oamenii rețin:
- a. 80%
  - b. 35%
  - c. 75%
  - d. 50%
10. Abordarea "ludică" înseamnă:
- a. abordarea directă a problemelor
  - b. apelarea la jocuri în procesul de instruire
  - c. stabilirea unui dialog om-computer sub forma unei succesiuni de întrebări și răspunsuri
  - d. căutarea de informații pentru rezolvarea unei probleme

Răspunsuri corecte: 1A, 2C, 3D, 4B, 5A, 6C, 7D, 8A, 9C, 10B

## CAPITOLUL 4

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

## 4.1. Rezistoare electrice

REZISTOARELE sunt elemente pasive de circuit electric a căror funcționare se bazează pe proprietatea tuturor materialelor conductoare de a opune o rezistență la trecerea curentului electric printre ele.

Aceasta mărime electrică este definită prin legea lui Ohm:

$R=U/I$  unde:

R – valoarea rezistenței rezistorului măsurată în ohmi ( $\Omega$ );

U – tensiunea electrică aplicată la bornele rezistorului, în volți [V];

I – valoarea intensității curentului ce trece prin rezistor, în amperi [A].

Rezistența electrică se poate determina în funcție de material:  $R = \rho \frac{l}{S}$

în care  $\rho$  este rezistivitatea materialului

l este lungimea conductorului

S este secțiunea conductorului

REZISTOARELE sunt folosite pentru a regla valoarea curentului într-un circuit, atât în domeniul curenților tari, cât și în cel al curenților slabi.

## Clasificarea rezistoarelor:

- Rezistoare pentru curenți slabi - bobinate
  - chimice
  - potențiometre
  - rezistoare neliniare
- Rezistoare pentru curenți tari:
  - rezistoare fixe – din fontă
    - din tablă stanțată
    - din bandă
  - rezistoare reglabile – reostate – cu cursor
    - cu ploturi
    - cu rezistoare din lichid

## Reprezentare convențională:

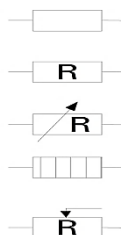


Fig. 4.1

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

### Marcarea rezistoarelor:

- REZISTOARE PENTRU CURENȚI SLABI
  - CODUL DE CULORI: cuprinde patru benzi de culori, primele trei benzi reprezentând valoarea rezistenței, iar a patra - toleranța.
  - CODUL DE LITERE ȘI CIFRE: cuprinde trei sau patru caractere, două cifre și o literă sau trei cifre și o literă; literele folosite sunt: R, k, M, G, T care reprezintă coeficienții de multiplicare: R-x1, k-x10<sup>3</sup>.  
EXEMPLU de notare: 2k5 – 2,5kΩ sau 2500Ω  
25R - 25Ω
- REZISTOARE PENTRU CURENȚI TARI  
Se marchează cu valori: rezistența nominală, curentul de sarcină maxim și tensiunea nominală.

### CODUL CULORILOR PENTRU REZISTOARE

#### REZISTOARE MARCATE CU 4 CULORI

- banda 1 - prima cifra semnificativă  
banda 2 - a doua cifra semnificativă  
banda 3 - ordinul de multiplicare  
banda 4 - toleranța

culoarea	banda 1	banda 2	banda 3	banda 4
Negru	0	0	x 1	
Maro	1	1	x 10	
Rosu	2	2	x 100	
Portocaliu	3	3	x 1,000	
Galben	4	4	x 10,000	
Verde	5	5	x 100,000	
Albastru	6	6	x 10 <sup>6</sup>	
Violet	7	7	x 10 <sup>7</sup>	
Gri	8	8	x 10 <sup>8</sup>	
Alb	9	9	x 10 <sup>9</sup>	
Auriu			x 0.1	5%
Argintiu			x 0.01	10%
fără culoare				20%


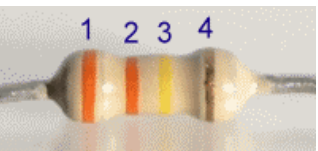


## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

OBS:

- 1) pentru toleranta de 20% exista practic doar trei inele colorate marcate pe rezistor.
- 2) citirea se face începând cu banda cea mai apropiata de unul dintre terminale.

Exemple de rezistoare marcate cu 4 inele colorate:

rezistor <b>82 Ω</b> , toleranta <b>5%</b>		banda 1 [ gri ] -> 8 banda 2 [roșu] -> 2 banda 3 [negru] -> x1 => <b>valoarea</b> 82x1 = 82 ohm banda 4 [auriu] -> <b>toleranta</b> 5%
rezistor <b>330 kΩ</b> , toleranta <b>5%</b>		banda 1 [portocaliu] -> 3 banda 2 [portocaliu] -> 3 banda 3 [galben] -> x10,000 => <b>valoarea</b> 33x10,000 =330 kohm banda 4 [maro] -> <b>toleranta</b> 5%



### REZISTOARE MARCATE CU 5 CULORI

- banda 1 - prima cifra semnificativa
- banda 2 - a doua cifra semnificativa
- banda 3 - a treia cifra semnificativa
- banda 4 - ordinul de multiplicare
- banda 5 – toleranța

culoarea	banda 1	banda 2	banda 3	banda 4	banda 5
Negru	0	0	0	x 1	
Maro	1	1	1	x 10	1%
Roșu	2	2	2	x 100	2%
Portocaliu	3	3	3	x 1,000	
Galben	4	4	4	x 10,000	
Verde	5	5	5	x 100,000	0.50%
Albastru	6	6	6	x 10 <sup>6</sup>	0.25%
Violet	7	7	7	x 10 <sup>7</sup>	0.10%
Gri	8	8	8	x 10 <sup>8</sup>	0.05%
Alb	9	9	9	x 10 <sup>9</sup>	
Auriu				x 0.1	5%
Argintiu				x 0.01	10%

# DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

Exemple de rezistoare marcate cu 5 inele colorate :

rezistor <b>30 kΩ</b> , toleranta <b>1%</b>		banda 1 [ portocaliu ] -> 3 banda 2 [negru] -> 0 banda 3 [negru] -> 0 banda 4 [roșu] ->x100=> <b>valoarea</b> 300x100 = 30,000 ohm (30 kohm) banda 5 [maro] -> <b>toleranta</b> 1%
Rezistor <b>1.96 kΩ</b> , toleranta <b>1%</b>		banda 1 [maro] -> 1 banda 2 [alb] -> 9 banda 3 [albastru] -> 6 banda 4 [maro] -> x10 => <b>valoarea</b> 196x10 =1960 ohm = 1.96 kohm banda 5 [maro] -> <b>toleranta</b> 1%

## Asocierea rezistoarelor

Rezistoarele pot fi legate în SERIE, PARALEL sau MIXT.

### MONTAJ SERIE



Fig. 4.2

Într-un montaj serie:

- Tensiunea la bornele ansamblului este egală cu suma tensiunilor existente la bornele fiecărui rezistor.
- Aceeași intensitate de curent străbate toate rezistoarele.
- $R_s$  mai mare decât cea mai mare rezistență din gruparea serie.

### RELAȚIA DE CALCUL A REZISTENȚEI ECHIVALENTE:

$$R_{ech} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Rezistența echivalentă este egală cu suma rezistențelor componente.

### MONTAJ PARALEL

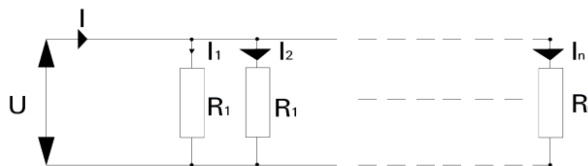


Fig. 4.3

**Într-un montaj paralel:**

- Intensitatea absorbită de ansamblu este egală cu suma intensităților absorbite de fiecare rezistor;
- Toate rezistoarele sunt supuse la aceeași tensiune.
- $R_p$  mai mică decât cea mai mică rezistență din gruparea paralel.

**RELATIA DE CALCUL A REZISTENȚEI ECHIVALENTE:**

$$1/ R_{ech} = 1/R_1+1/R_2+.....+1/R_n$$

Inversa rezistenței echivalente este egală cu suma inverselor rezistențelor componente.

**4.2. Surse de curent continuu**

O sursă reală de tensiune (fig. 4.4) este un generator care are rezistența internă  $r_1$  diferită de zero.

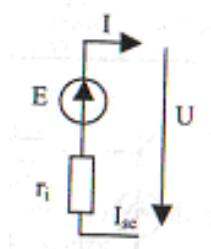


Fig. 4.4

Tensiunea electromotoare E a unei surse este egală cu tensiunea electrică de mers în gol. La funcționarea în gol ( $I = 0$ ) rezultă  $U_0 = E$ . La funcționarea în scurtcircuit ( $U_0 = 0$ ), rezultă curentul de scurtcircuit:

$$I_{sc} = E/ r_1.$$

Caracteristica curent – tensiune pentru o sursă reală de tensiune este o dreaptă (fig. 4.5).

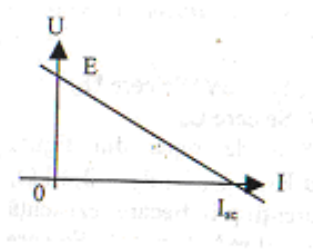


Fig. 4.5

În schemele electrice, generatoarele se reprezintă astfel: surse de tensiune continuă (fig. 4.6.a, 4.6.b) și sursa de tensiune continuă ajustabilă (4.6.c);

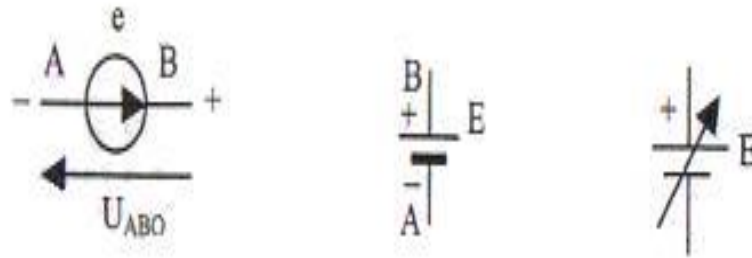
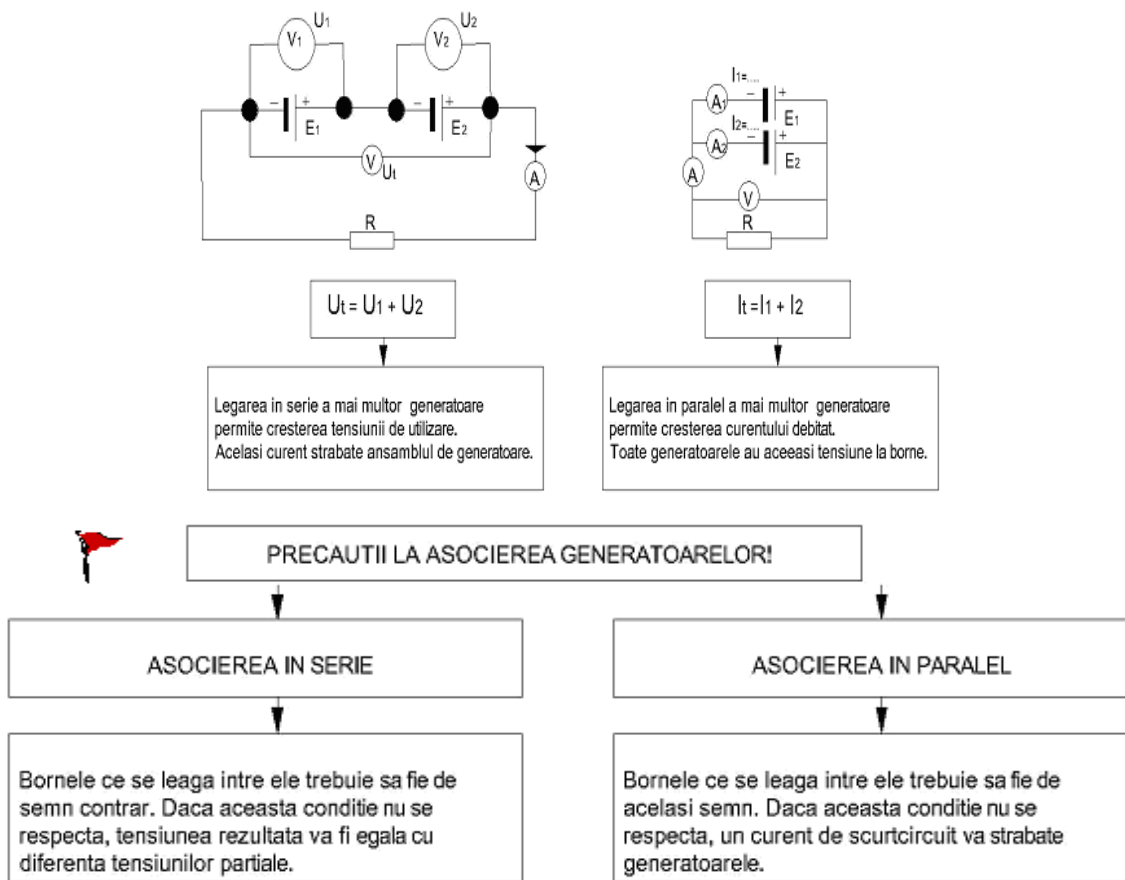


Fig. 4.6. a

b

c

Legarea surselor de curent continuu



**4.3. Legile electrocineticii**

**Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit**

Intensitatea curentului care trece printr-un rezistor este direct proporțională cu tensiunea electrică dintre capetele acestuia și invers proporțională cu rezistența rezistorului

$$I = \frac{U}{R}, \text{ unde:}$$

**R** – valoarea rezistenței rezistorului măsurată în ohmi ( $\Omega$ );

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

**U** – tensiunea electrică aplicată la bornele rezistorului, în volți [**V**];

**I** – valoarea intensității curentului ce trece prin rezistor, în amperi [**A**].

### Legea lui Ohm pentru un circuit simplu

Intensitatea curentului într-un circuit simplu este proporțională cu t.e.m. a generatorului și invers proporțională cu rezistența totală a circuitului.

$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{E}{R + r}, \text{ unde:}$$

**R<sub>t</sub>** – valoarea rezistenței totale a circuitului măsurată în ohmi (**Ω**);

**E** – tensiunea electromotoare a generatorului real, în volți [**V**];

**r** – valoarea rezistenței interne a generatorului, în ohmi [**Ω**].

### Legea transformării energiei în conductoarele parcurse de curent- Legea lui Joule

La trecerea unui curent electric de intensitate **I** printr-un conductor electric de rezistență **R**, într-un interval de timp  $\Delta t$ , se dezvoltă căldura:

$$Q = RI^2 \Delta t$$

Căldura dezvoltată în unitatea de timp, numită putere Joule sau putere electrică disipată, este:

$$P_J = P_d = \frac{Q}{\Delta t} = RI^2$$

Unitatea SI de putere este wattul (**W**)

### Teoremele lui Kirchhoff

*Teorema I lui Kirchhoff* se aplică curenților într-un nod al unui circuit electric:

Teorema I a lui Kirchhoff poate fi enunțată astfel: *Suma algebrică a intensităților curenților din laturile care se ramifică dintr-un nod al unui circuit de curent continuu este nulă:*

$$\sum_{k=1}^N \pm I_k = 0$$

I1 ↘ NOD

I2 → ● → I01

I3 ↗ ↘ I02

*Nod de rețea*

*Teorema a II-a lui Kirchhoff* se aplică tensiunilor pe un ochi de circuit electric.

Teorema a II-a a lui Kirchhoff poate fi enunțată astfel:

- *Suma algebrică a tensiunilor la bornele laturilor ce alcătuiesc un ochi de rețea este nulă:*

$$\sum_{k=1}^N \pm U_k = 0$$

- *Suma algebrică a t.e.m. ale surselor din laturile unui ochi de rețea este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune pe rezistoarele laturilor:*

$$\sum_{k=1}^N \pm E_k = \sum_{k=1}^N \pm R_k I_k$$

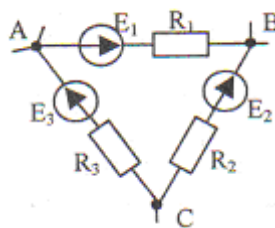


Figura 4.7 Ochi de rețea

## 4.4. Bobine

Prin bobină se înțelege un element de circuit format dintr-un conductor electric astfel înfășurat, încât să formeze una sau mai multe spire.

Bobina ideală este un element de circuit care se caracterizează numai prin mărimea fizică numită **inductanță sau inductivitate**.

- Într-un circuit de curent continuu o bobină ideală nu înmagazinează energie electrică și nu transformă energia electromagnetică prin efect Joule: unica sa funcție este aceea de a înmagazina energie magnetică și este complet caracterizată prin mărimea **inductanță**.
- Bobina reală se caracterizează prin mărimile  $L$ ,  $C$  și  $R$ . Efectul Joule este prezent, direct proporțional cu valoarea rezistenței bobinei.

### Parametrii bobinelor:

- **Tensiunea nominală**  $U_n$  este tensiunea maximă pentru care se dimensionează izolația bobinei.
- **Rezistența**  $R$  a bobinei este o mărime care se poate evidenția din legea lui Ohm, dacă bobina este alimentată cu tensiune continuă.
- **Inductanța proprie** a bobinei  $L$  depinde de dimensiunile acesteia, de numărul de spire și de materialul miezului magnetic, conform relației  $L = \mu N^2 \frac{A}{l}$  sau de fluxul magnetic și

de curentul care străbate bobina  $L = \frac{\Phi}{i}$

- Simboluri grafice pentru bobine:



### Clasificarea bobinelor:

- *După domeniul de utilizare:*
  - bobine pentru cureni slabi (telecomunicații, automatizări)
  - bobine pentru cureni tari (declanșatoare, electromagneți, transformatoare, bobine de reactanță)
  - bobine de inducție (aparate electromedicale, aprinderea amestecurilor explozive)
- *După construcție:*
  - bobine fără carcasă, când numărul spirelor este mic și grosimea conductorului suficientă pentru a asigura rigiditatea bobinei, uneori realizate direct pe miezul magnetic.

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- bobine cu carcasă, din materiale stratificate (pertainax, textolit), din materiale termoplastice și termorigide (bachelita, melamina, poliester sau din ceramică/porțelan)

- *După formă:*
  - bobine cilindrice
  - bobine paralelipipedice
  - bobine toroidale
- *După frecvența de utilizare:*
  - bobine de joasă frecvență
  - bobine de înalta frecvență (radiofrecvență)
  - bobine de audiofrecvență

Materialele din care se execută bobinele se pot împărți în:

- Materiale electroconductoare (Cu, Al);
- Materiale electroizolante;
- Materiale auxiliare.

### 4.5. Condensatoare

Condensatorul electric este un dispozitiv a cărui funcționare se bazează pe proprietatea înmagazinării unei cantități de electricitate.

Condensatorul este format din două armături conductoare separate între ele printr-un material electroizolant numit dielectric.

Mărima fizică care definește un condensator este CAPACITATEA ELECTRICĂ.

$$C = \frac{Q}{U} \text{ unde:}$$

C – capacitatea condensatorului, Farad [F];  
Q – cantitatea de electricitate, Coulomb [C];  
U – tensiunea electrică, volt [V].

Capacitatea unui condensator este funcție de suprafața armăturilor, de distanța dintre ele și proprietățile dielectricului definite prin constanta dielectrică sau permitivitatea materialului.

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$
$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$$

unde:

$\varepsilon$  – permitivitatea absolută a materialului (constant dielectrică), în F/m;  
 $\varepsilon_0$  – permitivitatea dielectrică a vidului =  $8,85 \cdot 10^{-12}$ , [C<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>]  
 $\varepsilon_r$  – permitivitatea dielectrică relativă a mediului  
d – distanța dintre armături, în m  
S – suprafața armăturilor, în m<sup>2</sup>

#### Parametrii condensatoarelor:

- **CAPACITATEA NOMINALĂ:** **Cn**, [F] – respectiv capacitatea la care este realizat condensatorul și este înscrisă pe corpul acestuia.
- **TOLERANȚA:** **t**, [%] – abaterea maximă a valorii reale a capacității față de valoarea ei nominală.

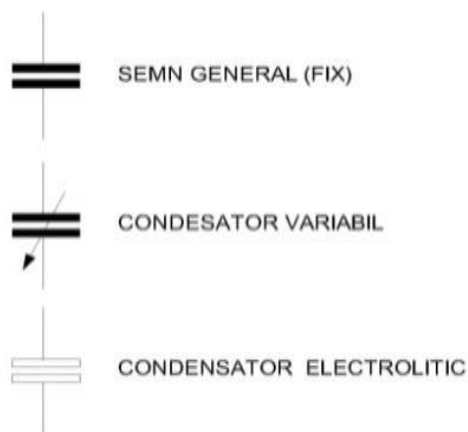
## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- **TENSIUNEA NOMINALĂ:  $U_n$ , [V]** – este tensiunea continuă maximă sau tensiunea efectivă maximă care poate fi aplicată continuu la terminalele condensatorului în gama temperaturilor de lucru.
- **REZISTENȚA DE IZOLAȚIE:  $R_{iz}$ , [ $\Omega$ ]** – raportul dintre tensiunea continuă aplicată unui condensator și curentul electric care îl străbate, la un minut de la aplicarea tensiunii.
- **TANGENTA UNGHIIULUI DE PIERDERI:  $tg\delta$**  – raportul dintre puterea activă  $P_a$ , care se disipă pe condensator și puterea reactivă,  $P_r$ , a acestuia, măsurate la frecvența la care se măsoară capacitatea nominală.

### Clasificare:

- *După natura dielectricului:*
  - cu dielectric – gazos (vid, aer, gaz)
  - lichid (ulei)
  - solid – anorganic (mică, sticlă, ceramică)
  - organic (hârtie, lac,)
- *după construcție:*
  - fixe
  - variabile
  - semireglabile
- *după regimul de lucru:*
  - condensatoare pentru curent continuu
  - condensatoare pentru curent alternativ
- *după tensiunea de lucru:*
  - condensatoare de joasă tensiune (SUB 100V)
  - condensatoare de înaltă tensiune (PESTE 100V)
- *după material:*
  - ceramice
  - carcasa metalică

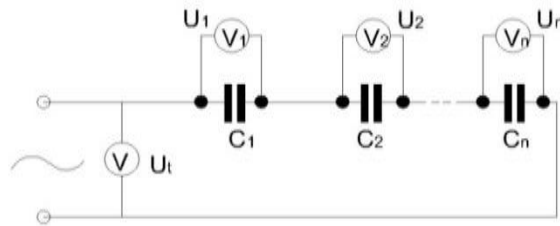
### Reprezentare convențională





**Asocierea condensatoarelor**

1. Asocierea serie



$$U_t = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

In cazul condensatoarelor conectate in serie CANTITATEA DE ELECTRICITATE inmagazinata in ansamblul condensatoarelor este egala cu cantitatea de electricitate inmagazinata in fiecare condensator in parte.

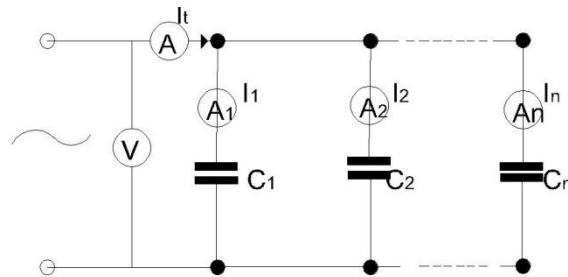
$$Q_t = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

Capacitatea echivalentă a ansamblului este:

$$\frac{1}{c_e} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots + \frac{1}{c_n}$$

Inversa capacității echivalente este egală cu suma inverselor capacităților.

Asocierea paralel



$$I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

In cazul conectarii condensatoarelor cantitatea de electricitate inmagazinata in ansamblul condensatoarelor este egala cu suma cantitatilor de electricitate inmagazinate in fiecare condensator in parte.

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

Capacitatea echivalentă a ansamblului este:

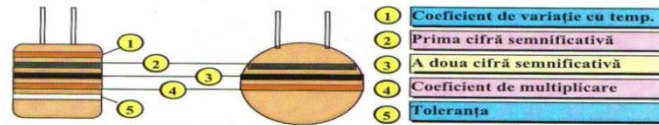
$$C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Capacitatea echivalentă este egală cu suma capacităților componente.

Marcarea condensatoarelor

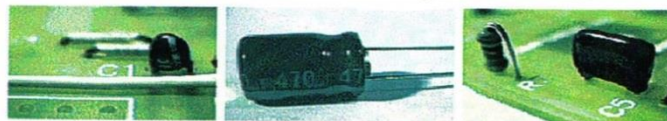
- Codul culorilor
- Cod de litere și cifre

**Marcarea condensatoarelor**



Culoare	Coef. de variație cu temp.	Cifra semnificativă	Coeficient de multiplicare		Toleranța	
			Condens. ceramice	Condens. cu hârtie	C < 10pF	C > 10pF
Black	0	0	1	1	±2%	±20%
Brown	-33	1	10	10	±0,1%	±1%
Orange	-75	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	±0,25%	±2%
Yellow	-150	3	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	-	±2,5%
Green	-220	4	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	-	±100%
Blue	-330	5	10 <sup>5</sup>	-	±0,5%	±5%
Purple	-470	6	-	-	-	-
Grey	-750	7	-	-	-	-
White	-2200	8	10 <sup>-2</sup>	-	-	-
Alb	+120	9	10 <sup>-1</sup>	-	±1%	±10%
Auriu	+100			10 <sup>-1</sup>	-	
Argintiu						

ALTE TIPURI DE CONDENSATOARE ȘI MARCAREA LOR



**4.6. Circuite compuse de curent alternativ**

**4.6.1. Circuitul R-L serie**

Se consideră un circuit *RL* serie, alimentat de la o sursă de tensiune alternativă sinusoidală, a cărei tensiune este descrisă de expresia:

$$e(t) = E \sin (\omega t)$$

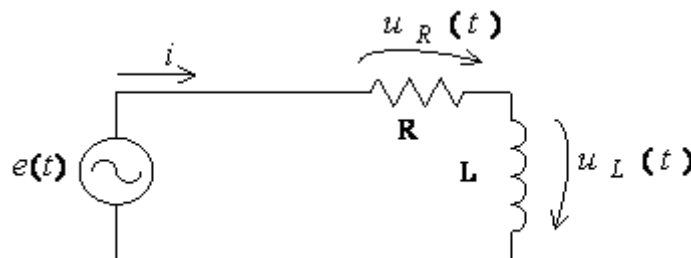


Figura 4.8 Schema circuitului RL serie

Aplicând Teorema a II-a a lui Kirchhoff, suma tensiunilor la bornele rezistorului și inductanței, este egală cu tensiunea sursei:

$$e(t) = u_R(t) + u_L(t)$$

$$\begin{aligned}\bar{E} &= R \bar{I} + j\omega L \bar{I} \\ &= (R + j\omega L) \bar{I}\end{aligned}$$

în care  $R + j\omega L$  reprezintă impedanța complexă a rezistenței înseriate cu inductanța.

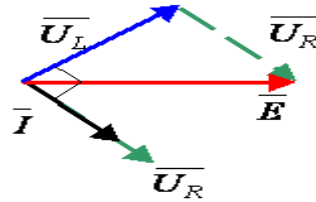


Figura 4.9 Diagrama fazorială a circuitului RL serie

- Amplitudinea complexă  $\bar{U}_R$  este colineară cu  $\bar{I}$ , ceea ce înseamnă că tensiunea la bornele rezistorului și curentul ce îl străbate, sunt în fază.
- Amplitudinea complexă  $\bar{U}_L$  este în avans cu  $\frac{\pi}{2}$  față de  $\bar{I}$ , ceea ce înseamnă că tensiunea la bornele bobinei este în avans cu  $\frac{\pi}{2}$  față de curentul ce o parcurge.
- Curentul este defazat în urma tensiunii la borne cu unghiul  $\varphi$  și are valoarea efectivă  $I=E/Z$ . Expresia instantanee a curentului este:

$$i = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \sqrt{2} \sin\left(\omega t - \arctg \frac{\omega L}{R}\right)$$

- Defazajul circuitului:  $\varphi = \arctan \frac{\omega L}{R}$
- Impedanța circuitului:  $Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$
- Puterea activă, disipată în rezistor:  $P=RI^2$
- Puterea reactivă a circuitului:  $Q=\omega LI^2$
- Puterea aparentă:  $S=\omega I^2 L$

#### 4.6.2. Circuitul R-C serie

Se consideră un circuit  $RC$  serie, alimentat de la o sursă de tensiune alternativă sinusoidală, a cărei tensiune este descrisă de expresia  $e(t) = E \sin(\omega t)$ .

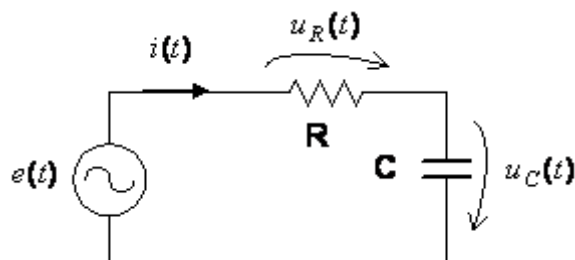


Figura 4.10. Schema circuitului RC serie

Aplicând Teorema a II-a a lui Kirchoff, suma tensiunilor la bornele rezistorului și condensatorului, este egală cu tensiunea sursei:

$$e(t) = u_R(t) + u_C(t)$$

$$\bar{E} = R \bar{I} + \frac{1}{j\omega C} \bar{I} = \left( R - j \frac{1}{\omega C} \right) \bar{I}$$

în care  $R - j \frac{1}{\omega C}$  reprezintă impedanța complexă a rezistenței înseriate cu condensatorul.

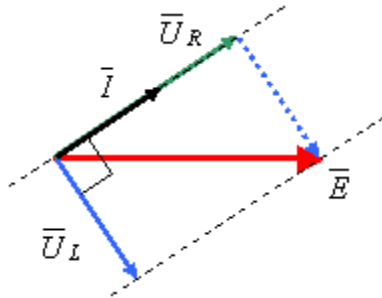
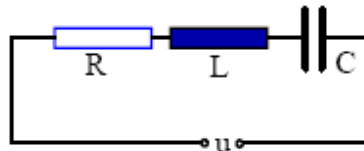


Figura 4.11. Diagrama fazorială a circuitului RC serie

#### 4.6.3. Circuitul R-L-C serie

Se consideră un circuit format dintr-un rezistor cu rezistența R, o bobină cu inductanța L și un condensator cu capacitatea C, legate în serie la capetele circuitului aplicându-se o tensiune alternativă.



La bornele rezistorului apare o cădere de tensiune  $U_R = I \cdot R$  în fază cu intensitatea I.

La bornele bobinei apare o cădere de tensiune  $U_L = I \cdot X_L$  defazată cu  $\pi/2$  înaintea intensității I.

La bornele condensatorului apare o cădere de tensiune  $U_C = I \cdot X_C$  defazată cu  $\pi/2$  în urma intensității I.

Valorile instantanee ale tensiunii și intensității curentului alternativ se scriu:

$$u = U_{\max} \cdot \sin \omega t$$

$$i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$

$$U_R = I \cdot R$$

$$U_L = I \cdot X_L$$

$$U_C = I \cdot X_C$$

Impedanța circuitului RLC serie:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

unde  $X_L = \omega L =$  reactanța inductivă

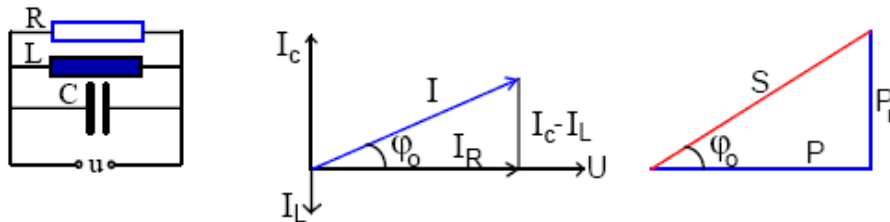
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \text{reactanța capacitivă}$$

Defazajul dintre tensiunea la bornele circuitului RLC serie și intensitatea curentului alternativ :

$$\text{tg } \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

#### 4.6.4. Circuitul R-L-C paralel

Gruparea elementelor R, L, C în așa fel încât tensiunea la bornele lor să fie comună iar curenții să fie rezultatul ramificării curentului debitat de sursa de curent alternativ, formează circuitul paralel.



Intensitățile curenților prin fiecare ramură au expresiile următoare:

$$I_R = \frac{U}{R} \quad I_L = \frac{U}{X_L} \quad I_C = \frac{U}{X_C}$$

Aplicând teorema lui Pitagora în triunghiul curenților, se obține:  $I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$ , de unde:

$$I = U \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2}$$

Legea lui Ohm este:

$$I = U \frac{1}{Z}$$

Admitanța este:

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2}$$

Defazajul curentului față de tensiune este dat de relațiile următoare:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{(I_C - I_L)}{I_R}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = R \left( \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)$$

#### 4.7. Aparate de protecție

**Siguranțele fuzibile** sunt aparatele de protecție cel mai des întâlnite în instalațiile electrice.

Ele protejează instalațiile împotriva scurtcircuitelor și întrerup circuitul protejat prin topirea unui fuzibil (fir sau banda conductoare subțire, cu secțiunea corelată cu curentul de întrerupt și cu timpul în care trebuie să se topească). Siguranțele fuzibile sunt alcătuite din trei părți distincte: *soclul, capacul și patronul fuzibil propriu-zis.*

Elementul fuzibil este realizat sub formă de fir sau bandă. Nisipul este folosit ca mediu de stingere a arcului electric.



Figura 4.12 Tipuri de siguranțe fuzibile

##### Mărimi caracteristice:

- Tensiunea nominală;
- Curentul nominal;
- Puterea disipată nominală;
- Frecvența nominală;
- Capacitatea de rupere nominală;
- Caracteristica timp de topire-curent

##### Tipuri de siguranțe fuzibile:

- *Siguranțe în tub de sticlă;*
- *Siguranțe cu filet;*
- *Siguranțe de M.P.R. de construcție specială*

**Relee de protecție** sunt aparate electrice care au rolul de a comanda deconectarea instalației electrice pe care o protejează în momentul apariției unui regim anormal de funcționare sau defect.

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE



Releele termice sunt folosite pentru protecția receptoarelor electrice la solicitările produse de suprasarcini:  $I=(1,2\dots 6)I_n$ .

Releele termice se realizează fie ca unități distincte fie ca elemente integrate.

Părțile componente ale unui relee termic cu bimetel:

- lamelele bimetalice,
- sistemul mecanic de acționare a contactelor,
- bornele de racord la circuitul exterior,
- sistemul de reglare a curentului de declanșare,
- sistemul pentru rearmare,
- borne de racord la circuitul bobinei contactorului,
- carcasa din material izolant.

**Relee electromagnetice** sunt relee de protecție care funcționează asemănător electromagneților.

Elementele principale sunt bobina și miezul magnetic format dintr-o parte fixă și o armătură mobilă basculantă sau rotitoare.



Relee de curent	Relee de tensiune
Protejează instalațiile electrice împotriva supracurentelor (suprasarcini și scurcircuituri)	Protejează instalațiile electrice împotriva scăderii tensiunii sub o anumită valoare.
Acționează prin atragerea armăturii mobile atunci când curentul prin bobina depășește o anumită valoare reglată.	Acționează prin respingerea armăturii mobile atunci când tensiunea la bornele bobinei scade sub o anumită valoare (reglată).
Bobina are număr mic de spire și conductor de secțiune mare.	Bobina are număr mare de spire și conductor de secțiune mica.

Se conectează în serie în circuit (pe o fază).	Se conectează în paralel cu circuitul.
Pot fi utilizate atât în c.c. cât și în c.a. întrucât forța electromagnetică de atracție a armăturii mobile este proporțională cu pătratul curentului ce străbate bobina.	
Reglarea curentului (tensiunii) se realizează prin modificarea forței antagoniste a resortului sau prin variația întrefierului (armătura mobilă este atrasă sau respinsă).	

## 4.8. Aparate de comutație

**Contactorul** este un aparat de comutație cu acționare mecanică, electromagnetică sau pneumatică, cu o singură poziție stabilă, capabil de a stabili, suporta și întrerupe curenții în condiții normale de exploatare ale unui circuit, inclusiv curenții de suprasarcină.

Elementele componente ale unui contactor sunt:

- Circuitul principal de curent (borne de răcitor la circuitul exterior, contacte fixe și contacte mobile).
- Circuitul de comandă (bobina electromagnetului de acționare, contactele de autoreținere și butonul de comandă).
- Circuitele auxiliare (contacte de blocare, semnalizare).
- Dispozitivele de stingere a arcului electric (camere de stingere, bobine de suflaj).
- Elemente izolante, elemente metalice, cuva de ulei cu capac, elemente de fixare, carcasa.



### Mărimi caracteristice:

- felul curentului în circuitul principal: curent continuu sau curent alternativ (cu indicarea frecvenței);
- tensiunea și curentul nominal;
- capacitatea de rupere și capacitatea de închidere;
- regimul de lucru al contactorului, caracterizat prin frecvența conectărilor și durata acestora;
- natura sarcinii din circuitul comandat.

### Tipuri constructive:

- *După felul curentului din circuitul principal (circuitul comandat):*
  - contactoare și ruptoare de curent continuu;
  - contactoare și ruptoare de curent alternativ.
- *După modul de acționarea contactelor mobile:*
  - prin electromagneți
  - cu aer comprimat
  - mecanic
- *După numărul de poli:*
  - monopolare,
  - bipolare,
  - tripolare (cele mai frecvent folosite)
  - tetrapolare



## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- *După modul de deplasare a contactelor mobile:*
  - contactoare cu mișcare de rotație (cu o singură întrerupere pe fază)
  - contactoare cu mișcare de translație
- *După mediul de stingere a aerului:*
  - contactoare cu ulei;
  - contactoare în aer.

Regimul de lucru:

- AC 1 - corespunzător sarcinilor pur rezistive (cuptoare de exemplu);
- AC 2 - corespunzător motoarelor cu inele;
- AC 3 - corespunzător motoarelor cu rotorul în scurtcircuit;
- AC 4 - corespunzător regimului de lucru cu șocuri și inversări de sens a motoarelor cu rotorul în scurtcircuit

**Înteruptoare automate de joasă tensiune** sunt echipamente de comutație și protecție capabile să închidă, să suporte și să întrerupă curenți în condiții normale prestabilite și, de asemenea, să închidă pe o durată specificată și să întrerupă curenți anormali cum sunt curenții de scurtcircuit.

Spre deosebire de contactoare, întreruptoarele automate se caracterizează prin faptul că, odată închise contactele principale, ele sunt menținute în poziția „închis” cu ajutorul unui zăvor mecanic numit „broască.”

”

**Tipuri constructive:**

- întreruptoare automate monopolare;
- întreruptoare automate tripolare comandate prin buton;
- întreruptoare automate în construcție deschisă;
- întreruptoare automate capsulate;
- întreruptoare automate limitatoare.



**Elemente componente:**

- circuitul principal de curent format din: contacte principale, contacte de rupere, bobina de suflaj magnetic, coarne de suflaj și borne de racord la circuitul exterior;
- camerele de stingere a arcului electric;
- piese izolante pentru susținerea căilor de curent și separarea fazelor;
- mecanismul de acționare și zăvorâre;
- cutia aparatului;
- elementele de protecție declanșatoare termice, declanșatoare electromagnetice instantanee sau temporizate, iar la întreruptoarele automate folosite pentru protecția motoarelor, și declanșatoare de tensiune minimă;
- elementele accesorii: bobine de declanșare, transformatoare de curent, contacte.

## 4.9. Circuite de curent alternativ de joasă tensiune (maxim 220V)

### Montarea aparatelor electrice de joasă tensiune

În realizarea circuitelor electrice trebuie avute în vedere următoarele etape:

1. Alegerea (identificarea) aparatelor electrice conform schemei și specificației de aparataj.
2. Verificarea aparatelor electrice pentru a se constata dacă sunt apte pentru montare.
3. Montarea aparatelor electrice conform schemei de montaj.

Înainte de montare trebuie verificate următoarele:

- A. Concordanța între caracteristicile nominale de lucru ale aparatelor și cele ale instalației electrice.
- B. Corespondența între regimul de funcționare dintre instalație și regimul de funcționare pentru care a fost construit aparatul (regim indicat în prospecte sau în instrucțiunile de exploatare care însoțesc aparatul).
- C. Utilizarea unui aparat cu tipul de protecție corespunzător pentru mediul de lucru existent în instalație.

În timpul executării lucrărilor de montare se vor respecta următoarele:

- a. Poziția de funcționare a aparatelor (indicată în cataloage, instrucțiuni) va fi respectată întocmai.
- b. Legăturile la bornele aparatelor se vor realiza cu conductoare de secțiune corespunzătoare curentului nominal al aparatului.
  - Folosirea conductoarelor mai subțiri provoacă încălziri ce pot depăși limitele admise
  - Folosirea conductoarelor mai groase provoacă probleme la fixarea la bornele aparatelor, forțând realizarea legăturii.
- c. Șuruburile bornelor se vor strânge bine folosind șurubelnițe sau chei adecvate.
- d. În cazul în care aparatul necesită legătura la pământ, aceasta se va face folosind conductorul indicat în acest sens și strângând bine șurubul de legătură.
- e. Aparatele (carcasele) vor fi bine fixate pe locul de montaj.
- f. Aparatele care pentru ușurarea montării necesită desfacerea în componente (ex: siguranțele fuzibile) se completează integral după fixarea elementului de bază.
- g. După montare, la aparatele de protecție (ex: relee termice, electromagnetice, întrerupătoare automate ...) se vor efectua reglajele necesare în funcție de parametrii instalației.
- h. Se verifică funcționarea “la rece”, în absența tensiunii, a dispozitivelor de acționare ale aparatelor de comutație și de protecție
- i. Se măsoară rezistența de izolație a diferitelor aparate din instalație pentru a verifica dacă este peste 10MΩ.

### Verificarea aparatelor electrice înainte de montarea în instalații

Verificarea aparatelor este o operație ce precede montarea propriu-zisă, având drept scop validarea sau invalidarea aparatului pentru montaj.

Verificarea cuprinde două mari aspecte:

1. Verificarea concordanțelor dintre caracteristicile aparatului electric ales pentru montare și caracteristicile prevăzute în documentația tehnică întocmită pentru instalația ce trebuie realizată. Acest aspect se verifică având la dispoziție unul dintre documentele următoare:
  - Specificația de aparate;
  - Fișa tehnologică;
  - Fișa de aprovizionare.

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

În această verificare se previne montarea în circuit a unor aparate care să producă:

- Nefuncționarea instalațiilor;
- Funcționarea incorectă a instalației;
- Defectarea altor aparate din instalație.

### 2. Verificarea stării generale (integrității) aparatului electric.

Starea generală a aparatelor electrice se verifică prin examinare vizuală, urmărind o anumită ordine logică (“de la exterior spre interior”):

- Carcasa;
- Placa de bază;
- Căile de curent;
- Contactele;
- Dispozitivul de acționare (manetă, buton, clapetă, electromagnet);
- Dispozitivul pentru stingerea arcului electric (acolo unde există).

Verificarea, presupune demontarea aparatului pe subansamble și verificarea elementelor componente ale fiecărui subansamblu în parte.

## 4.10. Diode semiconductoare

Diodele semiconductoare sunt dispozitive electronice formate dintr-o jonctiune pn, la extremitățile căreia sunt fixate conductoare de legătură, în contact metalic cu regiunea p, respectiv n. Contactul la regiunea p se numește anod, iar cel la regiunea n catod, trecerea curentului direct, de la anod la catod este redată prin sensul săgeții din reprezentarea convențională.

### Clasificarea diodelor

*a) după natura materialului semiconductor folosit sunt :*

- diode cu siliciu
- diode cu germaniu

*b) după tehnologia de fabricație pot exista în principiu diode :*

- cu contact punctiform
- aliate
- difuzate
- epitaxiale

*c) după utilizare se diferențiază următoarele tipuri de diode :*

- redresoare (prescurtat DR), utilizate pentru conversia de energie din curent alternativ în curent continuu
- de comutație (DC), care realizează trecerea rapidă de la starea de conducție la cea de blocare
- de semnal (DS), utilizate în circuite de extragere a informațiilor conținute într-un semnal electric, care variază în timp, ca de exemplu de detecție și amestec
- stabilizatoare de tensiune sau diode Zener (DZ), care asigură între terminalele lor o tensiune constantă, într-o gamă de curenți specificată
- varicap (DV), denumite și diode cu capacitate variabilă, la care capacitatea variază cu tensiunea aplicată
- traductoare, care cuprind: fotodiode (F), diode electroluminiscente (LED)
- speciale, incluzând diode tunel, Schottkey, Gunn

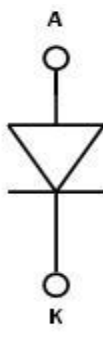



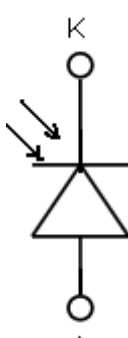
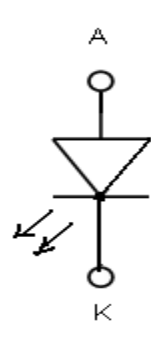
*d) după putere, diodele se pot clasifica în diode:*

- de putere mică, pentru curenți medii redresați mai mici de 3A
- de putere medie, pentru curenți cuprinși între 3A și 30A

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- de putere, pentru curenți cuprinși între 30A și 200A
- de mare putere, pentru curenți peste 200A

### Reprezentări convenționale

Dioda redresoare	Dioda stabilizatoare	Dioda tunel	Dioda varicap	Fotodioda	Dioda electroluminescentă
					

### Date de catalog

Datele de catalog cuprind în general :

- valori limită ce nu trebuie depășite în timpul funcționării
- valori recomandate de producători
- valori minime și maxime garantate pentru anumite condiții
- valori tipice, cele mai probabile valori pentru anumiți parametri

Trebuie precizat că majoritatea parametrilor de catalog sunt dați pentru o anumită temperatură a mediului ambiant ( $T_{amb}$ ) sau a joncțiunii ( $T_j$ ).

**Indicii principali** utilizați pentru mărimile electrice

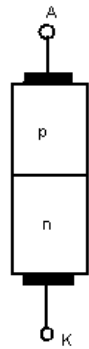
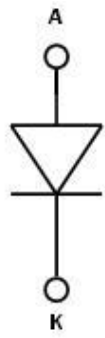
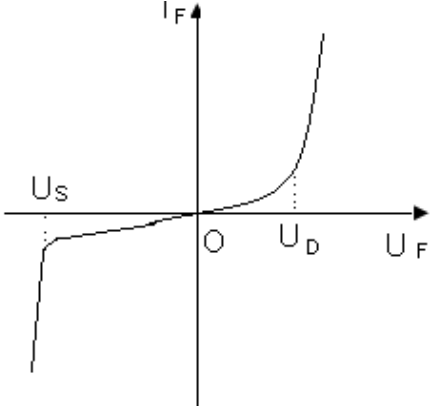
F – direct (Forward) , R – invers sau repetitiv (Reverse) ,  
H – menținere , M – valoare maximă  
S – scurtcircuit , sarcină accidentală

### Aspect fizic



Fig. 4.14. Dispozitive semiconductoare (aspect fizic)

## 1. Dioda redresoare

Structura fizică	Reprezentare convențională	Caracteristica statică
		

### Funcționare

Dioda redresoare polarizată direct (cu plusul pe anod și minusul pe catod,  $U_F > 0$ ) intră în conducție pentru valori ale tensiunii de polarizare mai mari decât tensiunea de prag (0,2 - 0,4V pentru diode cu Ge și 0,4 - 0,7V pentru diodele cu Si). Peste această valoare curentul crește foarte rapid cu tensiunea. În polarizare directă dioda prezintă o rezistență foarte mică (fracțiuni sau unități de ohm)

Dioda ideală în polarizare directă poate fi considerată comutator închis. Dioda ideală se comportă ca un comutator ideal comandat de tensiunea la borne.

La polarizare inversă (cu plusul pe catod și minusul pe anod,  $U_F < 0$ ) dioda permite trecerea unui curent rezidual foarte mic. Deoarece valoarea intensității curentului rezidual este foarte mică, putem considera cu o bună aproximație că la polarizarea inversă a diodei redresoare, între anod și catod nu circulă curent electric. Dioda ideală în acest caz poate fi considerată comutator deschis

**Observație.** Prezența unei rezistențe serie pentru limitarea curentului prin diodă este aproape obligatorie, aceasta duce și la o mai bună stabilitate cu temperatura a circuitului în cazul alimentării diodei la tensiune constantă.

### Date de catalog: parametrii specifici, mărimi limită

#### Parametrii specifici

$I_F$  - curentul direct continuu, este valoarea instantanee a curentului direct prin diodă.

$U_F$  - tensiunea continuă directă, este valoarea instantanee a tensiunii directe la bornele diodei parcurse de un curent.

$I_O$  - curentul direct continuu maxim, este curentul maxim care poate trece prin diodă în sens direct, în regim permanent, în absența oricărei componente alternative.

#### Mărimi limită:

- $U_{RRM}$  – tensiunea inversă de vârf, este valoarea cea mai mare admisibilă a tensiunii inverse în regim permanent.

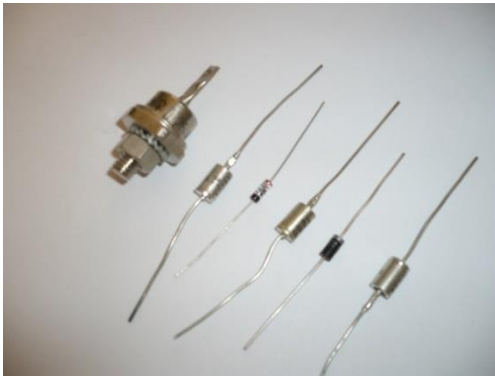
## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- IFRM -- curentul direct de vîrf repetitiv, este valoarea instantanee cea mai ridicată a curentului direct,
- Principalul parametru termic îl constituie puterea maximă disipată care este valoarea puterii disipate care nu trebuie depășită în timpul funcționării.

Temperatura ce rezultă în timpul degajării puteri duce la creșterea curentului prin diodă, atât a celui direct, cât și a celui invers. Pentru creșterea capacității de disipație diodele de putere se montează pe radiatoare.

Depășirea mărimilor limită duce la creșterea excesivă a curentului prin diodă, la supraîncălzirea ei și la distrugerea jonctiunii

### Aspect fizic.



### Tipuri de capsule

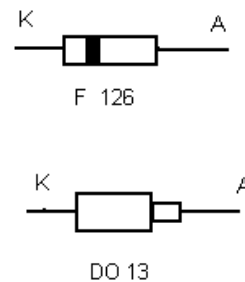
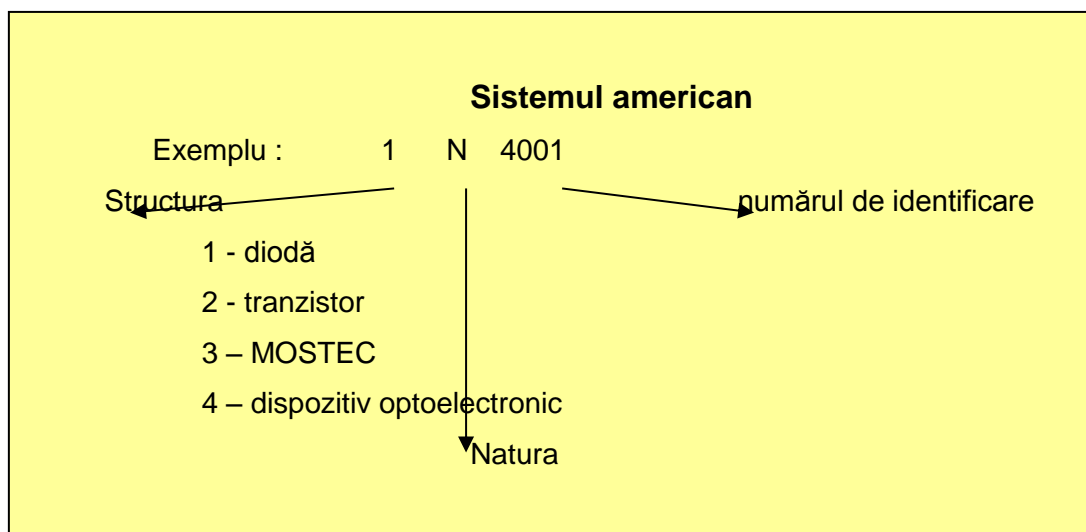


Fig 4.15. Diode redresoare (aspect fizic)

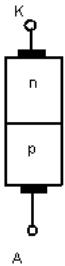
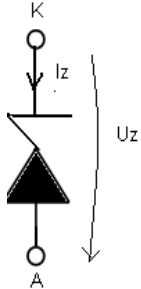
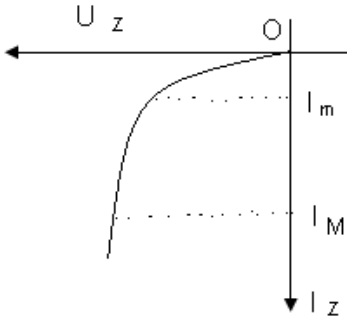
### Marcare

Marcarea se face printr-o succesiune de litere și cifre imprimate pe capsula diodei. În cazul diodelor de mică putere este marcat catodul printr-o bandă colorată, iar în cazul diodelor de putere mare este marcat și simbolul diodei orientat în mod corespunzător.





**Dioda stabilizatoare (Dioda Zener)**

Structura fizică	Reprezentare convențională	Caracteristica statică
		

**Funcționare**

Pentru a îndeplini funcția de stabilizare, dioda stabilizatoare trebuie să funcționeze în regim de polarizare inversă. În acest regim dioda are proprietatea de a limita tensiunea, încât peste o anumită valoare, tensiunea la bornele diodei rămâne practic constantă în timp ce curentul variază într-un domeniu mare de valori.

Dacă dioda stabilizatoare este polarizată direct (plus pe anod și minus pe catod) se comportă ca o diodă obișnuită.

Observație. În serie cu dioda se montează un rezistor care ajută la limitarea curentului prin diodă

**Date de catalog: parametrii specifici, valori limită**

Mărimile ce caracterizează funcționarea unei diode stabilizatoare sunt următoarele :

*Tensiunea de stabilizare ( $U_Z$ )* este tensiunea la care apare regimul de străpungere. În catalog se precizează valorile minimă, nominală și maximă ale acestui parametru.

*Rezistența dinamică ( $r_Z$ )* reprezintă rezistența internă a diodei în regiunea de străpungere . Are valori dependente de curentul prin diodă și tensiunea  $U_Z$ , de aceea ea se specifică pentru un anumit curent  $I_Z$ .

*Coefficientul de temperatură al tensiunii de stabilizare ( $\alpha_{VZ}$ )* reprezintă variația procentuală a tensiunii de stabilizare pentru o variație a temperaturii diodei de  $1^\circ\text{C}$  .

Pentru tensiuni  $U_Z < 6\text{V}$  coeficientul de temperatură al tensiunii este negativ, adică  $U_Z$  scade cu creșterea temperaturii, iar pentru diode cu  $U_Z > 6\text{V}$ ,  $U_Z$  crește cu temperatura. În aplicațiile în care se cere o bună stabilitate a tensiunii se utilizează diode cu tensiunea de stabilizare apropiată de valoarea de 6V.

**Valori limită**

*Puterea disipată maximă ( $P_R$ )* reprezintă practic produsul între tensiunea de străpungere și curentul invers maxim.

*Curentul invers maxim ( $I_{ZM}$ )* este valoarea maximă a curentului pe care îl poate suporta dioda fără a fi deteriorată .



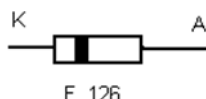
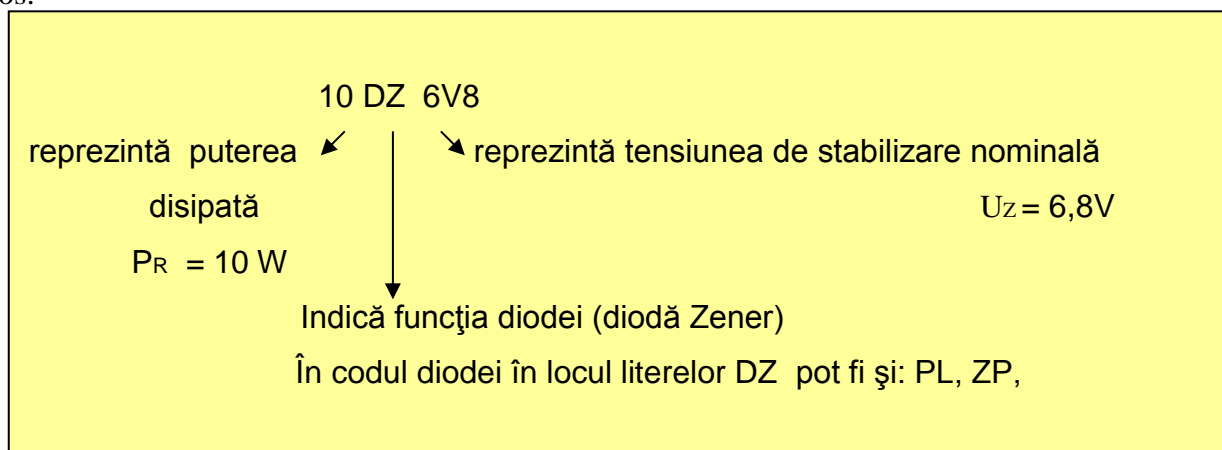


Fig 4.16. Diode stabilizatoare (aspect fizic, tipuri de capsule)

### Marcare

Pe capsula diodei se marchează catodul printr-o bandă colorată și codul diodei.

Unul dintre cele mai utilizate coduri pentru diodele Zener este prezentat în exemplul de mai jos.



### Utilizări

*La construcția stabilizatoarelor de tensiune.* În cazul stabilizatoarelor parametrice dioda se montează în paralel cu rezistența de sarcină din circuit, deci orice variație de curent care apare în circuit fie datorită variației tensiunii de alimentare, fie a rezistenței de sarcină este preluată de diodă. Tensiunea la bornele diodei, care reprezintă și tensiunea de ieșire a montajului, rămâne astfel constantă.

Se poate utiliza în stabilizatoarele electronice sau în alte circuite ca și bloc de furnizare a tensiunii de referință.

*În circuite de limitare,* sunt utilizate pentru a mărgini domeniul de variație al semnalelor la anumite valori precizate.

## 4.11 Tranzistoare

### Tranzistoare bipolare

Tranzistoarele sunt dispozitive semiconductoare active ce îndeplinesc condițiile necesare amplificării, alternativ dopate. Denumirea de tranzistor vine de la transfer - rezistor, respectiv rezistență de transfer.

#### Clasificare

După tipul de purtători de sarcină ce contribuie la funcționarea lor, există două tipuri de tranzistoare:

- Tranzistoare bipolare (la care intervin în funcționare atât electroni cât și goluri)
- Tranzistoare unipolare (la care intervin în funcționare electroni sau goluri)
- Tranzistoarele bipolare sunt de două tipuri:
- Tranzistoare cu joncțiuni (cu două joncțiuni) (prescurtat TB sau BJT)
- Tranzistor unijoncțiune (TUJ)

Tranzistorul bipolar este format dintr-un monocristal de germaniu sau siliciu, în care se creează prin impurificare trei regiuni alternativ dopate.

Cele trei regiuni se numesc astfel:

- EMITOR (E) - emite purtători fiind, o zonă puternic dopată.
- COLECTOR (C) – colectează cea mai mare parte a purtătorilor de sarcină emiși de emitor
- BAZA (B) - controlează trecerea purtătorilor de la emitor la colector, fiind o zonă foarte subțire, dopată slab cu impurități de alt tip decât zonele alăturate.

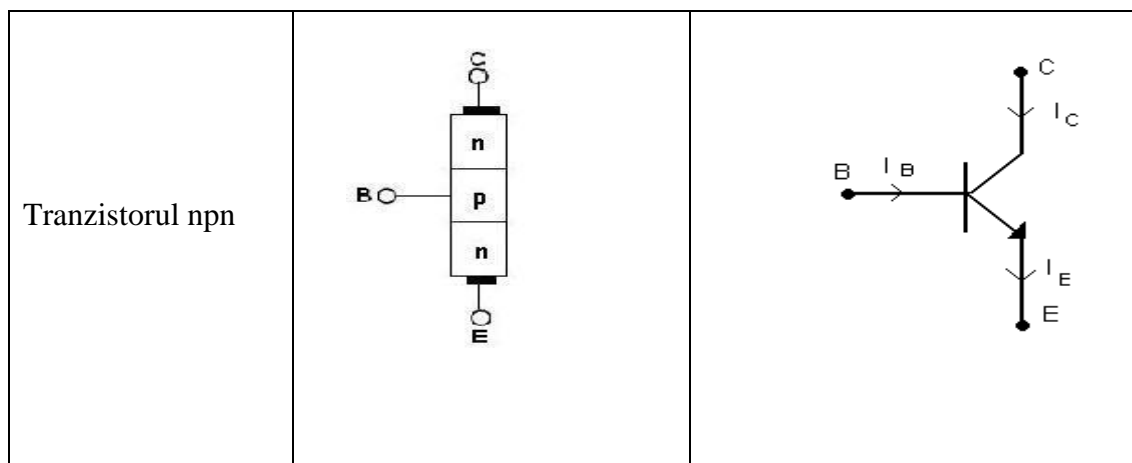
În funcție de regiunile ce alcătuiesc tranzistorul cu joncțiuni există două tipuri de tranzistoare:

- Tranzistoare pnp (emitorul și colectorul de tip p, iar baza de tip n)
- Tranzistoare npn (emitorul și colectorul de tip n, iar baza de tip p)

*Observatii. Sensul săgeții ce prezintă curentul de emitor indică și tipul tranzistorului.*

Structura și simbolurile tranzistoarelor bipolare

Tipul tranzistorului	Structura fizică	Reprezentarea convențională
Tranzistorul pnp		



### Regimurile de funcționare ale tranzistoarelor bipolare

După felul polarizărilor aplicate celor două joncțiuni ale unui tranzistor, se pot deosebi patru regimuri de funcționare:

- Regimul activ normal: - joncțiunea emitorului polarizată direct
  - joncțiunea colectorului polarizată invers
- Regimul de saturație - joncțiunea emitorului polarizată direct
  - joncțiunea colectorului polarizată direct
- Regimul de blocare - joncțiunea emitorului polarizată invers
  - joncțiunea colectorului polarizată invers
- Regimul activ invers - joncțiunea emitorului polarizată invers
  - joncțiunea colectorului polarizată direct

#### *Regimul activ normal*

Este regimul care este folosit în amplificare și în care sunt valabile ecuațiile tranzistorului.

- Prima ecuație fundamentală a tranzistorului exprimă condiția de conservare a sarcinii electrice.

$$I_E = I_B + I_C$$

unde  $I_E$  este curentul de emitor,  $I_B$  este curentul de bază, iar  $I_C$  este curentul de colector.

- A doua ecuație fundamentală a tranzistorului exprimă componența curentului de colector și are două forme:

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO} \quad \text{și} \quad I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$

unde -  $I_{CBO}$  și  $I_{CEO}$  sunt curenți reziduali

- $\alpha$  - factor de amplificare în curent din emitor în colector ( $\alpha = 0,9 - 0,99$ )
- $\beta$  - factor de amplificare în curent din bază în colector ( $\beta$  are valori între 10 și 1000)

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

*Regimul de saturatie*

În acest regim

- tensiunea UCE are valori mici 0,2V – 0,3V
- curentul ce trece prin tranzistor are valori mari dar mai mici decât în regimul activ normal
- tranzistorul prezintă o rezistență de ieșire foarte mică
- tranzistorul poate fi considerat comutator închis (scurtcircuit)

*Regimul de blocare*

În acest regim

- tensiunea UCE este foarte mare , dependentă de tensiunea de alimentare
- curenții care circulă prin tranzistor sunt mici (curenți reziduali)
- tranzistorul prezintă o rezistență de ieșire foarte mare
- tranzistorul se comportă ca un comutator deschis (adică o întrerupere în circuit)

*Regimul activ invers*

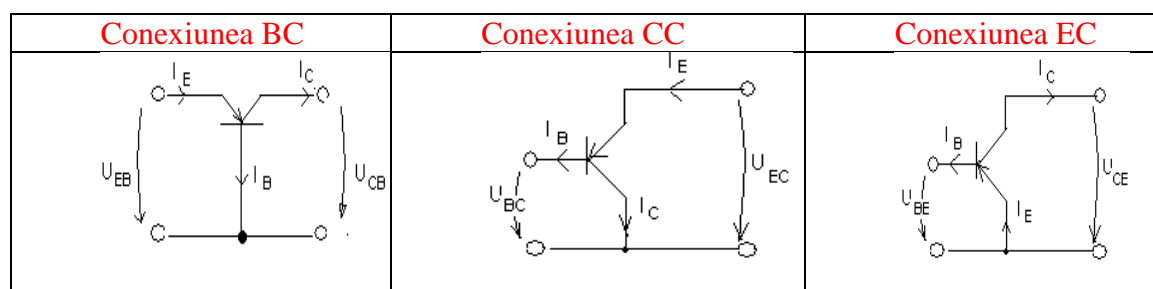
În acest regim emitorul și colectorul își inversează rolurile, colectorul injectează purtători de sarcină în bază și emitorul le colectează. Este un regim mai mult folosit în comutație.

**Tipuri de conexiuni**

Un tranzistor bipolar privit ca un cuadripol poate avea trei tipuri de conexiuni:

- *emitor comun (EC)*  
Mărimile de intrare sunt (IB,UBE) iar cele de ieșire (IC, UCE)
- *bază comună (BC)*  
Mărimile de intrare sunt (IE,UEB) iare cele de ieșire (IC, UCB)
- *colector comună (CC)*  
Mărimile de intrare sunt (IB,UBC) iare cele de ieșire (IE, UEC)

Conexiunile tranzistorului bipolar



**Parametrii specifici**

- UCEsat - tensiunea de saturație colector – emitor
- hFE,  $\beta$  - factorul de amplificare în curent continuu, reprezintă raportul dintre componentele continue ale curenților de colector și de bază.
- fT – frecvența de tranziție
- CBO – curentul rezidual

**Mărimi limită**

Parametrii principali ce limitează funcționarea tranzistorului sunt :

- Tj - temperatura maximă a joncțiunii
- PDmax - puterea disipată maximă, este dată în anumite condiții specificate.



## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

- în amplificatoarele electronice
- ca element de reglare sau aplicator de eroare în stabilizatoarele electronice
- în circuite de protecție
- ca și comutator comandat
- în oscilatoare
- în circuite basculante
- în generatoare de tensiuni liniar variabile
- în circuite logice realizate cu componente discrete

### Defecte specifice

Pentru practică este importantă posibilitatea de verificare a tranzistoarelor cu ohmetrul. O joncțiune fără defect prezintă o rezistență neglijabilă dacă este polarizată direct și o rezistență foarte mare dacă este polarizată invers.

O joncțiune scurtcircuitată prezintă rezistență neglijabilă în ambele sensuri, iar o joncțiune întreruptă are, pentru ambele sensuri, o rezistență infinită.

### Tranzistoare unipolare

Tranzistoarele cu efect de câmp (numite uzual TEC sau FET – Field Effect Transistor) sunt dispozitive electronice a căror funcție se bazează pe modificarea conducției unui canal semiconductor sub influența unui câmp electric. Deoarece conducția electrică este determinată de un singur tip de purtători și anume purtătorii majoritari, tranzistoarele cu efect de câmp se mai numesc și tranzistoare unipolare.

### Clasificare

Există trei categorii de tranzistoare cu efect de câmp :

- Tranzistoare cu poartă joncțiune (prescurtat TEC - J)
- Tranzistoare cu poartă izolată (prescurtat TEC-MOS) ( M-metal, O-oxid, S-semiconductor)
- Tranzistoare cu substraturi subțiri

Tranzistoarele cu efect de câmp sunt preferate față de tranzistoarele bipolare datorită următoarelor proprietăți:

- ca dispozitive comandate în tensiune TEC prezintă impedanță de intrare foarte mare
- TEC pot fi utilizate ca rezistențe comandate în tensiune și ocupă în tehnologie integrată o arie mai mică decât rezistența echivalentă,
- TEC au o arie mică în raport cu tranzistoarele bipolare, rezultă de aici avantaje pentru fabricarea circuitelor complexe (memorii, microprocesoare, etc)
- nivel de zgomot redus
- liniaritate bună a circuitului
- dependența de temperatură mai redusă a caracteristicilor

Tranzistorul cu efect de câmp este un dispozitiv cu trei terminale active, fiind format din următoarele domenii: canalul, sursa, drena, poarta și substratul.

*Canalul* – este o regiune semiconductoare a cărei conductibilitate poate fi comandată și prin care circulă curentul tranzistorului cu efect de câmp.

*Drena (D)* – este regiunea semiconductoare către care migrează purtătorii de sarcină majoritari, prin canal.

*Sursa (S)* - este regiunea semiconductoare din care își încep migrația lor purtătorii de sarcină majoritari, în interiorul canalului.

*Poarta (G sau P)* - este o regiune semiconductoare sau metalică, care este folosită pentru comandarea intensității curentului prin canal.

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

*Substratul (B)* – este un domeniu pasiv, pe care se construiește tranzistorul cu efect de câmp

### Marcare

Marcarea se face printr-o succesiune de litere și cifre imprimată pe capsulă. Există foarte multe coduri pentru marcarea tranzistoarelor, dar cele mai utilizate sunt:

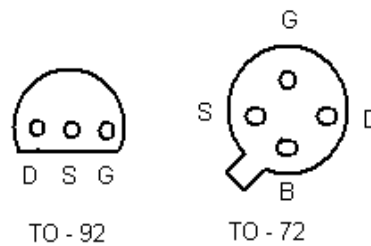
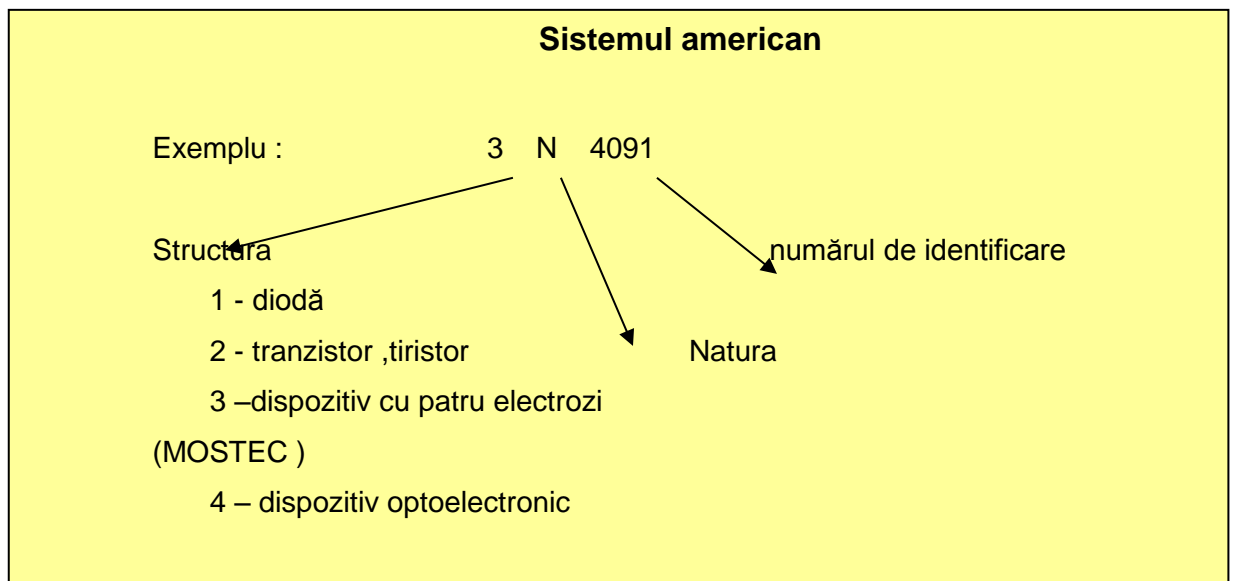
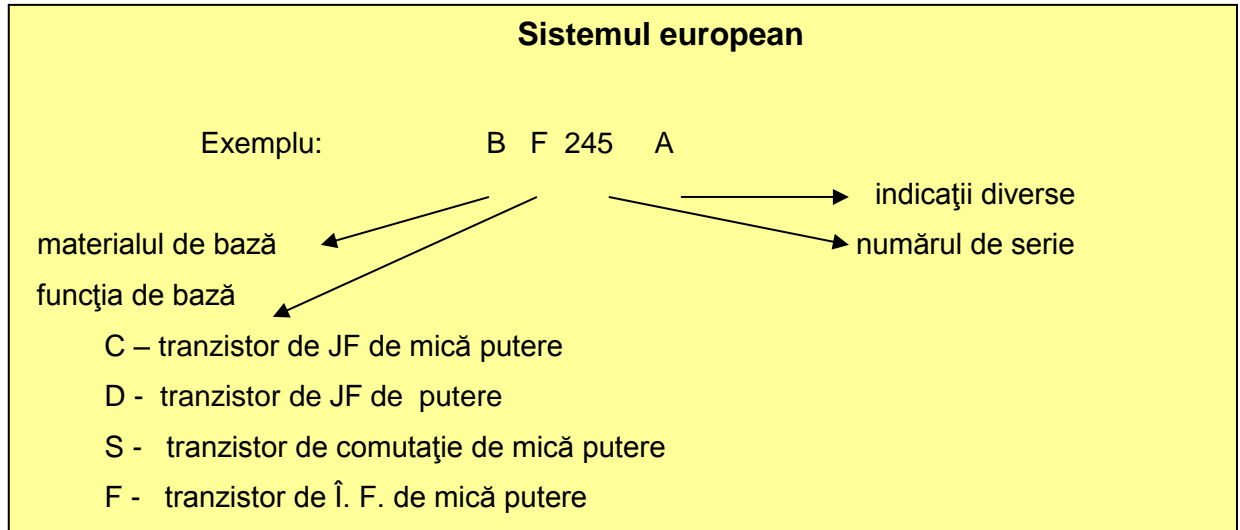


Fig 4.18. Tipuri de capsule pentru TEC-J

### Valori limită

UGS – tensiunea dintre sursă și grilă (TEC-J care nu sunt protejate în interior pot fi distruse ușor prin depășirea tensiunii directe pe joncțiunea grilă - sursă)

Ca orice dispozitiv semiconductor și la TEC depășirea limitelor admise ale tensiunilor de alimentare sau polarizare duce la distrugere.

UDS – tensiunea drenă- sursă

ID – curentul de drenă, este curentul de drenă la UGS și UDS specificate, aproape de blocare.

Pd – puterea disipată maximă care este specificată pentru o temperatură ambiantă de 25 °C .

### Parametrii specifici

$g_m$  – transconductanța directă, este panta tranzistorului la variații de semnal mic a TEC

$r_{DS}$  – rezistența drenă – sursă, este rezistența între drenă și sursă la UGS și ID specificate

IDSS – curentul de drenă de saturație, este curentul de drenă la o tensiune UDS specificată.

### Tranzistoare TEC-J

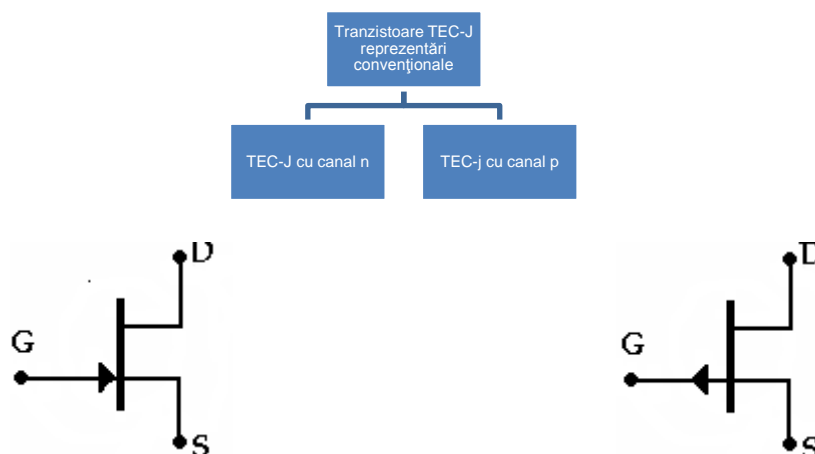


Fig. 4.19. Reprezentări convenționale pentru TEC-J

### Funcționare și utilizări

Pe o anumită porțiune a caracteristicii de ieșire (la UDS mici) dispozitivul se comportă ca o rezistență comandată în tensiune. Ca aplicații tipice pentru TEC-J în rol de rezistență variabilă se menționează atenuatoarele controlate prin tensiune și circuitele pentru reglarea automată a amplificării.

La UDS mari tranzistorul TEC-J se comportă față de drenă ca un generator de curent comandat de tensiunea UGS. Dacă punctul de funcționare al TEC-J este stabilit pentru un curent de drenă maxim  $ID_{max}$ , pentru o variație destul de mare a tensiunii UDS vom obține o variație neglijabilă a lui ID.

TEC-J sunt folosite și în etaje de amplificare de semnal mic la joasă și înaltă frecvență. Tranzistoarele cu efect de câmp nu oferă câștiguri mari în tensiune, dar câștigurile sunt foarte mari în curent și în putere. Oferă de asemenea impedanță mare la intrarea amplificatorului și distorsiuni de neliniaritate reduse.

Se mai pot utiliza ca și comutatoare de semnal analogic folosite în circuite de eșantionare și memorare sau multiplexarea și demultiplexarea semnalelor analogice .



*Observație: Aceste dispozitive nu acoperă însă domeniul de aplicații la puteri mari. Acest domeniu este rezervat tranzistoarelor bipolare și TEC- MOS de putere.*

### Tranzistoare TEC- MOS

Este un dispozitiv electronic bazat pe conducția curentului electric la suprafața semiconductorului. Proprietățile conductive ale suprafeței semiconductorului sunt controlate de un câmp electric aplicat printr-un electrod izolat de semiconductor (poarta)

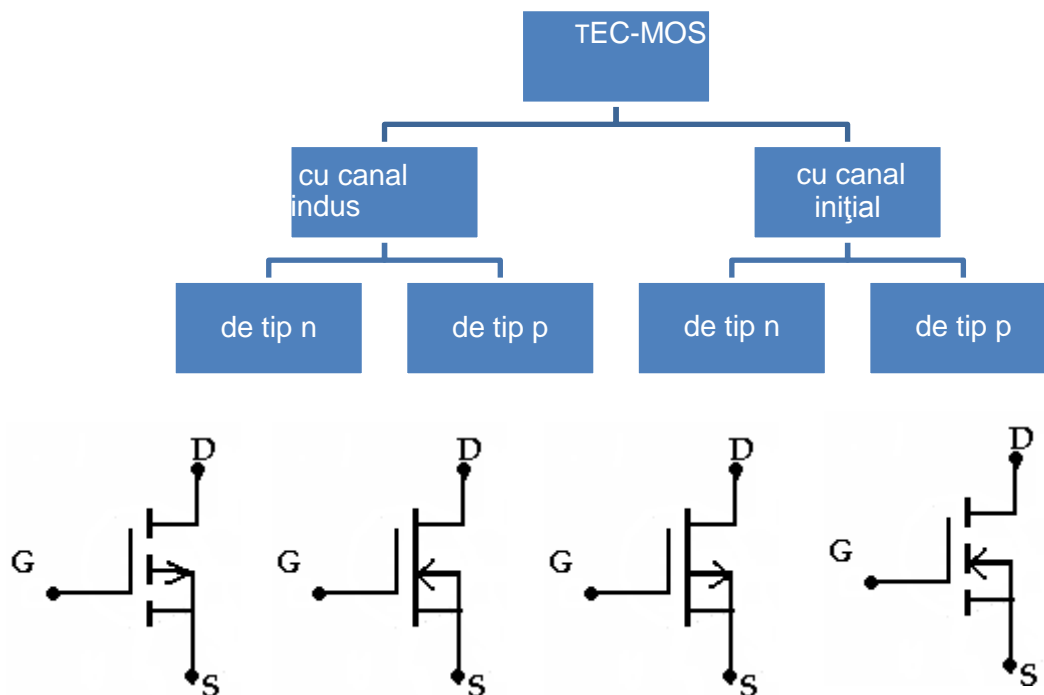


Fig. 4.20. Reprezentări convenționale pentru TEC-MOS

Simbolurile prezentate sunt pentru tranzistoare cu substratul conectat intern la sursă. Tranzistoarele cu substratul accesibil au patru terminale: G;D;S și B, iar în simbol baza nu este conectată la sursă.

### Funcționare și utilizări

TEC-MOS sunt foarte mult utilizate în realizarea circuitelor integrate în special în circuite digitale. Ele sunt utilizate atât ca dispozitive active cât și ca rezistențe sau capacități. Circuitele integrate cu TEC-MOS pot fi produse cu un nivel mare de complexitate la prețuri de cost reduse. Creșterea gradului de integrare prin micșorarea dimensiunilor duce la reducerea capacităților parazite și la creșterea vitezei de lucru.

O aplicație importantă a tranzistorului TEC –MOS este inversorul CMOS. Acesta face parte dintr-o familie de circuite care utilizează tranzistoare cu simetrie complementară. Avantajul principal al familiei CMOS este consumul de putere foarte mic. Inversorul CMOS poate fi utilizat și ca amplificator de semnal mic.

Pot fi folosite și în comutație, un circuit CMOS important fiind comutatorul bilateral pentru semnale analogice,

## Defecte

Un *dezavantaj* al TEC-MOS este marea fragilitate față de apariția unor tensiuni accidentale pe poartă. Sarcini extrem de mici pot determina tensiuni de ordinul sutelor care pot distruge tranzistorul. Din această cauză la utilizarea TEC-MOS trebuie luate precauții speciale de punere la masă a tuturor elementelor cu care iau contact (mâna operatorului, ciocanul de lipit).

Pentru a evita distrugerea componentelor MOS:

- pinii acestora vor fi scurtcircuitați printr-un fir conductor până după introducerea în circuit
- toate intrările neutilizate vor fi conectate la masă, la ES sau la ED
- utilizatorul va evita folosirea în îmbrăcăminte a unor materiale care favorizează acumularea de sarcini electrice
- este indicată folosirea unei brățări metalice prin care mâna operatorului să fie conectată la potențialul de referință

Trebuie precizat că unele dispozitive MOS sunt prevăzute cu circuite de protecție încapsulate.

**Asemănări** între TEC-J și TEC – MOS:

- ambele sunt comandate în tensiune
- au curentul de intrare mic (la TEC-MOS  $I_D = 10^{-12}$  A)
- impedanță de intrare foarte mare (la MOS  $10^{12} - 10^{18} \Omega$ )
- frecvența de lucru foarte mare
- dependență mică de temperatură

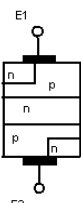
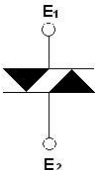
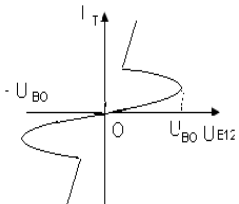
*Obsevații. TEC-MOS sau TB ?*

*Zgomotul tranzistoarelor TEC-MOS este destul de mare și ca urmare nu sunt adecvate aplicațiilor unde nivelul semnalului este mic. TB în general sunt mai performante decât TEC, au transconductanța mai mare și comportarea cu frecvența mai bună de aceea sunt preferate în multe aplicații. La puteri mari însă, tranzistorul TEC-MOS are o mai bună liniaritate decât TB. De asemenea, comutatoarele cu TEC-MOS au o comutație rapidă în comparație cu TB, care are o semnificativă întârziere datorită intrării în saturație. Prețul de cost mai ridicat al tranzistoarelor TEC-MOS face ca alegerea între cele două tranzistoare să nu fie ușoară.*

## 4.12. Dispozitive semiconductoare multijoncțiune

### Diacul

Diacul este un dispozitiv multijoncțiune care are proprietatea diodei pnpn în ambele sensuri de conducție. Dispozitivul are cinci straturi și patru joncțiuni. Poate fi considerat ca fiind realizat din două structuri pnpn așezate în antiparalel în același cristal de siliciu.

Structura fizică	Reprezentare convențională	Caracteristica curent - tensiune
		

## Funcționare

La aplicarea unei tensiuni UE12 pozitive structura din dreapta este polarizată direct și intră în conducție când tensiunea atinge valoarea UBO, iar caracteristica curent- tensiune are forma din figura de mai sus.

Când polaritatea tensiunii se inversează intră în conducție la tensinea UBO jumătatea din sânga structurii, rezultând astfel ramura simetrică a caracteristicii din cadranul 3.

Din cele prezentate rezultă că diacul blochează tensiunile aplicate la ambele polarități și conduce în direct în ambele sensuri.

## Date de catalog

Tensiunea de întoarcere (UBO) este tensiunea la care diacul se amorsează. În catalog se precizează valorile minimă, nominală și maximă ale acestui parametru.

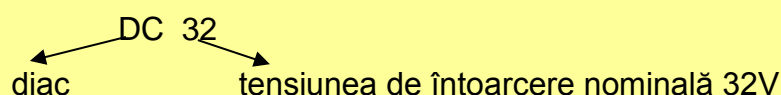
Curentul de întoarcere maxim (IBOM)

Tensiunea de salt minimă (US) la un curent IS dat.

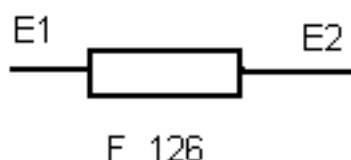
## Marcare

Pe capsula diacului este marcat codul diacului.

Exemplu :



## Aspect fizic (Tipuri de capsule)



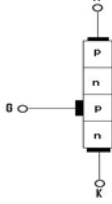
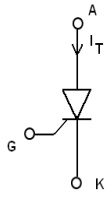
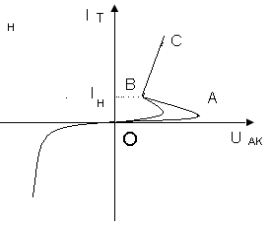
## Utilizări

Diacul este un dispozitiv bidirecțional, adică este caracterizat prin stări on și off atât pentru polarități pozitive, cât și cele negative ale tensiunii anodice. În consecință, diacul este utilizat în aplicații de curent alternativ (de unde provine și denumirea sa de ac switch)

Se poate folosi pentru comanda tiristoarelor și a triacelor.

## Tiristorul

Tiristorul este un dispozitiv multijoncțiune pnpn prevăzut cu un electrod de comandă (numit poartă-**P** sau grilă -**G**) care face posibil controlul stării blocat – conducție în anumite condiții.

Structura fizică	Reprezentare convențională	Caracteristica curent - tensiune
		

### Funcționare

Pe caracteristica curent – tensiune a tiristorului se poate observa:

- porțiunea OA care corespunde stării de blocare în sens direct a tiristorului
- punctul A corespunzător tensiunii de comutare  $U_{BO}$
- porțiunea AB în care tiristorul prezintă o rezistență diferențială negativă și punctul de funcționare pe această caracteristică are o poziție instabilă
- porțiunea BC care corespunde stării de conducție

**Amorsarea tiristorului.** Trecerea tiristorului din starea de blocare în starea de conducție se numește amorsare.

- Amorsarea tiristorului se poate face prin aplicarea unei tensiuni continue cu plusul pe anod și minusul pe catod, lăsând poarta nealimentată. Tiristorul trece din starea de blocare în starea de conducție când tensiunea anod-catod  $U_{AK}$  are valoarea tensiunii de comutare  $U_{BO}$ . După amorsarea tiristorului curentul prin tiristor crește brusc, iar tensiunea la bornele lui scade.
- Amorsarea tiristorului se poate face pentru tensiuni anod- catod  $U_{AK}$  mai mici, în cazul în care se injectează un curent exterior de comandă. Aceasta se face prin aplicarea unei tensiuni între grilă și catod astfel încât joncțiunea J2 să fie polarizată direct. Cu cât curentul de poartă este mai mare cu atât tensiunea de amorsare  $U_{AK}$  este mai mică.
- După amorsarea tiristorului semnalul de comandă poate fi înlăturat.
- Semnalele de comandă de putere mică sunt furnizate de circuite de comandă realizate cu dispozitive semiconductoare de mică putere, circuite integrate sau tranzistoare unijoncțiune.

### Blocarea tiristorului

Există două posibilități de blocare a unei structuri pnpn:

- prin comutație naturală, adică scăderea curentului prin dispozitiv sub valoarea de menținere  $I_H$
- prin comutație forțată, adică aplicarea unei tensiuni de polarizare inverse între anod și catod

### Mărimi limită

- $U_{RRM}$  - tensiune inversă de vârf, repetitivă
- $I_{TSM}$  – curent de suprasarcină accidentală în stare de conducție

### Parametrii caracteristici

- IH - curent continuu direct de menținere
- IT - curent continuu direct în stare de menținere
- UBR - tensiunea inversă de străpungere
- IGT – curent continuu de comandă de amorsare
- VGT – tensiunea continuu de comandă de amorsare

### Aspect fizic (Tipuri de capsule)

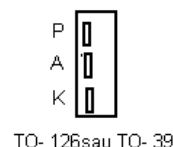


Fig.4.21. Tipuri de capsule pentru tiristoare

### Marcarea

Marcarea se face printr-o succesiune de litere și cifre imprimată cu cerneală specială pe capota tiristorului. În majoritatea cazurilor marcajul începe cu marca producătorului și simbolul tiristorului orientat în mod corespunzător.

### Utilizări

Tiristoarele se utilizează:

- în construcția redresoarelor de putere comandate monofazate și trifazate
- a invertoarelor (care transformă energia de curent continuu a sursei de curent continuu în energie de curent alternativ)
- în convertoare de c.a. – c.a. (care transformă energia de curent alternativ cu anumiți parametri în energie de curent alternativ având în general alți parametri)
- în convertoare de c.c. – c.c.
- în relee electronice și circuite de supraveghere și comandă
- în comanda motoarelor electrice
- 

### Defecte specifice

Există valori limită absolute care depășite nu provoacă distrugerea imediată a dispozitivului însă determină o deteriorare nesimizabilă a structurii și reducerea în consecință a fiabilității.

Depășirea însă a valorilor limită absolute a tensiunilor accidentale pot provoca distrugerea imediată a dispozitivului prin depășirea câmpului critic (de străpungere) sau prin aprinderea necontrolată prin depășirea UBO.

### 4.13. Surse de electroalimentare

#### Surse de alimentare de curent continuu

O parte din aparatura electronică are nevoie în funcționare de tensiune continuă de alimentare. Aceste surse de alimentare de curent continuu utilizate în măsurări pot fi **surse electrochimice** (baterii galvanice, acumuloare) sau **surse de curent continuu cu alimentare la rețea (50 Hz)**.

**Sursele electrochimice** se utilizează la aparatele de măsură portabile (ohmmetre, multimetre numerice), la aparatele medicale, geologice, spațiale, pentru că au calități tehnice foarte bune. Ele au dezavantajul de a fi neeconomice, deci nu se utilizează decât acolo unde cerințele tehnice primează înaintea celor economice. De asemenea ele pot cauza corodarea aparatelor.

Cele mai răspândite surse de alimentare c.c. electrochimice sunt:

Surse de tip baterie	<b>1. Baterii zinc-cărbune (Zn-MnO<sub>2</sub>)</b>	<p>Au la bază elementul Leclonche cu t.e.m la gol de 1,5 V cu ajutorul căruia se fabrică baterii de 1,5 – 3 – 4,5 – 9 V etc.</p> <p>Rezistența interioară a bateriei crește odată cu vârsta acesteia, astfel o baterie R20, după un an de la fabricare, devine neutilizabilă.</p> <p>Durata de viață a bateriilor este scurtă, 6-8 luni, de la data fabricației.</p> <p>La temperaturi sub 0 °C bateria nu mai funcționează normal.</p>
	<b>2. Baterii zinc-mercur (Zn-HgO)</b>	<p><b>Avantaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- au tensiunea nominală în jur de 1,2 V / celulă;</li> <li>- au durată de viață mai mare (de ordinul anilor);</li> <li>- se fabrică la dimensiuni mici (sub formă de pastile);</li> <li>- sunt utilizate la ceasuri cu cuarț, în electronica medicală, aparate de măsură portabile de dimensiuni mici.</li> </ul> <p><b>Dezavantaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nu funcționează la temperaturi sub 5°C. Pentru temperaturi mai coborâte (de până la - 40°C) se folosește <b>bateria alcalină cu mangan</b> care are formă cilindrică și t.e.m. 1,5 V / celulă.</li> </ul>
	<b>3. Bateria cu litiu</b>	<p><b>Avantaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- t.e.m. este de 3 V/celulă și energia specifică este de 375 Wh/kg (de 4 ori mai mare decât bateria zinc-cărbune);</li> <li>- funcționează la temperaturi cuprinse între - 40°C și 70°C;</li> <li>- au durată mare de viață (20 de ani);</li> <li>- sunt utilizate în aplicații spațiale, militare și în instrumentația industrială.</li> </ul>
Acumuloare	<b>1. Acumuloare cu plăci de plumb</b>	<p><b>Avantaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pot fi realizate la capacități mult mai mari;</li> <li>- pot fi reîncărcate;</li> <li>- sunt mai economice.</li> </ul> <p><b>Dezavantaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sunt mai corozive decât bateriile.</li> </ul>
	<b>2. Acumuloare nichel-cadmium</b>	

**Sursele de curent continuu cu alimentare la rețea (50 Hz)** sunt mai economice, pot debita puteri mult mai mari (zeci, sute de W) și necesită stabilizarea tensiunii de ieșire. Sunt realizate cu ajutorul **redresoarelor**.

Prin **redresor** se înțelege un circuit electronic care are rolul de a transforma energia electrică de curent alternativ în energie electrică de curent continuu.

**Schema bloc a unui redresor**, din figura 1.22. conține următoarele elemente:

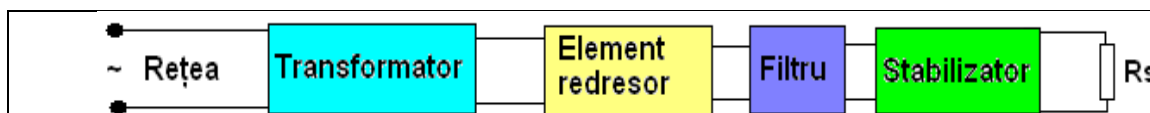


Fig.4.22. Schema bloc a unui redresor

- transformator;
- element redresor;
- filtru;
- stabilizator;
- circuit de sarcină.

Rolul elementelor din schema bloc a unui redresor:

**Transformatorul** are rolul de a izola aparatul electronic, de rețeaua de curent alternativ și de a modifica tensiunea de c.a. a rețelei la valoarea necesară obținerii tensiunii redresate dorite.

**Elementul redresor** transformă energia de curent alternativ în energie de curent continuu și este alcătuit din componente electronice (diode semiconductoare, diode cu vid, tiristoare etc.) care permit trecerea curentului numai pentru o anumită polaritate a tensiunii alternative aplicate. Datorită acestei proprietăți, de conductibilitate într-un singur sens, curentul din circuitul redresorului va fi un curent pulsatoriu.

**Filtrul** atenuează ondulațiile tensiunii redresate. Tensiunea de la ieșirea filtrului, dată de sursa de tensiune nestabilizată, depinde de tensiunea de intrare, de sarcină.

**Stabilizatorul** are rolul de a menține constantă și independentă tensiunea aplicată unui consumator de energie electrică, în raport cu variațiile tensiunii de intrare, ale rezistenței de sarcină, ale temperaturii și a altor factori perturbatori. Tensiunea continuă stabilizată se obține la bornele stabilizatorului.

$R_s$  reprezintă rezistența de sarcină a consumatorului conectat la sursă.

Dacă sursa de tensiune continuă conține stabilizator se numește *sursă de tensiune continuă stabilizată*.

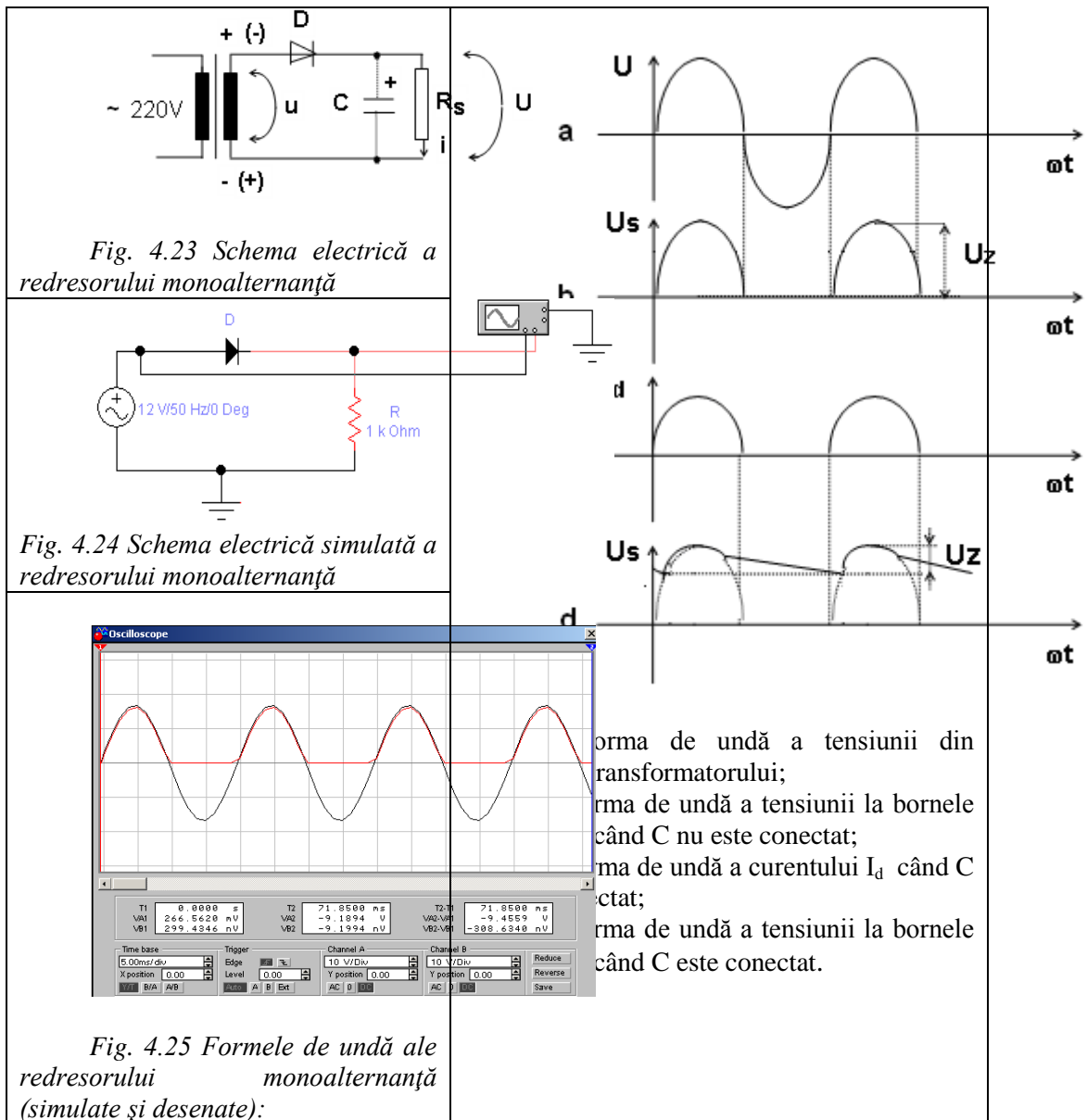
Redresoarele se pot clasifica după următoarele criterii:

- după tipul **tensiunii alternative redresate** (numărul de faze):
  - redresoare **monofazate**, folosite pentru puteri medii (sute de wați);
  - redresoare **polifazate (trifazate)**, folosite pentru puteri mari;
- după **numărul de alternanțe** ale curentului alternativ pe care îl redresează:
  - redresoare **monoalternanță**;
  - redresoare **bialternanță**;
- după **posibilitatea controlului asupra tensiunii redresate**:
  - redresoare **necomandate**;
  - redresoare **comandate**;
- după **natura sarcinii**:
  - redresoare cu sarcină **rezistivă** (R) ;
  - redresoare cu sarcină **inductivă** (RL) ;
  - redresoare cu sarcină **capacitivă** (RC).

### Redresoare monofazate

*Redresoarele monofazate (necomandate)* de mică putere (sub 1 kW) sunt utilizate la alimentarea aparatului electronic și a instalațiilor electronice de mică putere. Ele pot fi atât monoalternanță cât și bialternanță.

*Redresorul monoalternanță*, din figura 1.23, redresează doar o singură alternanță a tensiunii monofazate.



La funcționare presupunem că dioda este ideală în montaj și la aplicarea unei tensiuni alternative în primarul transformatorului, ia naștere în secundarul acestuia tot o tensiune alternativă, ce se aplică pe anodul diodei. Pe durata alternanței pozitive dioda conduce și în circuit apare un curent proporțional cu tensiunea aplicată, de aceeași formă cu tensiunea. Pe durata alternanțelor negative, dioda este blocată și curentul prin circuit este nul. Astfel, curentul circulă prin sarcină într-un singur sens, sub forma unor alternanțe (curent pulsatoriu). Tensiunea la bornele sarcinii în intervalul în care dioda conduce are expresia  $u_s = U_{SM} \sin \omega T$ , iar în intervalul în care dioda este blocată are valoarea  $u_s = 0$ ;



<b>Mărimi specifice redresorului monoalternanță cu C neconectat:</b>	
<p><b>valoarea medie a tensiunii redresate</b></p> $U_{med} = 1/T \int_0^T u_s(t) dt, \text{ unde}$ $u_s(t) = \sqrt{2} U_{ef} \sin \omega t$	<p>Valoarea efectivă a lui U este:</p> $U_{ef} = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$ <p>Valoarea maximă a lui U este:</p> $U_M = U_{ef} \sqrt{2}$
<p><b>factorul de ondulație</b> are rolul de a aprecia cât de apropiată este forma tensiunii redresate față de tensiunea alternativă (cât de bună este redresarea).</p> $\gamma = \frac{U_1}{U_0} = \frac{\frac{U_{SM}}{2}}{\frac{U_{SM}}{\pi}} = \frac{\pi}{2} = 1,57$	<p>Valoarea componentei continue la bornele sarcinii este: <math>U_0 = \frac{U_{SM}}{\pi}</math></p> <p>Valoarea maximă a componentei alternative sinusoidale: <math>U_1 = \frac{U_{SM}}{2}</math></p>
<p><b>randamentul</b></p> $\eta = \frac{P_u}{P_a} \text{ unde: } \eta = 0,4$	<p><math>P_u = I_0 U_0 = \frac{U_0^2}{R} = \frac{1}{R} \frac{U_{SM}^2}{\pi^2}</math> reprezintă puterea utilă de c.c. furnizată în sarcină și</p> <p><math>P_a = \frac{1}{2} \frac{U_{ef}^2}{R} = \frac{1}{2} \frac{U_{SM}^2}{2R}</math> reprezintă puterea consumată de la rețea.</p>
<p><b>tensiunea inversă maximă pe dioda D</b></p> <p>- <math>U_{inv.max}</math></p>	$U_{inv.max} = \sqrt{2} U_{ef}$

Redresorul dublă alternanță cu transformator cu priză mediană în secundar

Schema electrică a redresorului dublă alternanță cu transformator cu priză mediană în secundar este prezentată în figura 4.26.

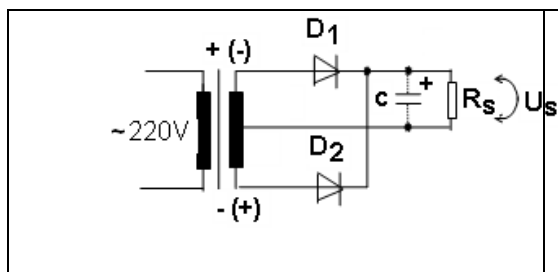


Fig. 4.26 Schema electrică a redresorului dublă alternanță cu transformator cu priză mediană în secundar

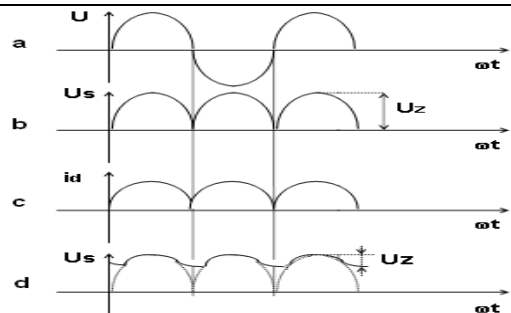


Fig. 4.27 Formele de undă ale redresorului dublă alternanță cu transformator cu priză mediană în secundar

**a.** Forma de undă a tensiunii din secundarul transformatorului;

**b.** Forma de undă a tensiunii la bornele sarcinii  $U_s$  când C nu este conectat;

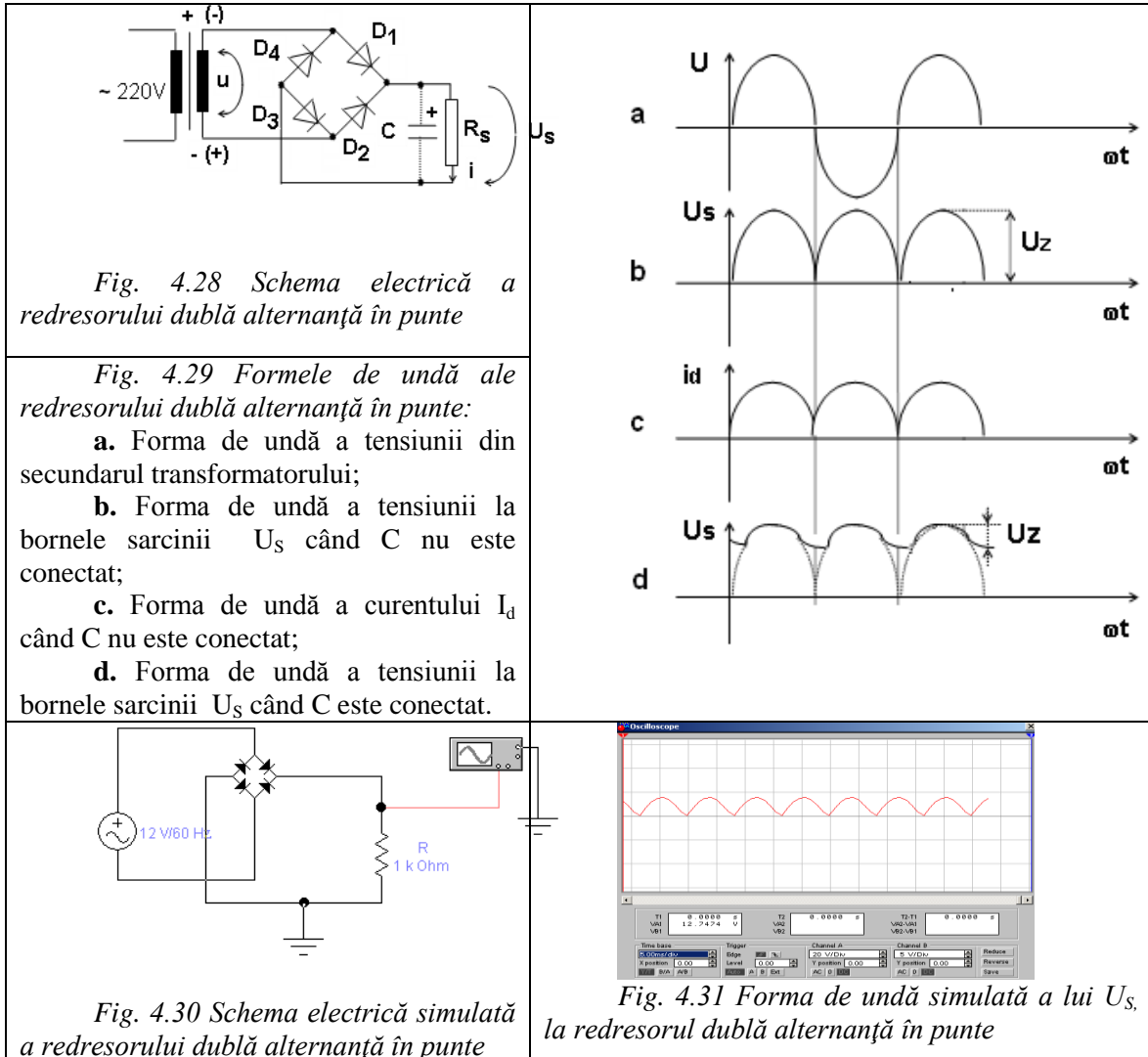
**c.** Forma de undă a curentului  $I_d$  când C nu este conectat;

**d.** Forma de undă a tensiunii la bornele sarcinii  $U_s$  când C este conectat.

Redresorul dublă alternanță în montaj de tip punte

Schema electrică a redresorului dublă alternanță în punte, din figura 4.28, oferă avantajele redresorului anterior și de asemenea evită dezavantajele lui. La acest redresor tensiunea inversă maximă este:

$$U_{inv\ max} = \sqrt{2} U_{ef}.$$



Cele patru diode redresoare folosite formează brațele unei punți, la care alimentarea în curent alternativ se face printr-o diagonală, de la secundarul unui transformator, iar tensiunea redresată se culege la bornele unei rezistențe plasate în cea de-a doua diagonală.

Funcționarea redresorului, este următoarea: în timpul aplicării alternanței pozitive la o extremitate a secundarului transformatorului, conduc diodele  $D_1$  și  $D_3$ , care sunt polarizate direct, determinând un curent  $i_d$  în rezistența  $R_s$ , iar diodele  $D_2$  și  $D_4$  sunt blocate, deoarece sunt polarizate invers. La apariția celei de-a doua alternanțe diodele  $D_1$  și  $D_3$  vor fi blocate, iar  $D_2$  și  $D_4$  vor conduce fiind străbătute de curentul  $i_d$ . Dezavantajele acestui montaj constau în numărul mare de diode folosite și necesitatea unei bune izolări față de restul elementelor a capătului nelegat la masă al rezistenței de sarcină  $R_s$ .

#### 4.14. Stabilizatoare

Dispozitivul electronic care realizează funcția de stabilizare a parametrilor unui semnal se numește stabilizator.

Stabilizatoarele, în funcție de mărimea fizică, ce caracterizează semnalul de intrare, pot fi:

- de tensiune continuă sau alternativă,
- de curent;
- de frecvență;
- de intensitate luminoasă, etc.

Stabilizatoarele de tensiune continuă sunt circuite electronice care au rolul de a menține constantă tensiunea de ieșire, atunci când se variază tensiunea de intrare, rezistența de sarcină, curentul prin sarcină, temperatura mediului ambiant sau alt factor perturbator. Ele se conectează între sursa de alimentare și consumator

##### Clasificarea stabilizatoarelor de tensiune

- în funcție de modul de conectare a elementului de reglare avem:
  - stabilizatoare de tip serie;
  - stabilizatoare de tip paralel.
- în funcție de metoda de stabilizare avem:
  - stabilizatoare parametrice;
  - stabilizatoare cu reacție.
- în funcție de modul de acționare a elementului de reglare avem:
  - stabilizatoare liniare;
  - stabilizatoare în comutație.
- în funcție de puterea disipată maximă admisă avem:
  - stabilizatoare de putere mică;
  - stabilizatoare de putere medie;
  - stabilizatoare de putere mare.

Stabilizatoarele de tensiune cu componente discrete prezentate sunt stabilizatoare liniare, de tipul celor în tabelul de mai jos:

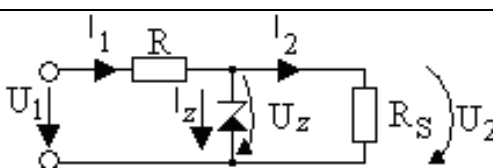


Fig.4.32. Schema unui stabilizator parametric simplu

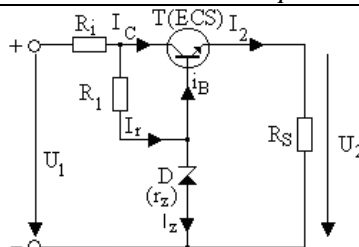


Fig.4.33. Schema unui stabilizator parametric cu tranzistor serie

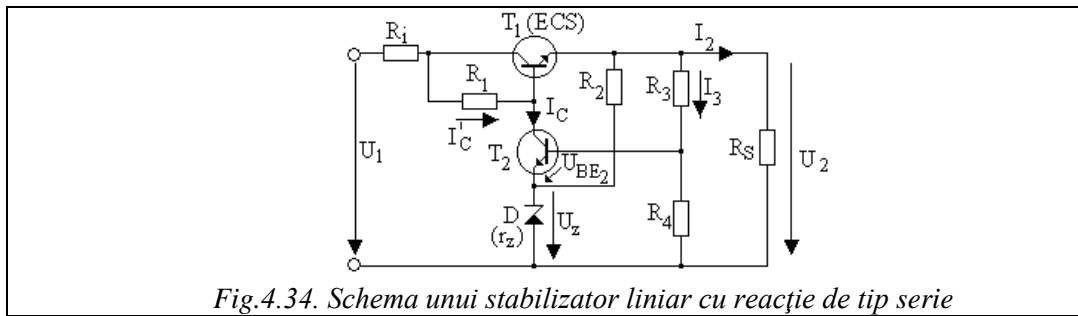


Fig.4.34. Schema unui stabilizator liniar cu reacție de tip serie

### Protecția stabilizatoarelor de tensiune

Atât sursele de tensiune stabilizată, cât și cele nestabilizate, pentru a nu-și înrăutăți performanțele trebuie protejate de influențele dăunătoare ce pot apărea în funcționare, cum ar fi: supratensiuni, suprasarcini, scurtcircuite, încălziri anormale etc. Circuitele de protecție au rolul de a imuniza stabilizatorul: la creșterea tensiunii peste o anumită valoare, la depășirea unei temperaturi limită suportată de elementul regulator, precum și la atingerea puterii limită disipată pe tranzistor.

Astfel, în funcționarea alimentatoarelor stabilizate pot apărea regimuri de suprasarcini sau scurtcircuite accidentale ce duc la defectarea stabilizatorului:

<b>Regimul de supracurent se manifestă:</b>	în scurtcircuit	<b>Prevenirea se realizează folosind</b> dispozitive cu acțiune rapidă (Exemple: siguranțe fuzibile rapide și ultrarapide, relee de protecție electromagnetice)
	la suprasarcină	<b>Prevenirea se realizează folosind</b> Dispozitive temporizatoare (Exemple: siguranțe fuzibile normale, relee de protecție termice)
<b>Regimul de supratensiune apare:</b>	la conectarea la rețea a alimentatorului, dacă stabilizatorul conține o capacitate pe ieșire la variația bruscă a sarcinii	<b>Prevenirea se realizează folosind</b> dispozitive de protecție la supratensiuni (Exemple: circuite limitatoare de curent, siguranțe fuzibile sau relee de protecție)

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. La rezistoarele legate in serie:
  - a. Aceeași intensitate a curentului străbate toate rezistoarele;
  - b. Intensitatea curentului se împarte pe fiecare rezistor în funcție de valoarea lui;
  - c. Tensiunea la bornele fiecărui rezistor este egală;
  - d. Intensitatea curentului scade după fiecare rezistor străbătut;
2. Rezistența se măsoară în:
  - a.  $\Omega$
  - b. VA
  - c. A
  - d. A/V
3. Bobina este un element de circuit care se caracterizează prin mărimea fizică numită:
  - a. Inductanță
  - b. Impedanță
  - c. Capacitate
  - d. Reactanță
4. Capacitatea electrică se măsoară în:
  - a. Farad
  - b. Coulomb
  - c. Joule
  - d. Ohm
5. Siguranța fuzibilă are rolul de a:
  - a. Proteja instalația electrică împotriva scurtcircuitelor;
  - b. Comanda pornirea unui echipament;
  - c. Izola conductorul de fază;
  - d. Regla valoarea nominală a tensiunii la bornele consumatorului;
6. Dioda redresoare are rolul de a:
  - a. Face conversia de energie din curent alternativ în curent continuu;
  - b. Face trecerea rapidă din starea de conducție în starea de blocare;
  - c. Stabiliza tensiunea;
  - d. Detecta un semnal electric;
7. Diacul se poate utiliza la:
  - a. Stabilizarea curentului continuu;
  - b. Comanda tiristorilor și a triacelor;
  - c. Circuite de iluminat și forță;
  - d. Redresoare de putere;
8. Tiristorul se poate utiliza la:
  - a. Comanda motoarelor electrice;
  - b. Comanda diacului;
  - c. Filtrarea curentului alternativ;
  - d. Ajustarea impedanței;

## DEPANAREA PLĂCILOR ELECTRONICE DIN ECHIPAMENTELE DE TELEVIZIUNE

9. La tranzistorul bipolar ICBO reprezintă:
  - a. Curent de colector comun;
  - b. Frecvența de tranziție;
  - c. Curentul rezidual;
  - d. Puterea maximă disipată;
  
10. În funcție de regimul de lucru al contactoarelor, simbolul AC3 reprezintă:
  - a. Contactator corespunzător sarcinilor pur rezistive;
  - b. Contactator corespunzător motoarelor cu inele;
  - c. Contactator corespunzător motoarelor cu rotorul în scurtcircuit;
  - d. Contactator corespunzător regimului de lucru cu șocuri și inversări de sens a motoarelor cu rotorul în scurtcircuit;

Răspunsuri corecte: 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7B, 8A, 9C, 10C

## CAPITOLUL 5

### EFFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

#### 5.1. Mărimi electrice / optice și unități de măsură

##### 5.1.1. Mărimi electrice, definirea lor, unități de măsură

- **Mărimea** este un atribut al unui fenomen, corp sau al unei substanțe, care este susceptibil de a fi diferențiat calitativ și determinat cantitativ.
- **Mărimea fundamentală** este o mărime admisă, prin convenție, ca fiind independentă funcțional de alte mărimi.
- **Mărimea derivată** este mărimea definită funcție de mărimile fundamentale dintr-un sistem de mărimi.
- **Unitatea de măsură** este o mărime particulară, definită și adoptată prin convenție, cu care sunt comparate alte mărimi de aceeași natură, pentru exprimarea valorilor lor în raport cu acea mărime.

Marea diversitate de unități de măsură și de materializări fizice ale acestora a condus la crearea unui sistem  **internațional de unități de măsură – SI**. Acesta a fost adoptat în anul 1960 la Paris, prin convenție internațională. Din anul 1961, SI este legal și obligatoriu în România. SI are șapte unități fundamentale corespunzătoare celor șapte mărimi fundamentale, precum și două unități suplimentare corespunzătoare celor două mărimi suplimentare, tabelul 5.1. SI cuprinde mărimi și unități derivate care sunt prezentate în tabelul 5.2.

Tabel 5.1 Mărimi fundamentale, suplimentare

Mărime fundamentală			
Denumire	Simbol	Unitate de măsură	
		Denumire	Simbol
Lungime	l	metru	m
Masă	m	kilogram	kg
Timp	t	secundă	s
Intensitatea curentului electric	Î	amper	A
Temperatura termodinamică	T	kelvin	K
Intensitatea luminoasă	J	candelă	cd
Cantitatea de substanță	n; v	mol	mol
Mărime suplimentară			
unghiul plan		radian	rad
unghiul în spațiu (solid)		steradian	sr

Tabel 5.2 Mărimi derivate

Mărimă derivată				
Denumire	Simbol	Relația de definiție	Unitate de măsură	
			Denumire	Simbol
Putere electrică	P	$P=U \cdot I$	watt	w
Tensiune electrică	U	$U=L/q$	volt	V
Rezistență electrică	R	$R=U/I$	ohm	$\Omega$
Lucru mecanic, energie, cantitate de căldură	L W Q	$W=P \cdot t$	joule	J
Frecvență	f	$f=1/t$	hertz	Hz
Cantitate de electricitate, sarcină electrică	Q	$Q=I \cdot t$	Coulomb	C
Capacitate electrică	C	$C=Q/U$	farad	F
Inductanță	L	$L=\Phi/I$	henry	H

Pentru exprimarea unor valori numerice de diferite ordine de mărime ale unităților SI, se folosesc anumite prefixe, care se adaugă la denumirile unităților SI formând multipli sau submultipli.

Tabel 5.3. Prefixe SI

Prefixe SI			
Factor de multiplicare	Denumire	Simbol	
$10^{18}$	exa	E	MULTIPLI
$10^{15}$	peta	P	
$10^{12}$	tera	T	
$10^9$	giga	G	
$10^6$	mega	M	
$10^3$	kilo	k	
$10^2$	hecto	h	
$10^1$	deca	da	SUBMULTIPLI
$10^{-1}$	deci	d	
$10^{-2}$	centi	c	
$10^{-3}$	mili	m	
$10^{-6}$	micro	$\mu$	
$10^{-9}$	nano	n	
$10^{-12}$	pico	p	
$10^{-15}$	femto	f	
$10^{-18}$	atto	a	

Unitatea de măsură din afara sistemului este o unitate de măsură care nu aparține nici unui sistem de unități. Exemplu: ziua, ora, minutul, luna, etc.



## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

**Rezistența electrică** este o mărime care constă în proprietatea unui material de a se opune trecerii curentului electric. Rezistența electrică este o mărime egală cu raportul între tensiunea electrică aplicată între capetele unui conductor și intensitatea curentului produs de această tensiune în conductorul respectiv  $R = U/I$ . Unitatea de măsură în SI este ohmul ( $\Omega$ ). În circuitele electrice rezistența se simbolizează:



**Intensitatea** curentului electric este o mărime fundamentală în SI și reprezintă cantitatea de sarcină electrică ce trece prin secțiunea transversală a unui conductor în unitatea de timp. Unitatea de măsură a intensității curentului electric este amperul (A)

**Tensiune electrică** reprezintă lucrul mecanic efectuat pentru transportul sarcinii electrice între două puncte ale unui circuit electric. Unitatea de măsură în SI este voltul (V).

**Impedanța** este o mărime care caracterizează funcționarea elementelor de circuit în curent alternativ.  $Z = U/I$ . Unitatea de măsură în SI este ohmul ( $\Omega$ ). Față de rezistență, impedanța are un caracter mai complex deoarece în curent alternativ elementele de circuit prezintă, pe lângă proprietatea de rezistență, și proprietățile de inductanță (L) și capacitate (C).

**Inductanța** este proprietatea elementelor de circuit de a se opune variațiilor de curent. Inductanța se poate defini ca raportul între fluxul magnetic ce trece printr-un element de circuit și intensitatea curentului care a generat acel flux  $L = \Phi/I$ . Unitatea de măsură pentru inductanță este henry (H). Inductanța este o proprietate specifică bobinelor: inductanța proprie a unei bobine sau inductanța mutuală între două bobine, atunci când fluxul creat de o bobină trece și prin spirele celeilalte bobine.

**Capacitatea** este proprietatea elementelor de circuit de a acumula sarcini electrice. Capacitatea se poate defini ca raportul între cantitatea de electricitate ce se acumulează într-un element de circuit și tensiunea la care este alimentat elementul respectiv  $C = Q/U$ . Unitatea de măsură pentru capacitate este faradul (F).

**Reactanța.** Valorile inductanțelor și capacităților depind de datele constructive ale elementelor de circuit (dimensiuni, materiale). În circuit ele se manifestă prin reactanțele corespunzătoare care depind de frecvență. În curent alternativ sinusoidal reactanța inductivă este:

$$X_L = L \cdot \omega,$$

iar reactanța capacitivă este:

$$X_C = \frac{1}{C \cdot \omega},$$

unde  $\omega = 2\pi f$  reprezintă pulsația, iar  $f$  este frecvența. Unitatea de măsură pentru reactanță este ohmul.

**Factorul de calitate.** Elementele reactive de circuit (bobinele și condensatoarele) prezintă pe lângă reactanță și o rezistență în care se consumă energie. Cu cât pierderile de energie sunt mai mici cu atât calitatea elementelor reactive este mai bună. Factorul de calitate, care se notează cu  $Q$ , se definește prin raportul între reactanța și rezistența unui element de circuit sau unui circuit:  $Q = X/R$ . Factorul de calitate este o mărime adimensională, este un număr.

**Puterea** reprezintă energia consumată în unitatea de timp:

$$P = W / t.$$

Unitatea de măsură pentru puterea în SI este wattul (w). În curent alternativ se definesc următoarele puteri:

- *puterea activă*  $P = UI \cos \varphi$  [ w ]

- *puterea reactivă*  $Q = UI \sin \varphi$  [ VAR ] – voltamper reactiv
- *puterea aparentă*  $S = UI$  [ VA ]

Între cele trei puteri există relația:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

**Perioada T** este timpul scurs între două treceri consecutive ale valorii instantanee a semnalului alternativ prin aceleași valori și în același sens de variație. Ca valoare de referință, se ia de obicei trecerea prin zero. Unitatea de măsură pentru perioadă este secunda (s). O perioadă corespunde unei oscilații complete, adică o alternanță pozitivă și una negativă.

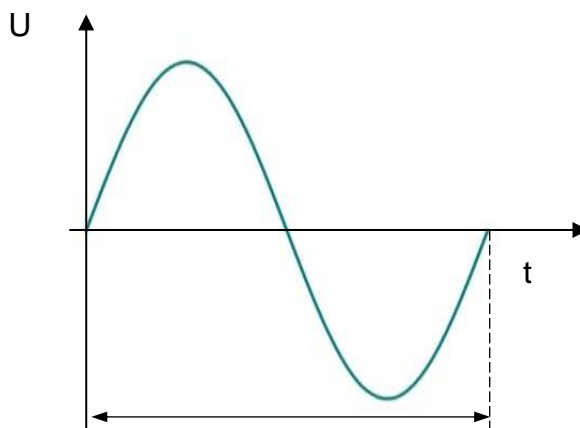


Fig.5.1

**Frecvența f** a semnalului alternativ este inversul perioadei T și reprezintă fizic numărul de oscilații complete pe secundă:

$$f = 1/T.$$

Unitatea de măsură pentru frecvență se numește hertz ( Hz).

**Lungimea de undă** reprezintă drumul parcurs de semnalul alternativ pe durata unei perioade:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}.$$

Unitatea de măsură pentru lungimea de undă este metrul (m).

### 5.1.2.Mărimi optice, definirea lor, unități de măsură.

#### Atenuarea fibrei optice

Lumina care se propagă într-o fibră optică, suferă o atenuare, adică are loc o pierdere de energie. Aceste pierderi trebuie să rămână mici, pentru a putea parcurge distanțe mari, fără regeneratori intermediari. Atenuarea fibrei optice se datorează, în principal, fenomenelor fizice: absorbție și difuzie.

Importanța acestor pierderi luminoase depinde, între altele, de lungimea de undă a luminii injectate. Din această cauză este în general, util să se măsoare atenuarea fibrei optice în funcție de undă (măsura spectrală). Putem astfel determina gamele de undă cu pierderi mici, deosebit de interesante pentru fibra optică.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

În timp ce fenomenul absorbției nu se produce decât la lungimi de undă precise, numite benzi de absorbție (de exemplu 1390 nm : absorbția OH ), pierderile luminoase prin difuzie există pentru toate lungimile de undă. Pentru că difuzia rezultă din fluctuațiile densității (lipsa de omogenitate) în fibra optică și cum aceasta are dimensiuni adesea mai mici decât lungimea de undă a luminii, putem apela la “legea de difuzie a lui Rayleigh”. Aceasta spune: dacă lungimea de undă  $\lambda$  crește, pierderile prin difuzie  $\alpha$  scad cu puterea a 4-a lui  $\lambda$ .

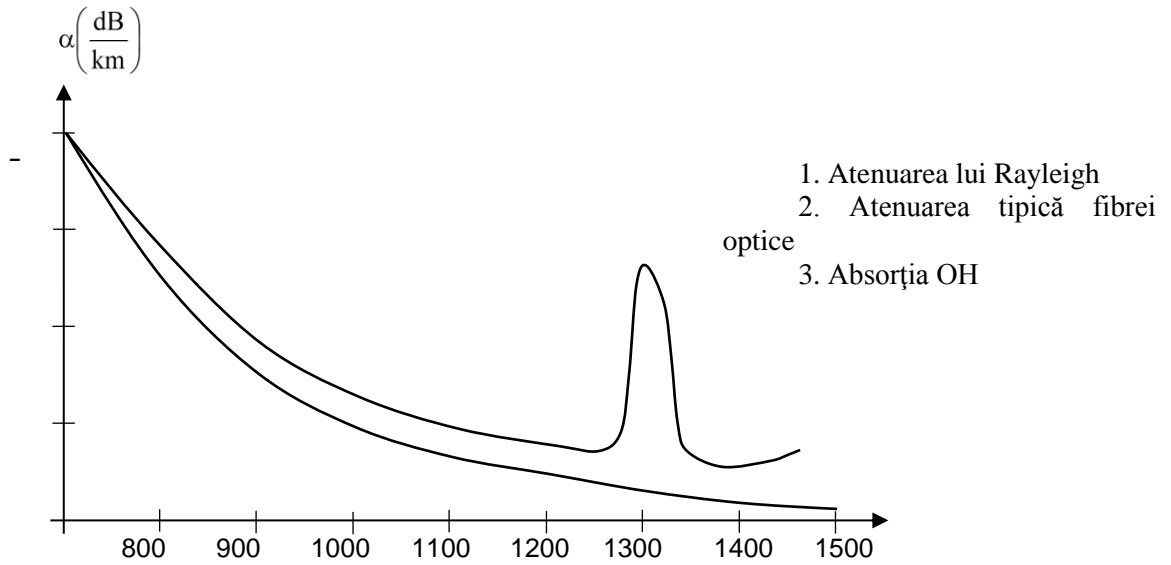


Fig. 5.2. Curba de atenuare a lui Rayleigh

Atenuarea unei fibre optice de lungime  $L$  și cu un coeficient de atenuare  $\alpha$  este egală cu:

$$\alpha \cdot L = 10 \log \frac{P(0)}{P(L)};$$

unde  $\alpha$  = coeficientul de atenuare în dB/km

$P(0)$  este egală cu puterea luminii injectate în fibra optică

$P(L)$  este puterea luminii care se calculează la lungimea  $L$

Fibrele monomod au, la o lungime de undă de 1550 nm, atenuări de 0.2 dB/km, adică doar 4,5% din puterea luminii se pierde pe kilometru.

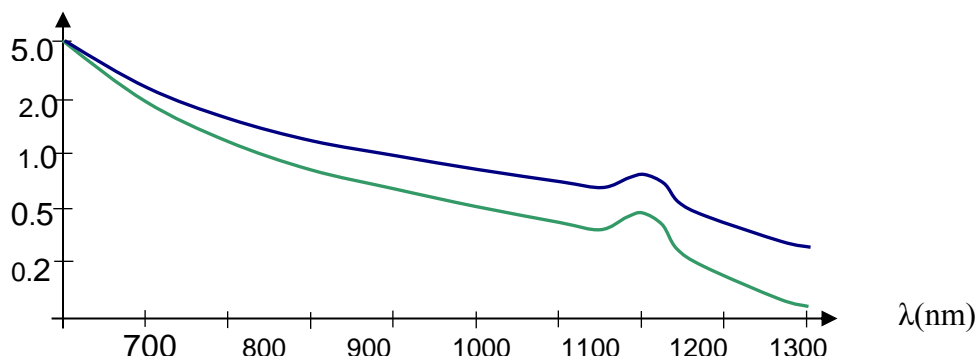


Fig. 2.3. Curbele spectrale ale coeficientului de atenuare ale unei fibre optice mono și multimod:

1-fibră optică multimod 2-fibră optică monomod

Banda de trecere  $B$  este un parametru important pentru definirea proprietăților de transmisie ale unei fibre optice. În practică, banda de trecere este produsul dintre largimea benzii și lungimea caracteristică. În timp ce atenuarea descrie pierderile optice de linie ale fibrei optice, banda de trecere reprezintă o măsură a fenomenului de dispersie.

Un impuls care se propagă în lungul unei fibre optice se împrășteie în timp din cauza dispersiei. Din punct de vedere al frecvenței, acest efect implică faptul că fibra optică se comportă ca un filtru trece jos. Aceasta înseamnă că odată cu creșterea frecvenței de modulație  $f_m$  se diminuează amplitudinea unde luminoase în fibră până la dispariția totală. Fibra optică lasă să treacă semnale de frecvențe joase și atenuază pe cele cu frecvențe înalte. Dacă se măsoară, pentru fiecare frecvență de modulație  $f_m$ , amplitudinile puterii optice la intrarea  $P_1(f_m)$  și la ieșirea  $P_2(f_m)$  a fibrei optice și dacă facem raportul lor, obținem modulul funcției de transfer:

$$H(f_m): H(f_m) = \frac{P_2(f_m)}{P_1(f_m)};$$

$H(f_m)$  este o funcție de frecvență de modulație  $f_m$ .

Obișnuit se normalizează modulul funcției de transfer împărțindu-l cu  $H(0)$ .  $H(0)$  este funcția de transfer pentru o frecvență de modulație  $f_m = 0$ , adică fără modulație.

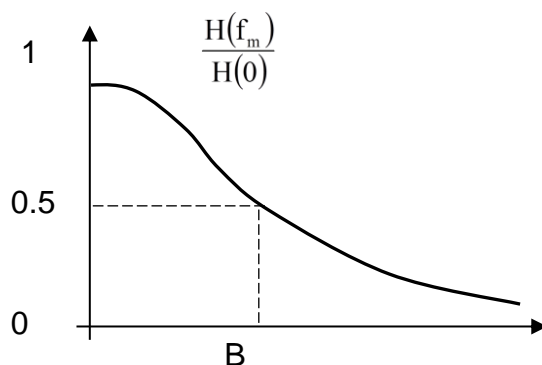


Fig. 5.4. Funcția de transfer a fibrei optice

Figura 5.4. este o curbă tipică. Alura acestei curbe corespunde aproape cu cea a unui filtru trece jos gaussian. Frecvența de modulație pentru care valoarea normalată a modulului funcției de transfer este egală cu 0,5 este numită banda de trecere  $B$  a fibrei optice. Ea corespunde la:

$$\frac{H(f_m = B)}{H(0)} = 0,5$$

Banda de trecere este egală cu intervalul de frecvență în care amplitudinea (puterii optice) comparată cu valoarea sa la frecvența zero a scăzut cu 50%, adică 3 dB.

#### Dispersia cromatică

Impulsurile luminoase se propagă în fibra optică, cu o viteză de grup de  $c_g = c/n_g$ ;  $n_g$  fiind indicele de refracție de grup al sticlei miezului, care depinde de lungimea  $L$ , într-un timp de grup:

$$\mathbf{t}_g = \frac{L}{c_g} = \frac{L}{c} \mathbf{n}_g$$

Deci, timpul de grup, care este o funcție de indicele de grup, depinde și de lungimea de undă  $\lambda$ . Fiecare sursă luminoasă pentru fibră optică, emite lumina sa nu numai pe o lungime de undă  $\lambda$  unică, ci și într-un spectru (lungime spectrală  $\Delta\lambda$ ) distribuit în jurul acestei lungimi de undă. Datorită acestui lucru, cantitățile luminoase în  $\Delta\lambda$  se propagă cu viteze diferite și aceasta implică diferiți timpi de întârziere. Dispersia materialului  $M_0$  este o măsură a variației indicelui de grup  $n_g$  pe diferite lungimi de undă. Ea este egală cu derivata indicelui de grup în raport cu lungimea de undă:

$$M_0(\lambda) = \frac{1}{c} \cdot \frac{dn_g(\lambda)}{d\lambda} = \frac{1}{L} \cdot \frac{dt_g(\lambda)}{d\lambda}$$

Unitatea de măsură a dispersiei este ps/nm · km

Deoarece indicele de refracție de grup  $n_g$  al sticlei de cuarț atinge un minim la o lungime de undă de circa 1300 nm, derivata se anulează în acest punct și dispersia materialului  $M_0(\lambda)$  este infinit de mică la această lungime de undă. Valoarea dispersiei materialului depinde de materialul utilizat. Se poate dopând sticla de miez, să influențeze în anumite limite dispersia, și astfel, punctul zero. Această dispersie se produce în toate fibrele optice. La fibrele multimod în apropierea punctului zero, dispersia modală întrece cu mult dispersia materialului.

Există și un alt efect de dispersie: dispersia ghidului de undă, cu o importanță deosebită pentru fibrele optice monomod. Ea se datorează faptului că distribuția luminii modului fundamental pe sticla miezului și a învelișului este o funcție de lungime de undă. Această dispersie este datorată diferenței relative de indice, care depinde de asemenea, de lungimea de undă  $\Delta = \Delta(\lambda)$ . Cu lungimi de undă  $\lambda$  crescătoare, modul fundamental LP<sub>01</sub> se întinde din sticla miezului în sticla învelișului. Aceasta implică faptul că o cantitate crescătoare de lumină a modului fundamental este ghidată în învelișul care are un indice de refracție mai scăzut decât cel al miezului și, astfel, în plaja lărgimii spectrale  $\Delta(\lambda)$ , există diferențe în timpii de întârziere. Viteza de propagare a undei luminoase este uniformă în sticla miezului și învelișului, adică se formează o valoare medie ponderată a vitezelor în cele două medii.

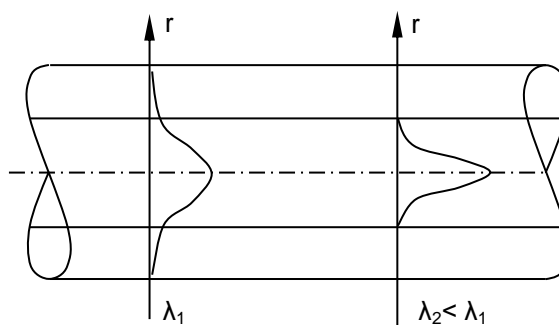


Fig. 5.5. Distribuția energiei modului fundamental în funcție de două lungimi de undă diferite

Suma celor două tipuri de dispersie (dispersia materialului și dispersia ghidului de undă) este numită dispersia cromatică  $M(\lambda)$ :

$$M(\lambda) = M_0(\lambda) + M_1(\lambda)$$

Lungimea de undă  $\lambda_0$  la care dispersia cromatică dispăre este numită lungime de undă la dispersia nulă.

## 5.2. Mijloace de măsurare, etaloane, metode de măsurare

Măsurarea este ansamblu de operații având ca scop determinarea unei valori a unei mărimi. Pentru măsurarea unei mărimi fizice  $x$ , aceasta se compară cu unitatea de măsură  $U_m$ , rezultatul fiind valoarea numerică a mărimii măsurate  $X_m$ . Ecuația fundamentală a măsurării se poate scrie:

$$x = X_m \cdot U_m \quad \text{Exemplu: timp} = 3 \text{ ore}$$

$$\text{tensiune} = 40 \text{ kV}$$

$$\text{masă} = 60 \text{ kg}$$

Mărimea de măsurat  $x$  se mai numește și *măsurand*.

Din punct de vedere practic, măsurarea poate fi o:

- operație, atunci când operatorul execută manevrele necesare (măsurarea lungimii cu șublerul)
- proces, atunci când odată realizate anumite condiții, măsurarea se efectuează pe baza energiei proprii a sistemului (măsurarea tensiunii electrice cu voltmetrul)

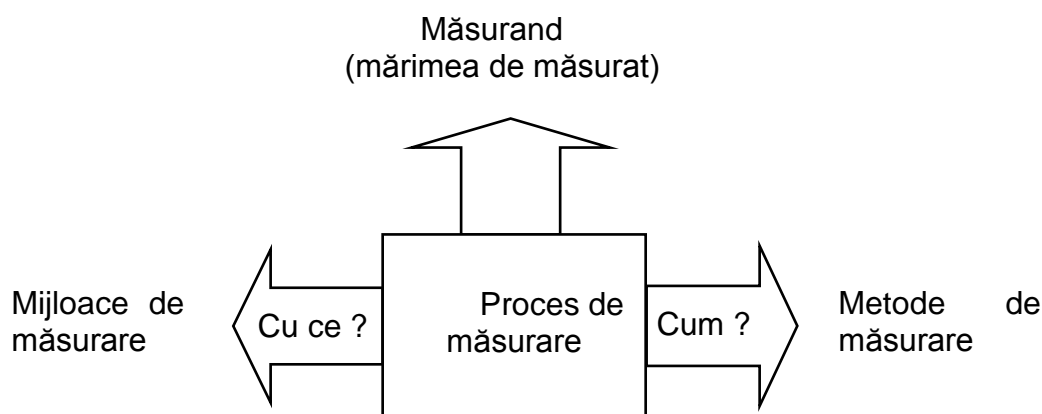


Fig. 5.6. Schema procesului de măsurare.

Principalele elemente ale procesului de măsurare sunt:

- Mărimea de măsurat (măsurandul) care reprezintă un atribut al unui fenomen, corp sau substanță, care este susceptibil de a fi diferențiat calitativ și determinat cantitativ.
- Mijloacele de măsurare care reprezintă mijloacele tehnice utilizate pentru obținerea, prelucrarea, transmiterea și stocarea unor informații.
- Metode de măsurare care reprezintă succesiunea logică a operațiilor utilizată în efectuarea măsurărilor.

### Mijloace de măsurare

Mijloacele de măsurare sunt acele mijloace tehnice cu ajutorul cărora se determină cantitativ mărimile de măsurat.

#### Clasificarea mijloacelor de măsurare

a) În funcție de complexitate:

- măsura reprezintă mijlocul de măsurare ce materializează una sau mai multe valori ale unei mărimi fizice. Exemple: riglă gradată, măsură de volum, de masă etc.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

- aparatul de măsurat este un dispozitiv destinat a fi utilizat pentru a efectua măsurări, singur sau asociat cu unul sau mai multe dispozitive suplimentare. Exemple: voltmetru, termometru, ceas, micrometrul, etc.
  - sistemul de măsurare este un ansamblu complet de mijloace de măsurare și alte echipamente reunite pentru efectuarea unor măsurări specificate. Exemple: tomograful, electrocardiograful, etc.
- b) *În funcție de destinație:*
- mijloace de măsurare etalon care servesc la materializarea, conservarea legală și transmiterea unităților de măsură altor mijloace de măsurare.
  - mijloace de măsurare de lucru care sunt utilizate în toate domeniile de activitate pentru efectuarea măsurărilor.
- c) *După forma prezentării rezultatului:*
- mijloace de măsurare analogice la care rezultatul măsurării este o funcție continuă. Valoarea măsurată este obținută prin aprecierea poziției unui indice în raport cu reperetele unei scări gradate.
  - mijloace de măsurare digitale (numerice) la care rezultatul măsurării este prezentat direct sub formă numerică.

### Etaloane

Etalonul este o măsură, aparat de măsurat sau sistem de măsurare, destinat a defini, realiza, conserva, sau reproduce o unitate sau una sau mai multe valori ale unei mărimi pentru a servi ca referință.

După rolul lor există următoarele categorii de etaloane:

- Etaloane de definiție care materializează definiția unei anumite unități de măsură printr-un obiect sau experiment. Exemplu: generarea unității de măsură pentru masă – kilogramul etalon.
- Etaloanele de conservare sunt caracterizate de un parametru fizic foarte stabil în timp și față de influențele exterioare.
- Etalonul de transfer este utilizat ca intermediar pentru a compara între ele etaloane.
- Etalonul de lucru este utilizat în mod curent pentru a etalona sau verifica mijloace de măsurare.

În funcție de exactitate etaloanele pot fi:

- Etaloane primare care sunt recunoscute ca având cele mai înalte calități metrologice și a căror valoare este atribuită fără raportare la alte etaloane ale aceleiași mărimi. Sunt cunoscute sub forma etaloanelor internaționale și naționale.
- Etaloane secundare, a căror valoare este atribuită prin comparare cu etalonul primar al aceleiași mărimi.
- Etaloane de referință, care sunt disponibile într-un loc dat și de la care derivă măsurările care sunt efectuate în acel loc.
- Etaloane de lucru, care sunt utilizate ca intermediar pentru a compara între ele alte etaloane.

### Metode de măsurare

Metoda de măsurare cuprinde ansamblu de relații teoretice și operații practice folosite la efectuarea măsurării pe baza unui principiu dat.

#### **Clasificarea metodelor de măsurare**

a) *după exactitatea obținută*

- metode de măsurare de laborator: metode utilizate în mod repetat, cu mijloace de exactitate ridicată, asupra rezultatului efectuându-se calculul erorilor.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

- metode de măsurare industriale: metode utilizate cu aparate mai puțin sensibile, dar robuste, integrate procesului tehnologic, urmărindu-se menținerea sub control a mărimii măsurate.
- b) *după modul de prezentare a rezultatului măsurării:*
  - metode de măsurare analogice la care mărimea de ieșire (rezultatul măsurării) variază în mod continuu.
  - metode de măsurare digitale la care mărimea de ieșire variază în mod discontinuu sub formă de cifre.
- c) *după modul de obținere a valorii măsurate:*
  - metode directe la care se obține nemijlocit valoarea măsurată. Exemplu măsurarea lungimii cu șublerul, măsurarea tensiunii cu voltmetrul.
  - metode indirecte: valoarea mărimii de măsurat rezultă prin calculul în funcție de alte mărimi efectiv măsurate. Exemplu măsurarea rezistenței electrice cu ampermetrul și voltmetrul, măsurarea volumului folosind rigla.
  - metode de comparație: mărimea de măsurat este comparată cu o mărime de referință. Exemplu măsurarea rezistenței electrice cu puntea Wheatstone.
- d) *după modul de sesizare a valorii măsurandului:*
  - cu contact: suprafețele de măsurare ale aparatului vin în contact direct cu suprafața piesei.
  - fără contact: mijlocul de măsurare nu este prevăzut cu sistem de palpare, transmitere și amplificare.

### 5.3. Erori de măsurare

Din cauza imperfecțiunii aparatului de măsurat și operatorului, precum și datorită prezenței unor factori perturbatori (temperatură, umiditate, câmpuri electrice etc) rezultatul măsurării este întotdeauna afectat de o eroare. Cu cât eroarea este mai mică, exactitatea măsurării este mai bună.

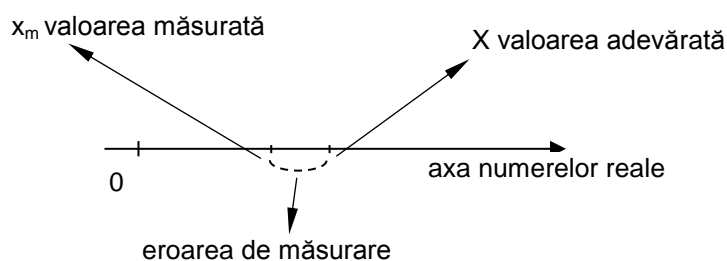


Fig. 5.7. Valorile măsurandului

Exactitatea măsurării este gradul de concordanță între rezultatul măsurării și valoarea adevărată a mărimii. Deoarece valoarea adevărată nu poate fi cunoscută, pentru aprecierea calității unei măsurări se compară valoarea măsurată cu o valoare de referință  $x_0$  obținută prin măsurări efectuate cu mijloace de măsurare etalon.

*Eroare absolută:*

$$\Delta x = x_m - x_0$$

Eroare absolută este diferența dintre valoarea măsurată și valoarea de referință. Ea se exprimă în aceleași unități de măsură ca și mărimea de măsurat. Poate fi pozitivă, negativă sau zero. Arată cu cât diferă valoarea măsurată față de valoarea de referință.



*Eroarea relativă:*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100 = \frac{x_m - x_0}{x_0} \cdot 100 [\%]$$

Eroarea relativă este raportul dintre eroarea absolută și valoarea de referință. Fiind un raport între două mărimi fizice de aceeași natură, eroarea relativă este un număr și se exprimă în procente. Eroarea relativă arată precizia cu care se efectuează măsurarea.

*Exemplu:* Se măsoară tensiunea unei baterii de 5V și se obține valoarea de 6V.

$$\Delta x = x_m - x_0 = 6 - 5 = 1V$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100 = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20\%$$

Se măsoară tensiunea de 220V și se obține valoarea de 219V.

$$\Delta x = x_m - x_0 = 219 - 220 = -1V$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100 = \frac{-1}{220} \cdot 100 = -0.45\%$$

Deși eroarea absolută este aceeași ca valoare, a doua măsurare este mai precisă.

### ***Erorile aparatelor de măsurat***

*Eroarea instrumentală* este diferența între indicația în momentul măsurării și indicația exactă (de referință) a aparatului (instrumentului) de măsurat.

$$\Delta a = a_m - a$$

Eroarea instrumentală se exprimă în aceleași unități de măsură ca și mărimea de măsurat și poate avea diferite valori.

*Eroarea instrumentală tolerată* reprezintă valoarea maximă admisibilă a erorii instrumentale. Această eroare caracterizează fiecare aparat și este stabilită prin construcție de producătorul de aparate de măsurat.

*Eroarea absolută cu semn schimbat* se numește corecție c:

$$c = -\Delta x.$$

Corecția este adăugată la rezultatul măsurării pentru a obține valoarea mărimii de măsurat:

$$x = x_m + c$$

*Eroarea raportată tolerată* este raportul între eroarea instrumentală tolerată și valoarea maximă pe care o indică aparatul respectiv, exprimat de obicei în procente:

$$\varepsilon_{\text{rap}} = \frac{(a_m - a)_{\text{max}}}{a_{\text{max}}} \cdot 100 [\%]$$

unde  $a_{\max}$  este indicația (valoarea de la capătul scării).

Eroarea raportată tolerată este o mărime specifică fiecărui aparat de măsurat și, în funcție de ea, se stabilește clasa de precizie.

### *Clasa de precizie (exactitate) a aparatelor*

Clasa de precizie a unui aparat de măsurat electric este un număr egal cu eroarea raportată tolerată (maxim admisă) exprimată în procente. Clasa de precizie este indicată pe cadranul fiecărui aparat de măsurat.

Pentru aparatele de măsurat electrice fabricate în România, se folosesc următoarele clase de precizie : 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5. Clasa de precizie caracterizează aparatul și nu măsurarea. Pentru a obține o precizie cât mai bună a măsurării se recomandă să se folosească aparatul de măsurat astfel încât să se obțină o indicație cât mai mare (în cea de-a doua jumătate a scării gradate).

## 5.4. Aparate de măsură

### 5.4.1. Voltmetrul

Voltmetrul este un mijloc de măsurare folosit pentru măsurarea tensiunii electrice. Voltmetrul poate fi analogic sau digital.



Conectarea voltmetrului în circuit

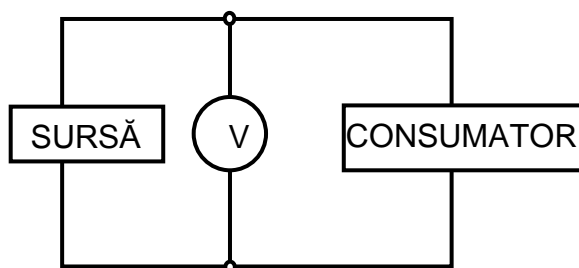


Fig. 5.8. Conectarea corectă a voltmetrului în circuit

Voltmetrul se conectează în paralel cu circuitul, sursa sau consumatorul. Prin introducerea voltmetrului în circuit se produc erori sistematice de metodă prin faptul că voltmetrul are o rezistență internă proprie notată  $R_v$ . Pentru ca erorile făcute în măsurători să fie cât mai mici trebuie ca  $R_v \gg R$  rezistența circuitului.

În practică:

$$R_v \geq k\Omega \div \text{sute } k\Omega.$$

În cazul conectărilor greșite, adică voltmetrul este montat în serie cu circuitul, curentul prin circuit scade foarte mult și consumatorul poate să numai funcționeze normal.

*Observație:* Este interzis a se conecta voltmetrul în serie în circuit.

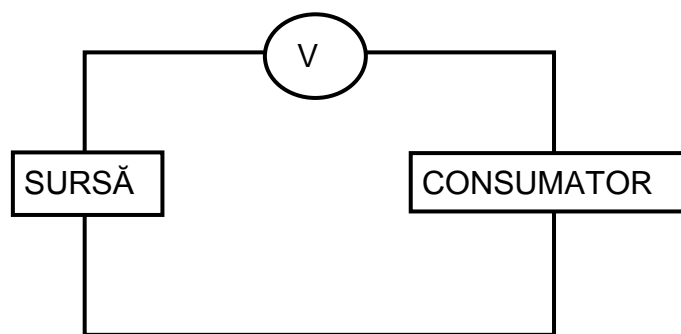


Fig. 5.9 Conectarea greșită a voltmetrului

*Voltmetre de curent continuu*

Voltmetrul se conectează în paralel cu circuitul. Sursa este de curent continuu (baterie) iar consumatorul este un rezistor R.

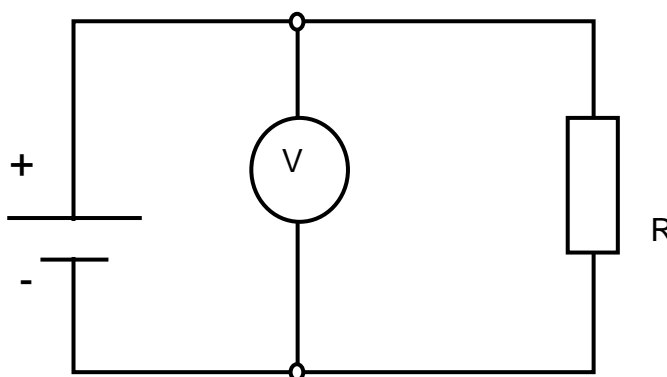


Fig. 5.10. Voltmetru de curent continuu

Se va respecta polaritatea curentului continuu adică plusul sursei se va conecta la plusul voltmetrului și minusul sursei se va la minusul voltmetrului. În caz de nerespectare a polarității, acul indicator se va deplasa spre zero și se va putea rupe.

Ca aparat indicator în curent continuu se va folosi, de regulă, un voltmetru magnetoelectric.

*Voltmetre de curent alternativ*

Voltmetrul se conectează în paralel cu circuitul. Sursa este un generator de semnal alternativ G iar consumatorul este o impedanță Z (mărime complexă formată din rezistență, inductanță și capacitate).

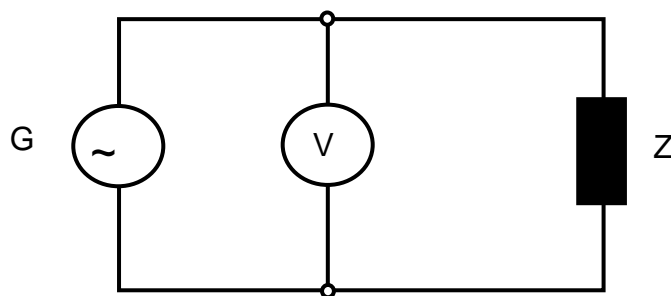


Fig. 5.11. Voltmetru de curent alternativ

În curent alternativ nu contează polaritatea bornelor. În curent alternativ se poate folosi un voltmetru magnetoelectric asociat cu un dispozitiv redresor care transformă curentul alternativă în curent continuu. Se poate folosi și un dispozitiv feromagnetic pentru sute de volți. Pentru valori mai mari ale tensiunii se va asocia o rezistență adițională sau transformator de măsură de tensiune. Voltmetrul electrodinamic are cea mai bună clasă de precizie. Voltmetrele măsoară valoarea efectivă a tensiunii alternative sinusoidale.

*Voltmetre cu mai multe domenii de măsurare*

Sunt prevăzute cu un selector (comutator) sau cu mai multe borne cu ajutorul cărora se alege domeniul în funcție de valoarea tensiunii ce trebuie măsurată. Pentru fiecare scară și domeniu de măsurare, la voltmetrele analogice, se va calcula constanta scării :

$$C_U = \frac{U_n}{\alpha_{\max}} \left[ \frac{V}{\text{div}} \right]; \quad U = C_U \cdot \alpha \text{ [V]}, \text{ unde:}$$

$U_n$  – valoarea tensiunii nominale pentru domeniul respectiv

$\alpha_{\max}$  – numărul maxim de diviziuni ale scării gradate

$\alpha$  - numărul de diviziuni arătate de acul indicator

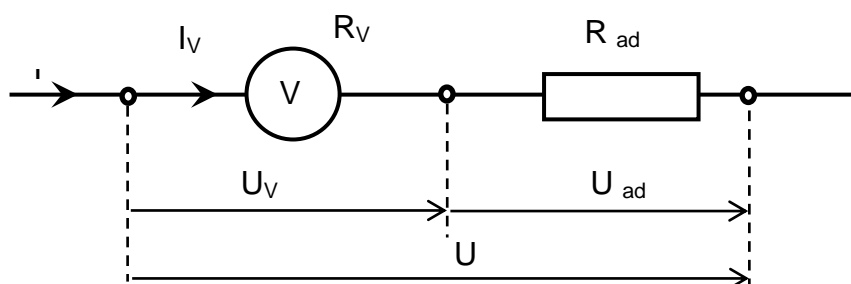
*Aplicație:* Un voltmetru cu  $U_n = 2,5V$  în curent continuu are scara  $\alpha_{\max} = 50$  diviziuni. Acul indică 30 diviziuni. Ce tensiune se măsoară ?

$$C_{2,5V} = \frac{2,5V}{50\text{div}} = 0,05 \frac{V}{\text{div}}$$

$$U = C_U \cdot \alpha = 0,05 \frac{V}{\text{div}} \cdot 30\text{div} = 1,5V.$$

Extinderea domeniului de măsurare al voltmetrului cu rezistență adițională  $R_{ad}$

Rezistența adițională este o rezistență de valoare mare, care se montează în serie cu voltmetrul și pe care cade o parte din tensiunea de măsurat. Deoarece voltmetrul și rezistența adițională  $R_{ad}$  sunt conectate în serie, ele sunt străbătute de același curent  $I = I_V$



Conform legii lui Ohm scriem:

$$I_V = \frac{U_V}{R_V}; \quad I = \frac{U}{R_V + R_{ad}}$$

$$\frac{U}{U_V} = \frac{R_V + R_{ad}}{R_V} = 1 + \frac{R_{ad}}{R_V};$$

Se face notația:

$$\frac{U}{U_V} = n,$$

numit coeficient de multiplicare al tensiunii, care arată de câte ori tensiunea de măsurat este mai mare decât tensiunea nominală a voltmetrului.

Rezultă:

$$n = 1 + \frac{R_{ad}}{R_V}; \quad R_{ad} = R_V(n-1)$$

*Aplicație:* Pentru un voltmetru cu  $R_V = 1k\Omega$  și  $U_V = 10mV$ , se cere rezistența adițională necesară pentru a măsura  $U = 1V$ .

$$1V = 1000mV \cdot n = \frac{U}{U_V} = \frac{1000}{10} = 100; \quad R_{ad} = R_V(n-1) = 1 \cdot 10^3(100-1) = 99000\Omega = 99k\Omega$$

Rezistența în ohmi pe volt ce caracterizează un aparat este inversul curentului său nominal.

$$R\left(\frac{\Omega}{V}\right) = \frac{1}{I_a}$$

#### 5.4.2. Ampermetrul

Ampermetrul este un mijloc de măsurare folosit pentru măsurarea intensității curentului electric. Ampermetrul poate fi analogic sau digital.

Schema unui ampermetru



Conectarea ampermetrului în circuit

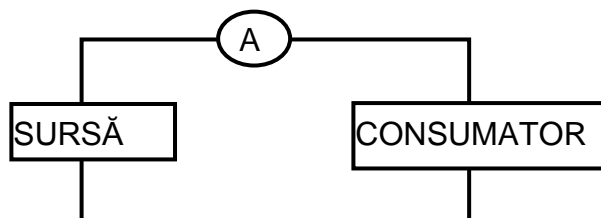


Fig. 5.12. Conectarea corectă a ampermetrului în circuit

Ampermetrul se conectează în serie cu circuitul. Prin introducerea ampermetrului în circuit se produc erori sistematice de metodă prin faptul că ampermetrul are o rezistență internă proprie notată cu  $r_A$ . Pentru ca erorile făcute în măsurări să fie cât mai mici, trebuie ca  $r_A \ll R$ , rezistența circuitului. În practică  $r_A \leq \Omega$  sau zeci  $\Omega$ .

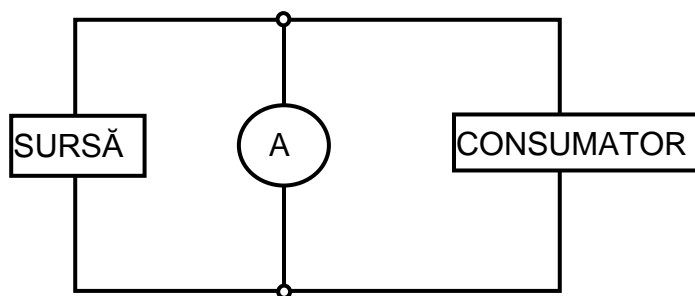


Fig. 5.13. Conectarea greșită a ampermetrului în circuit

În cazul conectării greșite a ampermetrului în circuit, adică în paralel cu circuitul, curentul prin ampermetru crește foarte mult ceea ce poate duce la deteriorarea sau chiar distrugerea aparatului.

*Observație:* Este interzis a se conecta ampermetrul în paralel în circuit

*Ampermetre de curent continuu*

Ampermetrul se conectează în serie cu circuitul. Sursa este de curent continuu (baterie) iar consumatorul este un rezistor R.

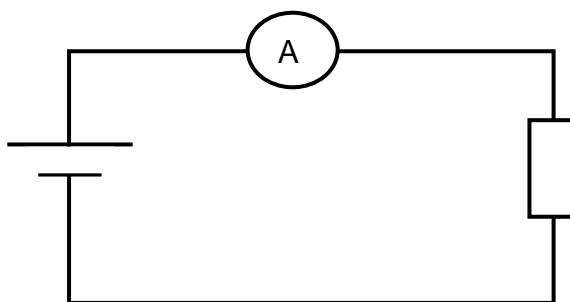


Fig. 5.14. Ampermetru de curent continuu

Se va respecta polaritatea curentului continuu adică plusul sursei se va conecta la plusul ampermetrului și minusul sursei se va la minusul ampermetrului. În caz de nerespectare a polarității, acul indicator se va deplasa spre zero și se va putea rupe.

Ca aparat indicator în curent continuu se va folosi, de regulă, un ampermetru magnetoelectric.

*Ampermetre de curent alternativ*

Ampermetrul se conectează în serie cu circuitul. Sursa este un generator de semnal alternativ G iar consumatorul este o impedanță Z (mărime complexă formată din rezistență, inductanță și capacitate).

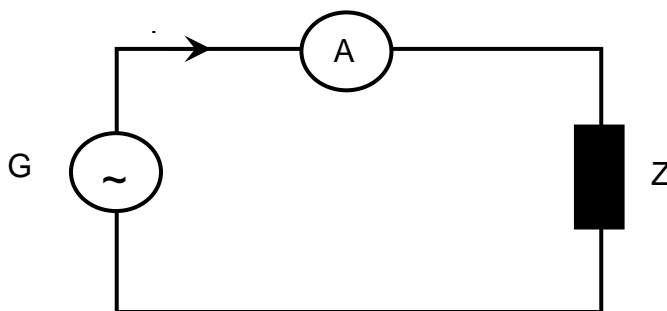


Fig 5.15 Ampermetru de curent alternativ

În curent alternativ nu contează polaritatea bornelor. Ampermetrul măsoară valoarea efectivă a intensității curentului alternativ.

În curent alternativ se poate folosi un ampermetru magnetoelectric asociat cu un dispozitiv redresor care transformă curentul alternativ în curent continuu. Se poate folosi un dispozitiv feromagnetic pentru aparate de tablou, pentru curenți de 1 sau 5 A. Pentru valori mari ale curentului alternativ de sute de amperi, se asociază cu șunturi sau transformatoare de măsură de curent. Ampermetrul electrodinamic are cea mai bună clasă de precizie.

*Ampermetre cu mai multe domenii de măsurare*

Sunt prevăzute cu un selector (comutator) sau cu mai multe borne cu ajutorul cărora se alege domeniul în funcție de valoarea curentului ce trebuie măsurat. Pentru fiecare scară și domeniu de măsurare, la ampermetrele analogice, se va calcula constanta scării :

$$C_I = \frac{I_n}{\alpha_{\max}} \left[ \frac{A}{\text{div}} \right]; \quad I = C_I \cdot \alpha \text{ [A]}, \text{ unde:}$$

$I_n$  – valoarea tensiunii nominale pentru domeniul respectiv

$\alpha_{\max}$  – numărul maxim de diviziuni ale scării gradate

$\alpha$  - numărul de diviziuni arătate de acul indicator

*Aplicație:* Un ampermetru cu  $I_n = 10\text{mA}$  în curent continuu are scara  $\alpha_{\max} = 100$  diviziuni. Acul indică 57 diviziuni. Ce curent se măsoară ?

$$C_{10A} = \frac{10A}{100\text{div}} = 0,1 \frac{A}{\text{div}} \quad I = C_I \cdot \alpha = 0,1 \frac{A}{\text{div}} \cdot 57\text{div} = 5,7A$$

*Extinderea domeniului de măsurare al ampermetrului cu șunt*

Șuntul este o rezistență electrică, de obicei de valoare mică, și care se montează în paralel pe aparatul de măsurat și prin care trece o parte din curentul de măsurat.

Conform legii lui Ohm, putem scrie :

$$U = R_S \cdot I_S = r_A \cdot I_A$$

$$R_S = \frac{r_A \cdot I_A}{I_S}; \quad I = I_A + I_S \quad \Rightarrow \quad R_S = \frac{r_A \cdot I_A}{\frac{I - I_A}{I_A}} = \frac{r_A}{\frac{I}{I_A} - 1}$$

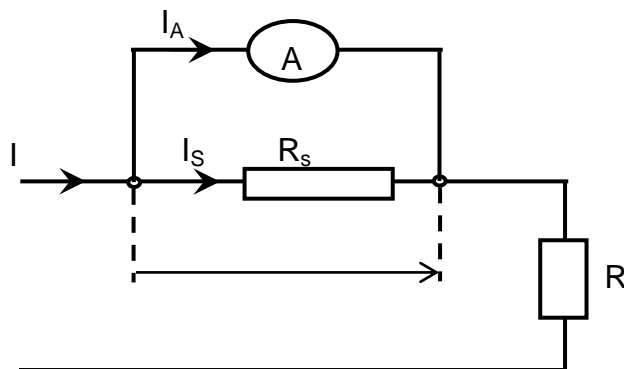


Fig. 5.16. Ampermetru cu șunt

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Notăm raportul  $\frac{I}{I_A} = n$  - numit coeficient de multiplicare sau factor de șuntare care arată de câte ori curentul de măsurat  $I$  este mai mare decât curentul nominal al ampermetrului  $I_A$ .

$$R_s = \frac{r_A}{n-1}.$$

*Aplicație:* Să se determine rezistența unui șunt pentru un ampermetru care are  $I_A=2\text{mA}$  și  $r_A=5\Omega$  pentru a măsura un curent  $I=10\text{mA}$ .

$$n = \frac{I}{I_A} = \frac{10}{2} = 5; \quad R_s = \frac{r_A}{n-1} = \frac{5}{5-1} = 1,25\Omega.$$

Șuntul universal este un ansamblu de rezistențe conectate între ele în serie și care se distribuie fie în serie, fie în paralel cu aparatul de măsurat în funcție de un comutator care schimbă domeniile de măsurare.

### 5.4.3. Megohmetrul

Pentru măsurarea rezistențelor foarte mari, peste  $10^5\Omega$ , se folosesc megohmetre. Se construiesc asemănător cu ohmmetrele serie, dar au ca sursă interioară de tensiune un mic generator de curent continuu cu magnet permanent (magnetou) acționat manual, care furnizează o tensiune înaltă de 500, 1000 sau 2500V, sau un convertor electronic care transformă tensiunea continuă dată de o baterie obișnuită (9V) într-una alternativă care, după ridicarea la valoarea necesară cu ajutorul unui transformator este redresată și filtrată. Ca aparat indicator se utilizează un miliampermetru magnetoelectric cu bobină simplă sau de tip logometru. Limitele de măsurare ale megohmmetrelor sunt cuprinse între 0,2 și 500 M $\Omega$ , uneori până la 10000 M $\Omega$ . Cea mai bună clasă de precizie a acestor instrumente este de  $\pm 1\%$ .

Megohmmetrul cu logometru magnetoelectric prezintă avantajul că indicația sa este independentă de tensiunea sursei de alimentare. La aceste aparate, rezistența de măsurat  $R_X$  se conectează, fie în serie, fie în paralel, cu una dintre bobinele mobile ale logometrului, așezate la  $90^\circ$  și fixate pe același ax. La echilibru, momentele celor două cupluri care acționează asupra celor două bobine devin egale, iar deviația este o funcție de raportul curenților ce parcurg bobinele. Ca urmare, curentul prin una dintre bobinele mobile ale logometrului depinde de valoarea rezistenței de măsurat, curentul prin cealaltă bobină fiind independent de aceasta. Deviația logometrului este determinată de raportul curenților din cele două bobine. Ambii curenți fiind proporționali cu tensiunea sursei, raportul lor nu depinde de aceasta.



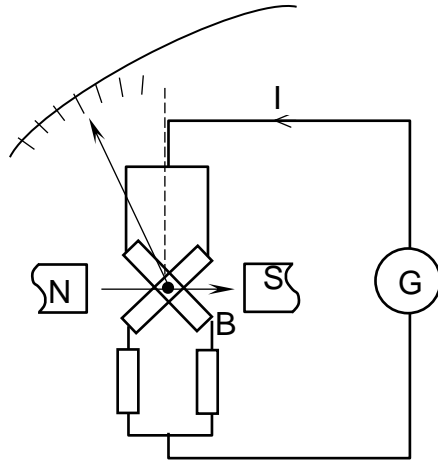


Fig 5.17. Dispozitivul logometric

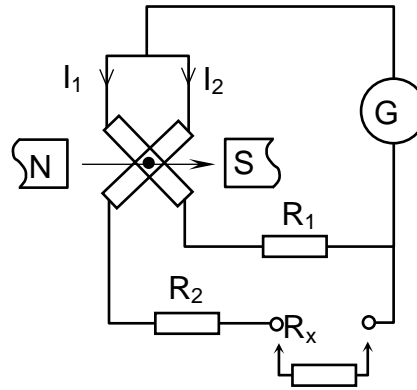


Fig 5.18. Schema electrică a megohmmetrului

$$\alpha_i = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = f\left(\frac{R_1}{R_2 + R_x}\right) = f_2(R_x)$$

în care  $R_1$  și  $R_2$  sunt rezistențele bobinelor logometrului.

Indicațiile megohmmetrului cu logometru sunt în funcție numai de rezistența de măsurat, fiind independente de tensiunea sursei, adică de viteza de rotație a manivelei inductorului. Ca urmare, aceste megohmmetre nu necesită nici o reglare prealabilă măsurării.

#### 5.4.4. Punți R L C

În practică se întâlnesc frecvent punți care permit măsurarea rezistențelor, inductanțelor și capacităților cunoscute sub numele de punți universale sau punți RLC. Schema punților universale permite realizarea, printr-o simplă manevrare a unui comutator, fie a unui montaj de punte de curent continuu (puntea Wheatstone), fie a unor montaje de punți de curent alternativ (punți Maxwell, Wien, Sauty, Nernst)

Punțile universale RLC sunt alcătuite, în general, din : un generator stabilizat (de obicei de 1000 Hz în joasă frecvență și 1 MHz la înaltă frecvență), un redresor pentru alimentarea în curent continuu, rezistențe de raport, elemente etalon de comparație (rezistențe, inductanțe, condensatoare), un aparat indicator de zero (de obicei un voltmetru electronic). Elementele reglabile sunt etalonate direct în unitățile mărimilor de măsurat.

Schema unei punți universale RLC este prezentată în figura 5.19:

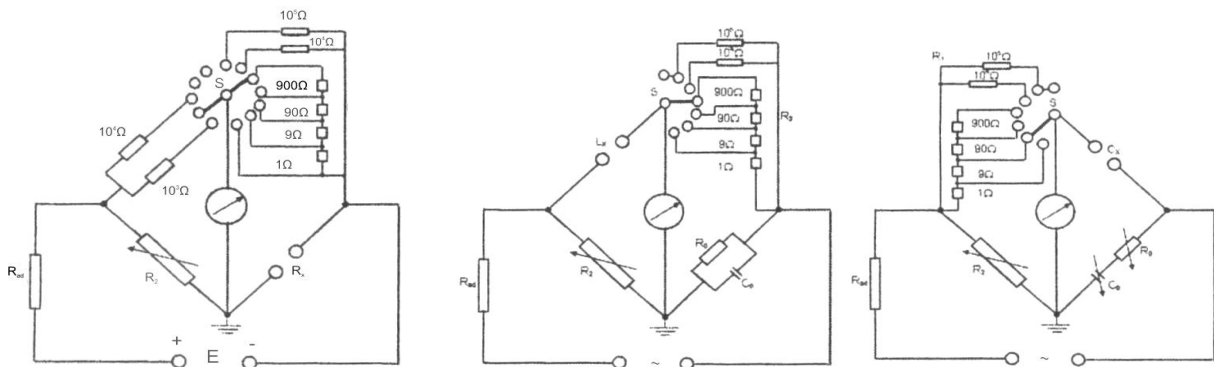


Fig 5.19. Schema punților RLC

## EFFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

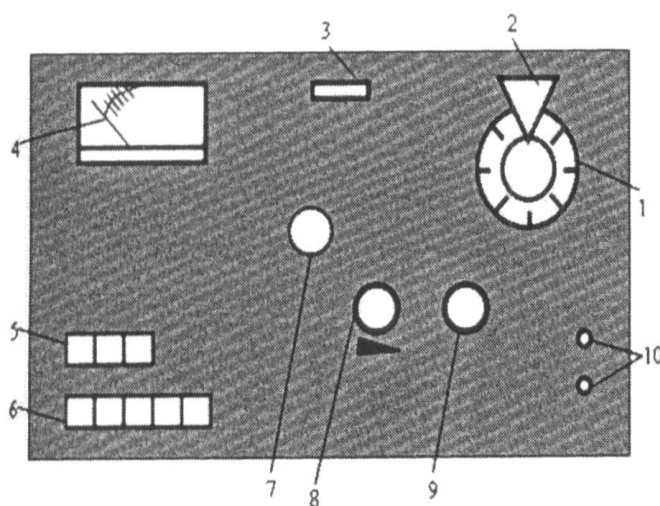
Măsurarea rezistențelor se face cu montajul de punte Wheatstone (fig. 5.19.a) Se pot măsura rezistențe între  $0,1\Omega$  și  $10^6\Omega$ , cu o precizie de  $\pm 1\%$ . Pentru măsurarea rezistențelor mai mici de  $1\Omega$ , din valoarea obținută trebuie scăzute rezistențele conductoarelor de legătură și a contactelor din interiorul punții, precum și a celor din exterior.

Inductanțele se măsoară cu un montaj de punte Maxwell (fig. 5.19.b). Se pot măsura inductanțe cuprinse între  $10^{-6}$  și  $100\text{H}$ , cu o eroare de  $\pm 1\%$ .

Capacitățile se măsoară cu un montaj de punte Sauty (fig. 5.19.c), unde ca element de comparație se folosește condensatorul  $C_0$ , montat în brațul alăturat condensatorului de măsurat. Domeniul de măsurare este cuprins între  $10^{-5}$  și  $100\ \mu\text{F}$ , cu o eroare de măsurare  $\pm 1\%$ . Odată cu măsurarea capacităților se poate determina și tangenta unghiului de pierderi.

Pentru a da posibilitatea măsurării cu același aparat a mai multor elemente de circuit, punțile industriale se realizează sub formă combinată, putându-se realiza diverse tipuri de punți în același aparat, cu ajutorul unor comutatoare.

Panoul frontal al unei punți RLC - cuprinde următoarele elemente (conform schemei):



- 1 - discul cu scările gradate de măsură
- 2 - plăcuța transparentă cu linie de reper pentru citirea scărilor
- 3 - lampa de semnalizare a tensiunii din rețea
- 4 - instrument indicator de zero
- 5 - comutatorul modului de funcționare (R,L,C)
- 6 - comutatorul subdomeniilor de lucru (5 poziții, x 1, x 10, x  $10^2$ , x  $10^3$ , x  $10^4$ )
- 7 - butonul de demultiplicare a mișcărilor discului gradat
- 8 - potențiometrul de sensibilitate cu întrerupător de rețea
- 9 - potențiometrul de compensare a rezistenței bobinei
- 10 - bornele de conectare a obiectului de măsurat (rezistenței  $R_x$ )

Fig. 5.20. Panoul frontal al punții RLC

Apariția aparaturii numerice a dus la realizarea unor punți a căror performanță se impune tot mai mult în raport cu punțile anterioare. Cunoscute sub denumirea de punți digitale, acestea se caracterizează prin clasă de precizie mult superioară punților analogice și printr-o gamă de măsură mult lărgită. Aceste punți digitale au posibilitatea ca rezultatul măsurării să fie afișat, cu ajutorul unui display LCD, direct pe ecran.



Fig. 5.21. Punți digitale

### 5.4.5. Impedanțmetrul (zetmetrul)

Măsurarea exactă a impedanței este importantă pentru cunoașterea comportării elementelor de circuit, precum și a subsansamblurilor funcționale, a liniilor de transmisie aeriene sau în cablu, a antenelor etc.

Impedanța  $Z$  este o mărime vectorială exprimată prin modulul  $|Z|$  și argument  $\varphi$  sau prin componenta reală (rezistivă)  $R$  și componenta imaginară (reactivă)  $X$ .

$$Z = |Z| \cdot e^{j\varphi} = R + j \cdot X.$$

Componentele impedanței variază de obicei cu frecvența deci trebuie specificată frecvența de măsură, aleasă de obicei în domeniul de frecvențe în care este folosită acea impedanță. Trebuie apreciat după specificul măsurării, dacă nu este suficientă cunoașterea numai a modulului impedanței, care se măsoară mai ușor decât componentele  $R$  și  $X$  sau modulul și argumentul.

Impedanțmetrul (zetmetrul) folosește o măsurare indirectă de curent. Un generator cu rezistența internă și tensiunea cunoscută  $V$  alimentează un circuit serie format din impedanța  $Z_X$  al cărui modul se măsoară și o rezistență etalon  $r$  de valoare comparativ mică.  $r \ll |Z_X|$ . Curentul prin circuit este :

$$I = \frac{U}{Z_X + r} \cong \frac{U}{|Z_X|}$$

Intensitatea curentului prin circuit este invers proporțională cu modulul impedanței  $Z_X$ . Se măsoară indirect curentul prin căderea de tensiune ce apare la bornele rezistenței  $r$ :

$$u = r \cdot I = r \cdot \frac{U}{|Z_X|}$$

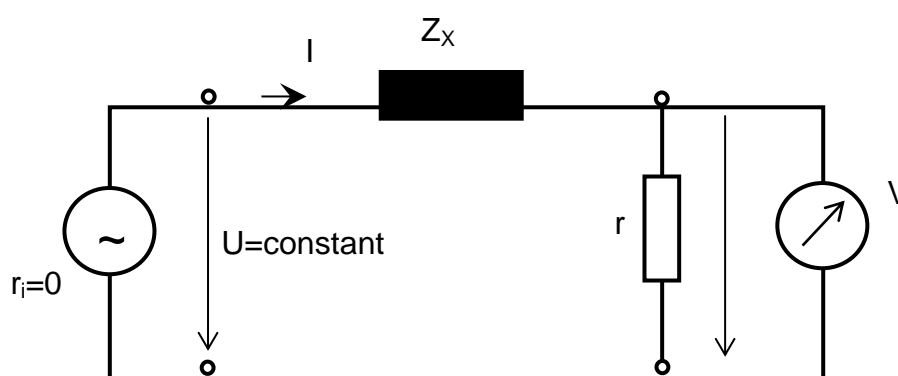


Fig.5.22. Principiul măsurării cu impedanțmetrul (zetmetrul)

Indicația voltmetrului electronic este invers proporțională cu modulul impedanței  $Z_X$ , deci scara sa se poate grada direct în valori de modul ale impedanței  $Z_X$ . Pentru a lărgi domeniul de măsurare, trebuie să se modifice tensiunea generatorului sau sensibilitatea voltmetrului electronic. De obicei se utilizează un montaj în care impedanța ce se măsoară se introduce printr-un autotransformator. Această variantă prezintă avantajul că impedanța care apare între capetele

autotransformatorului depinde de raportul de transformare, care poate fi variat prin prize convenabil alese.

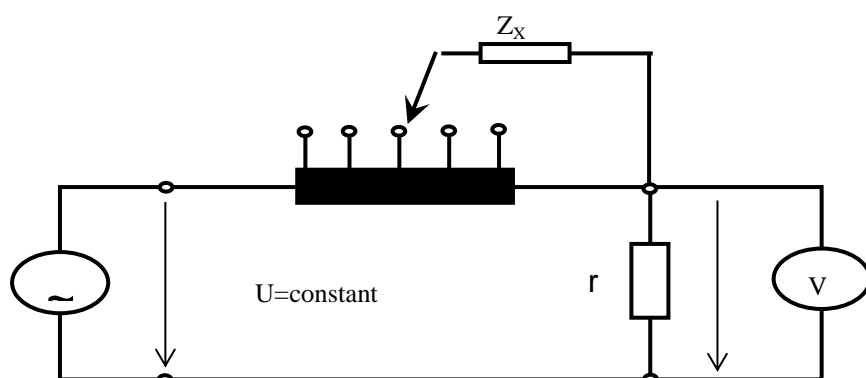


Fig.5.23. Zetmetrul cu autotransformator

Montajul cu autotransformator are neajunsul că, atunci când în circuit nu este montată nici o impedanță ( $Z_X = \infty$ ), circuitul este parcurs de curentul prin autotransformator, deci există totuși o indicație la voltmetrul electronic.

Spre a evita acest neajuns, s-au introdus două autotransformatoare cu prize.

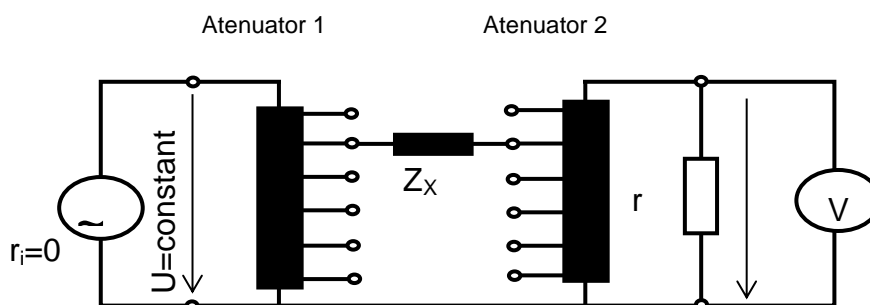


Fig. 5.24. Zetmetrul cu două autotransformatoare

Impedanța  $Z_X$  se introduce între prizele cu același număr ale autotransformatoarelor și care corespund la aceleași rapoarte de transformare. Se pot măsura astfel impedanțe între limite largi.

#### 5.4.6. Q-metrul

Q-metrul este un aparat industrial, destinat să măsoare factorul de calitate  $Q$ . El permite și alte măsurări cum ar fi: măsurarea inductanțelor, a rezistențelor în înaltă frecvență, a capacităților etc.

Funcționarea Q-metrului se bazează pe, proprietatea circuitelor LC serie, de a prezenta la rezonanță, la bornele elementelor lor, o tensiune de  $Q$  ori mai mare decât tensiunea cu care au fost alimentate în serie.

- Schema de principiu

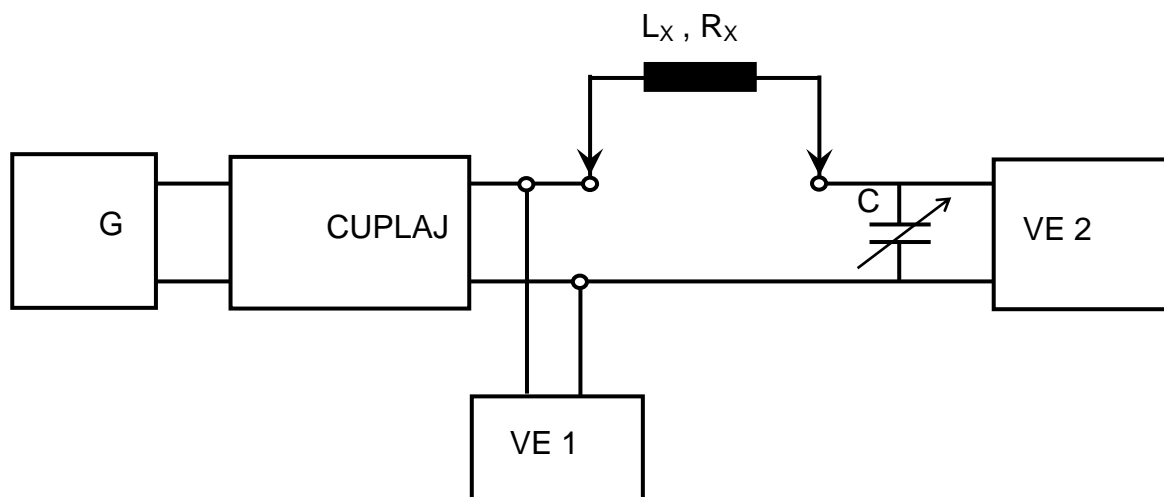


Fig. 5.25. Schema de principiu a Q-metrului

Condensatorul variabil C împreună cu bobina ce se montează la bornele A, B formează un circuit LC, care este alimentat în serie de la un generator G de frecvență variabilă prin intermediul unui circuit de cuplaj care trebuie să prezinte o rezistență neglijabilă. Voltmetru electronic VE<sub>1</sub> măsoară tensiunea cu care este alimentat circuitul LC, iar voltmetrul electronic VE<sub>2</sub> măsoară tensiunea la bornele condensatorului C.

#### 5.4.7. Frecvențmetrul

Frecvențmetrele cu citire directă sunt aparate indicatoare cu scară gradată în hertzi și care necesită reglaje sau operații suplimentare în timpul măsurării.

- Frecvențmetrul cu lame vibrante

Frecvențmetrul cu lame vibrante se folosește pentru frecvențe joase, de obicei frecvența rețelei, 50Hz.

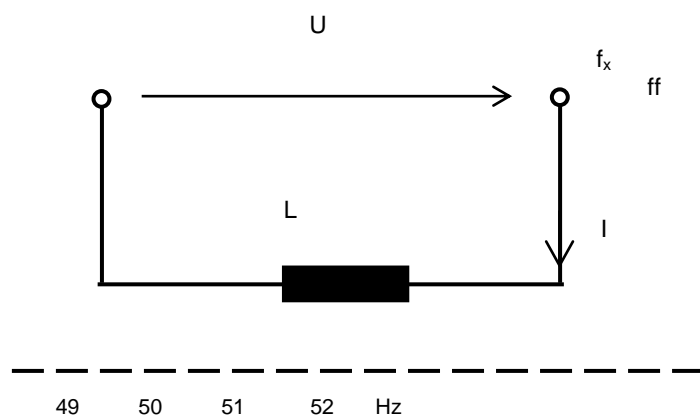


Fig. 5.26. Frecvențmetrul cu lame vibrante

Aparatul conține mai multe lame metalice având frecvențe de rezonanță mecanică diferite. În apropierea lamelor, se află o bobină parcursă de curentul a cărui frecvență se măsoară. Sub influența bobinei, lama care are frecvența de rezonanță egală cu frecvența curentului începe să vibreze, indicând în acest mod frecvența.

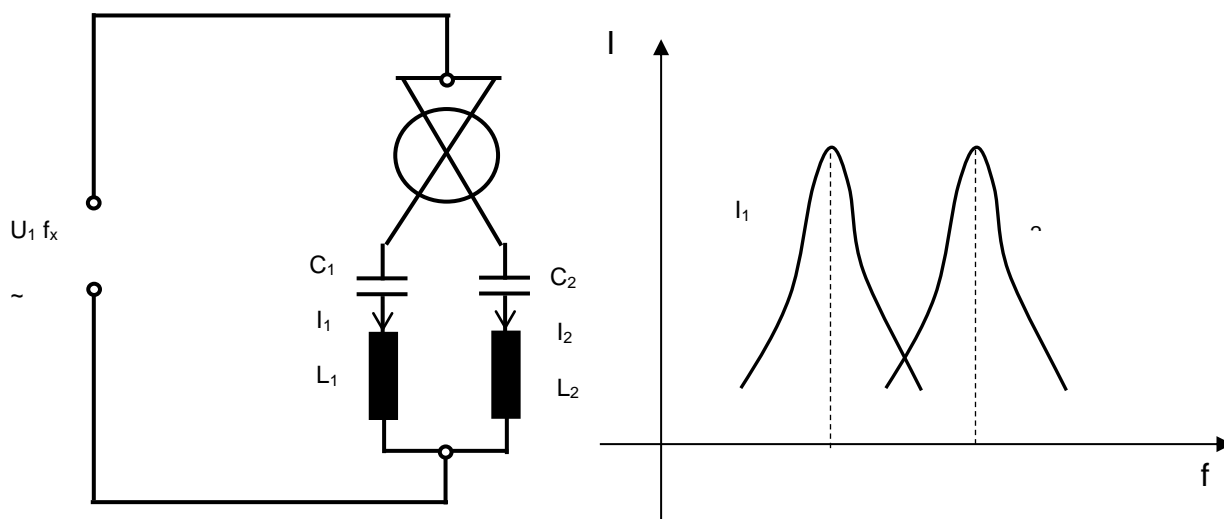
## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

### - Frecvențmetrul cu logometru

Frecvențmetrul cu logometru funcționează la frecvențe joase (până la câteva mii de hertzi). Ele folosesc ca instrumente indicatoare logometre feromagnetice, electrodinamice sau ferodinamice.

Un logometru este un aparat cu două circuite de măsurare, parcurse de doi curenți  $I_1$  și  $I_2$  și a cărui indicație este funcție de raportul intensităților celor doi curenți:  $\alpha = K \cdot \frac{I_2}{I_1}$ . În serie cu

fiecare bobină a logometrului este conectat câte un circuit LC, acordat pe frecvențele  $f_{10}$  și respectiv  $f_{20}$ . Indicația aparatului fiind proporțională cu raportul celor doi curenți, va fi la rândul său funcție de frecvență, iar scara se poate grada direct în frecvență.

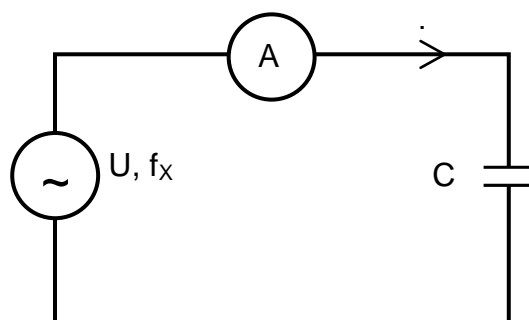


*Fig. 5.27. Frecvențmetrul cu logometru  
a - schema de principiu  
b - variația curenților în funcție de frecvență*

Frecvențmetrele cu logometru se construiesc pentru intervale reduse de frecvențe, cuprinse între cele două frecvențe de rezonanță (de exemplu  $45 \div 55$  Hz,  $410 \div 450$  Hz,  $1450 \div 1550$  Hz)

### - Frecvențmetre cu condensator

Frecvențmetrele cu condensator funcționează într-o bandă largă de frecvențe, începând de la fracțiuni de hertz până la circa 100 kHz. Funcționarea lor se bazează pe proporționalitatea între intensitatea curentului într-un circuit care are ca sarcină un condensator și frecvență.



*Fig. 5.28. Schema de principiu a unui frecvențmetru cu condensator*

Aplicând legea lui Ohm în circuitul din figură se obține:

$$I = \frac{U}{X_c} = \frac{U}{\frac{1}{\omega \cdot C}} = U \cdot C \cdot \omega = U \cdot C \cdot 2\pi \cdot f_x$$

Dacă circuitul se alimentează de la tensiune constantă, se poate nota  $U \cdot C \cdot 2\pi = K$  și se obține:  $I = K \cdot f$ . Această relație între intensitatea curentului și frecvență permite transcrierea scării gradate a ampermetrului în valori ale frecvenței, obținându-se un frecvențmetru cu citire directă.

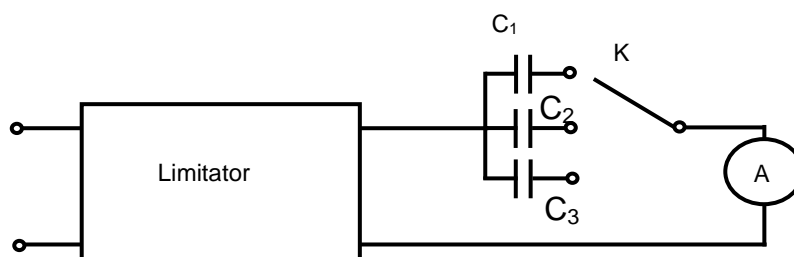


Fig. 5.29. Schema de bloc a unui frecvențmetru cu condensator

La realizarea practică a frecvențmetrelor cu condensator apar două probleme:

- tensiunea ce alimentează circuitul cu condensator trebuie să fie constantă
- ampermetrul trebuie să funcționeze într-o bandă largă de frecvențe.

Pentru menținerea tensiunii constante în circuitul cu condensator, indiferent de amplitudinea tensiunii aplicate la intrarea aparatului, frecvențmetrele sunt prevăzute cu un limitator. Limitatorul este un circuit care menține tensiunea la ieșirea sa constantă dacă tensiunea de la intrare depășește o anumită valoare, numită prag de limitare.

Pentru obținerea unui ampermetru care să funcționeze într-o bandă largă de frecvențe, se folosește un aparat magnetoelectric împreună cu un detector. Comutatorul K permite schimbarea condensatorului pentru a obține mai multe intervale de măsurare (x1, x10, x100, ...).

#### - Frecvențmetrul digital (numeric)

Numărătorul universal poate fi folosit la măsurarea intervalelor de timp și a frecvențelor. Aceste mărimi se pot măsura numeric prin metode directe. În cazul măsurării frecvențelor, se numără perioadele semnalului a cărui frecvență se măsoară, într-un interval de timp prestabilit, de exemplu o secundă. Practic, măsurarea constă în numărarea unor impulsuri, numărare ce se poate realiza cu numărătorul universal. Frecvențmetrele numerice moderne sunt construite sub forma unui numărător universal, adaptat pentru funcționarea ca frecvențmetru.

Numărătorul universal este din punct de vedere cronologic, primul aparat de măsurat digital. Acest aparat este destinat să numere o serie de impulsuri. El are o utilizare foarte largă. În afară de numărarea de impulsuri, el poate fi folosit pentru măsurarea frecvențelor, a perioadelor, a raportului între două frecvențe.

Prin utilizarea anumitor traductoare, numărătorul universal poate măsura viteze, turații, timpi de atragere rele, grosimea laminatelor sau poate face numărări cu preselectie (la ambalări, dozări etc.)

#### - Principiul de funcționare a unui numărător universal

Un numărător universal conține următoarele circuite principale: oscilator cu cuarț, divizorul de frecvență, circuitul de intrare, circuitul poartă, numărătorul, decodificatorul și dispozitivul de afișare.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Constă în numărarea unor impulsuri într-un timp determinat. În acest scop, el conține un circuit poartă, la intrarea căruia se aplică impulsurile de numărare împreună cu un semnal de comandă care determină durata numărării. Circuitul poartă este de obicei un circuit de tip ȘI. La ieșirea porții se vor regăsi impulsurile aplicate la intrare, numai pe durata coincidenței dintre cele două semnale. Impulsurile de la ieșirea porții sunt numărate de numărător în sistemul binar sau binar codificat zecimal (BCD). Decodificatorul transformă rezultatul numărării din binar sau din BCD, în sistemul zecimal, pentru a fi apoi afișat numeric de dispozitivul de afișare.

Funcționarea numărătorului universal este comandată de un oscilator cu cuarț de mare stabilitate. Deoarece oscilatorul cu cuarț funcționează pe o frecvență fixă, pentru obținerea unor semnale de frecvențe diferite se folosește un divizor de frecvență, care împarte prin decade succesive (1, 1/10, 1/100, ...) frecvența semnalelor date de oscilatorul cu cuarț. Semnalele obținute la ieșirea divizorului de frecvență se aplică la una dintre intrările circuitului poartă, determinând în acest mod, cu precizie foarte mare, durata unuia dintre semnalele ce se aplică porții. Oscilatorul cu cuarț împreună cu divizorul de frecvență alcătuiesc baza de timp a numărătorului universal.

Circuitul de intrare prelucrează semnalele aplicate la intrare, pentru a fi compatibile cu intrarea porții logice a numărătorului (intrarea circuitului poartă). Deoarece la intrarea porții trebuie să se aplice semnale sub forma unor impulsuri de o anumită amplitudine, circuitul de intrare are rolul de a transforma semnalele aplicate la intrare, care pot avea amplitudini și forme diferite, în impulsuri de aceeași frecvență.

Pentru funcționarea ca frecvențmetru, semnalul a cărui frecvență se măsoară se aplică circuitului de intrare, care îl transformă în impulsuri având aceeași frecvență. La cea de-a doua intrare a porții se aplică semnalul de la divizorul de frecvență, semnal ce are o durată bine determinată, de exemplu o secundă. Pe durata cât cele două semnale coincid, impulsurile trec prin poartă spre numărător. Acesta le numără, iar rezultatul numărării este decodificat și afișat numeric. În figura 5.30. sunt reprezentate diagramele semnalelor în diferite puncte ale frecvențmetrului:

- 1 – semnalul la intrare
- 2 – semnalul la ieșirea circuitului de intrare
- 3 – semnalul dat de divizorul de frecvență
- 4 – semnalul la ieșirea circuitului poartă, respectiv la intrarea numărătorului

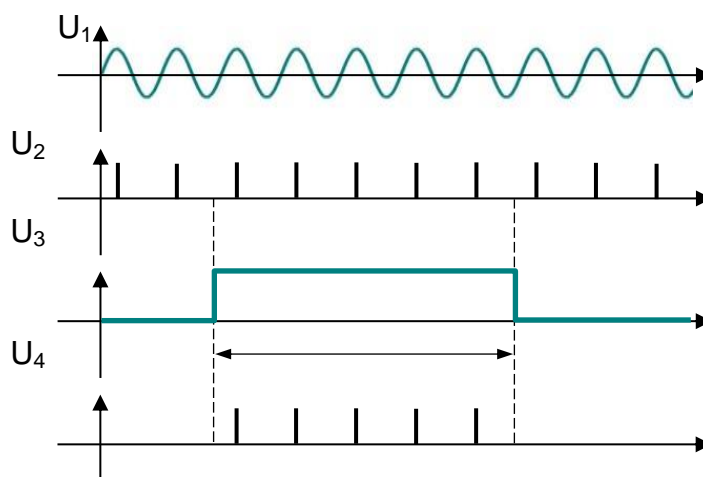


Fig. 5.30. Măsurarea numerică a frecvenței



#### 5.4.8. Osciloscopul

Osciloscopul este un aparat care permite vizualizarea pe ecranul unui tub catodic a curbelor ce reprezintă variația în timp a diferitelor mărimi sau a curbelor ce reprezintă dependența între două mărimi. Imaginile obținute pe ecran se numesc oscilograme.

*Utilizări:*

Osciloscopul este unul dintre cele mai răspândite aparate electronice, și are o largă utilizare, fie ca aparat de sine stătător, fie ca parte componentă a altor aparate electronice.

- Ca aparat de sine stătător, el se utilizează la:
  - o Vizualizarea și studierea curbelor de variație în timp a diferitelor semnale electrice (curenți, tensiuni)
  - o Compararea diferitelor semnale electrice
  - o Măsurarea unor mărimi electrice (tensiuni, intensități ale curentului, frecvențe, defazaje, grad de modulație, distorsiuni etc.)
  - o Măsurarea valorilor instantanee ale unor semnale (tensiuni, curenți)
  - o Măsurarea intervalelor de timp
  - o Vizualizarea caracteristicilor componentelor electronice (tuburi electronice, tranzistoare), a curbelor de histerezis ale materialelor magnetice etc.

Uneori osciloscopul face parte din sisteme de măsurare și control sau din aparate mai complexe cum ar fi: caracterograful (aparat pentru vizualizarea caracteristicilor tranzistoarelor), vobuloscopul (aparat pentru vizualizarea caracteristicilor de frecvență ale amplificatoarelor), selectograful (aparat pentru vizualizarea curbelor de selectivitate) etc.

Împreună cu diferite traductoare, osciloscopul poate fi folosit și la studierea și măsurarea unor mărimi neelectrice, cum ar fi în medicină, fizică nucleară, geofizică etc.

Osciloscopul se realizează într-o mare varietate de tipuri constructive.

##### - *Osciloscopice catodice în timp real*

Se caracterizează prin dependența dintre fiecare punct al imaginii de pe ecran și fiecare valoare a semnalului vizualizat. Majoritatea osciloscopelor folosite în practica industrială sau laboratoare sunt osciloscopice catodice în timp real a căror bandă de frecvențe se întinde din curent continuu până la circa 500 MHz.

##### - *Osciloscopice cu eșantionare*

Sunt utilizate pentru vizualizarea semnalelor cu frecvențe mai mari de 500 MHz, în locul osciloscopelor catodice în timp real, limitate din cauza elementelor componente. Aceste osciloscopice selectează eșantioane din semnalul de frecvență mare și afișează pe ecran date în legătură cu poziția comutatoarelor (V/div, timp/div), depășirea ecranului etc. se folosesc până la circa 20 GHz.

##### - *Osciloscopice cu microprocesoare*

Sunt cele mai moderne aparate de măsurat. Pe ecranul acestor osciloscopice se afișează scările pe care se lucrează, amplitudinea, valoarea medie sau eficace a tensiunii, durata și frontul unor impulsuri, frecvența semnalelor, efectuarea unor calcule despre semnalele afișate.

##### - *Analizoare spectrale*

Sunt tot osciloscopice care permit afișarea pe ecran a distribuției puterilor sau amplitudinilor semnalului pentru spectrul de frecvență corespunzător acestui semnal.

- *Osciloscopia cu mai multe canale*

Se folosesc pentru vizualizarea simultană a două sau mai multe mărimi pe ecran. Majoritatea are două canale de semnal dar sunt osciloscopia cu 4 sau 8 canale. La aceste osciloscopia se folosește tubul catodic monospot cu comutator electronic sau tubul catodic multispot.

- *Osciloscopia cu memorie*

Rețin forma semnalelor cu variație periodică sau aperiodică. După memorare se poate studia variația în timp a semnalului, se pot compara semnale apărute la momente diferite. După felul memoriei pot fi osciloscopia cu memorie analogică și cu memorie numerică.

### 5.5. Calibrarea aparatelor de măsură

Aparatele de măsurat sunt mijloace de măsurat realizate pe baza unei scheme electrice de conversie a energiei și a unui instrument de măsurat (exemplu: termometrul electric, ampermetrul etc.).

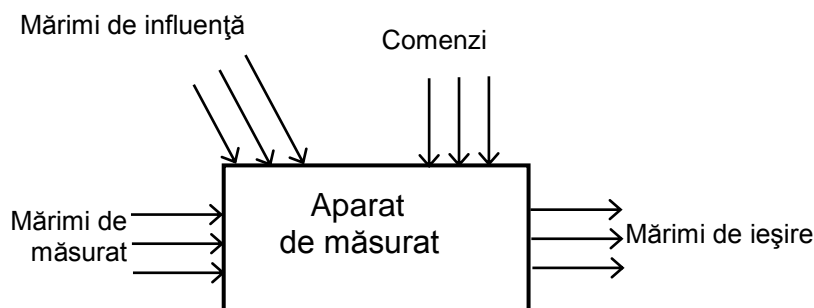


Fig. 5.31. Reprezentarea generală a aparatului de măsurat

Un aparat de măsurat primește o mărime de intrare și furnizează o mărime de ieșire. Mărimea de ieșire depinde și de alte mărimi denumite mărimi de influență: temperatură, presiune, umiditate, câmpuri electrice și magnetice etc. De asemenea, mărimea de ieșire a aparatului depinde și de comenzile care au fost date aparatului din exterior

- Mărimile de intrare ale aparatului de măsurat sunt caracterizate prin:
  - o natura mărimii (temperatură, tensiune, curent etc)
  - o intervalul de valori măsurabile (valoarea minimă, valoarea maximă)
  - o variația în timp (mărimi constante, mărimi variabile)
- Comenzile primite din exterior de un aparat de măsurat pot fi:
  - o funcțiune (măsurarea timpului, temperaturii, curentului, tensiunii etc)
  - o game de măsurare
  - o calibrare internă
  - o reglarea zeroului
  - o echilibrare (la compensatoare, punți)
  - o repetarea măsurării

În general comenzile aparatelor de măsurat pot fi grupate astfel:

- o pentru introducerea de date
- o pentru manevrarea aparatului

Ambele grupe de comenzi pot fi automatizate parțial sau complet. Mărimile de ieșire ale unui aparat de măsurat pot fi recepționate de om sau de un dispozitiv conectat aparatului (înregistrare, comandă, prelucrare ulterioară, etc).

Aparatele de măsurat, după felul cum furnizează mărimea de ieșire pot fi: analogice și numerice (digitale).

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

- Aparatul analogic furnizează informația de măsurare sub forma unei mărimi fizice variabile continue și omul apreciază indicația aparatului exprimând-o sub forma unui număr.
- Aparatul numeric prezintă rezultatul măsurării la ieșire direct sub forma unui număr care este citit de utilizator.

La măsurarea mărimilor electrice, se are în vedere respectarea următoarelor criterii:

- verificarea integrității aparatelor de măsurat și control utilizate în măsurare
- verificarea accesoriilor necesare măsurării
- alegerea domeniului de măsurare
- realizarea reglajelor pregătitoare pentru efectuarea măsurărilor
- precizarea unităților de măsură pentru mărimile măsurate
- utilizarea limbajului de specialitate
- respectarea normelor de protecția muncii

Când vrem să măsurăm o anumită mărime electrică trebuie să apreciem care va fi cu aproximație valoarea ei. Această valoare o determinăm pe baza diferitelor date ca: marcaje, calcule etc. Dacă vrem, să determinăm cu aproximație curentul, în amperi, care trece printr-o instalație, piesă sau circuit și cunoaștem tensiunea aplicată și puterea dezvoltată, folosim formula  $I=P/U$ , unde  $P$  este puterea în Watt și  $U$  este tensiunea în volți. După ce au determinat cu aproximație valoarea mărimii care trebuie măsurată, alegem aparatul de măsurat astfel încât pe una din scările lui de măsurare să fie cuprinsă și valoarea calculată de noi. În cazul în care se cunosc precis valorile necesare, este mai bine să se aleagă la început o scară cu valori mai mari de măsurare, să se determine cu aproximație valoarea căutată și abia atunci să se utilizeze aparatul de măsurat corespunzător, decât să se folosească instrumentul cu o scară de valori prea mică, putând provoca deteriorarea lui.

Aparatele de măsurat, care au mai multe scări de măsurare, le conectăm mai întâi pe scara cea mai mare și apoi după măsurarea aproximativă le comutăm pe scara pe care se poate face citirea corectă. Scara de măsurare va fi cea necesară în momentul în care acul indicator al aparatului de măsurat se va afla între mijlocul scării și capătul scării, cu indicația maximă, deoarece la majoritatea instrumentelor, pe această jumătate de scară precizia măsurărilor este mai mare.

- Dacă este cazul, înainte de începerea măsurărilor, se face reglarea poziției acului indicator cu ajutorul butonului corectorului de zero.
- Pentru măsurări în curent continuu, se va respecta polaritatea bornelor și anume : borna cu semnul + se leagă la plusul sursei de tensiune, iar borna – la minusul sursei. Dacă polaritatea nu se respectă aparatul riscă să se distrugă.
- La multimetrele digitale se va verifica bateria încorporată pentru toate modurile de funcționare.

Deoarece multimetrele sunt aparate portabile, manevrarea lor se va face respectând cu strictețe toate instrucțiunile de utilizare. La aparatele analogice se va calcula constanta scării atât pentru ampermetru cât și pentru voltmetru, după care se va înmulți cu numărul diviziunilor arătate de acul indicator.

### **Efectuarea reglajelor inițiale la ohmmetru**

Reglarea indicației acului indicator este necesară în cazul ohmmetrelor, deoarece îmbătrânirea bateriei determină modificarea tensiunii cu care este alimentat aparatul și prin urmare creșterea erorii de măsurare.

- Pentru ohmmetru serie reglarea se realizează pentru valorile de la capetele scalei astfel :
  - o pentru  $R_X = 0$  se realizează un scurtcircuit între bornele aparatului. Dacă acul indicator nu indică  $0 \Omega$ , se reglează rezistența variabilă  $R_P$  până se obține indicația corectă.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

- pentru  $R_X = \infty$  se lasă bornele aparatului în gol și se reglează poziția acului indicator cu ajutorul corectorului de zero al aparatului magnetoelectric.
- Pentru ohmmetrul derivație reglarea se face tot pentru valorile de la capetele scării :
  - pentru  $R_X = 0$  se reglează din corectorul de zero al aparatului magnetoelectric
  - pentru  $R_X = \infty$  se lasă bornele aparatului în gol și se variază rezistența  $R_P$  până se obține indicația corectă.
- La megohmmetrul cu logometru indicațiile sunt în funcție de rezistența de măsurat, fiind independente de tensiunea sursei și ca urmare aceste aparate nu necesită nici o reglare prealabilă a măsurării.

### **Efectuarea reglajelor inițiale și alegerea domeniului de măsurare la multimetre.**

#### - *Multimetre analogice*

Orice multimetru are un selector cu mai multe poziții cu ajutorul căruia se obține tipul aparatului, felul curentului și domeniul de măsurare. Când facem o măsurare cu multimetru, punem selectorul pe domeniul cel mai mare și apoi îl scădem, până când indicația ajunge să fie ușor de citit. Dacă procedăm invers, putem distruge aparatul.

La măsurările în curent continuu trebuie respectată polaritatea acestuia, adică plusul sursei la plusul aparatului și minusul sursei la minusul aparatului. Dacă polaritatea nu se respectă, acul deviază în sens contrar celui normal și aparatul se poate distruge. În curent alternativ modul de conectare este indiferent. Când funcționează ca ampermetru și voltmetru, multimetrul analogic nu are nevoie de alimentare. Pentru funcționarea ca ohmmetru, multimetrul analogic este alimentat de la o baterie încorporată.

#### - *Multimetre digitale*

Pe panoul frontal se află un comutator cu ajutorul căruia se alege tipul aparatului, felul curentului și domeniul de măsurare. Bornele nu au + și -, dar există o bornă notată "COM" (comună sau masă). În curent continuu, borna COM poate fi conectată la oricare din punctele de măsurare, iar semnul mărimii se va afișa automat.

Dacă domeniul ales este mai mic decât valoarea măsurată, operatorul este atenționat că manevra este greșită, fie prin afișarea unei anumite combinații de semne și cifre, fie prin stingerea intermitentă a afișării. Unele aparate schimbă automat domeniul de măsurare, în funcție de valoarea mărimii măsurate.

Multimetrul digital este alimentat de o baterie încorporată, pentru toate modurile de funcționare.

## **5.6. Măsurarea mărimilor specifice rețelelor de comunicații**

### **5.6.1 Măsurarea amplitudinii, frecvenței, perioadei**

#### - **Măsurarea amplitudinii**

Măsurarea tensiunilor și curenților în echipamentele și instalațiile de comunicații ocupă o pondere însemnată, ceea ce explică varietatea de metode și aparate utilizate atât în curent continuu cât și în curent alternativ (în special de înaltă frecvență). Tensiunea alternativă sinusoidală se poate scrie sub forma:

$$u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \beta) = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\omega \cdot t + \beta), \text{ în care:}$$

$u$  – valoarea instantanee a tensiunii electrice la timpul  $t$

$U_m$  – valoarea eficace a tensiunii (V)  
 $\omega$  – pulsația sau frecvența unghiulară (rad/s)  
 $t$  – timpul (s)  
 $\beta$  – faza inițială (rad)  
 $\omega = 2\pi f$  în care  $f$  – frecvența curentului alternativ  
 $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$  în care  $T$  – perioada (s)

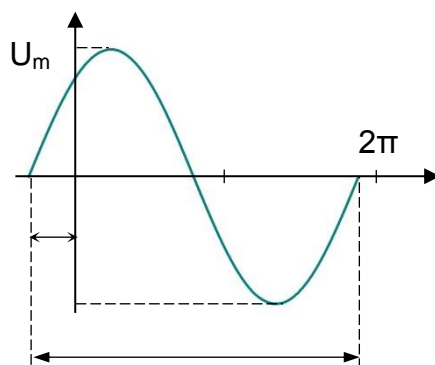


Fig. 5.32. – Reprezentarea grafică a tensiunii alternative

Voltmetrele electronice se utilizează în special pentru măsurarea tensiunilor (amplitudinii) în audio, radiofrecvență și alte instalații de comunicații de înaltă frecvență: Ele sunt formate dintr-o parte de detecție care transformă semnalul alternativ de măsurat într-un semnal continuu proporțional cu acesta și partea de măsurare propriu-zisă. Aparatele sunt prevăzute de obicei și cu un amplificator care poate fi dispus înainte sau după circuitul de detecție.

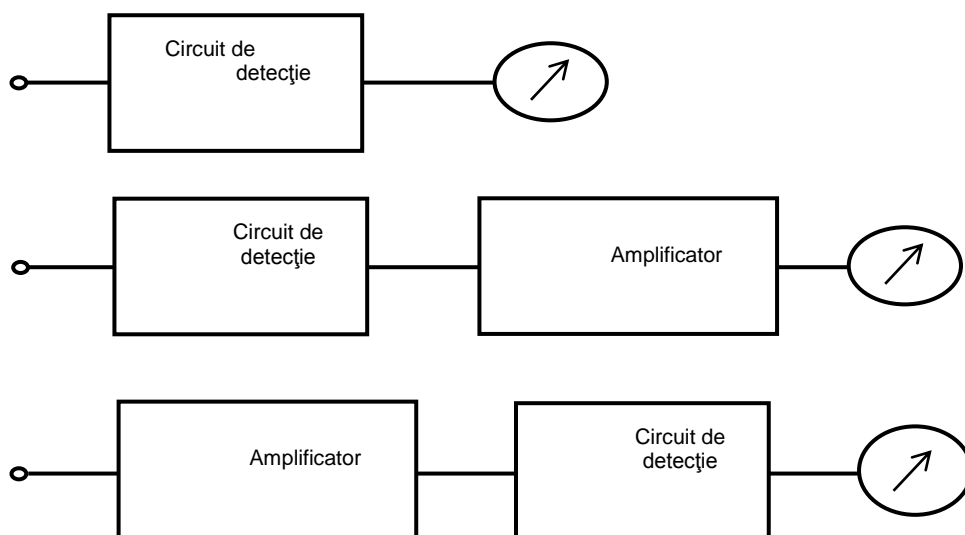


Fig. 5.33. – Scheme bloc de voltmetre electronice de curent alternativ

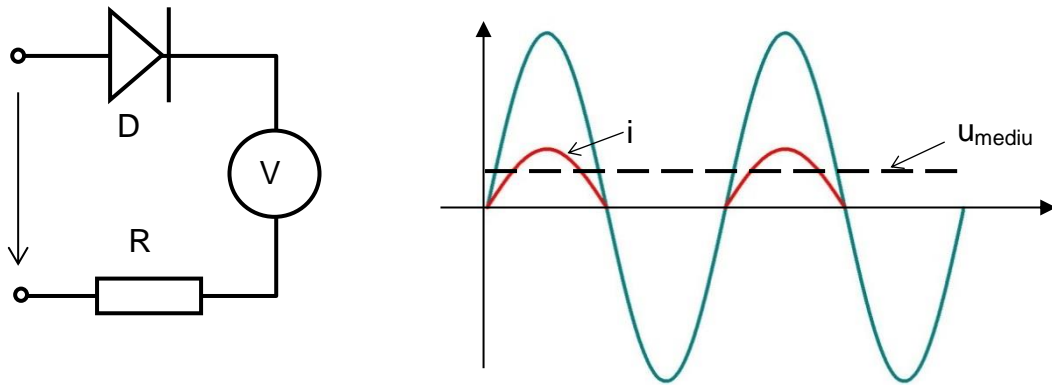


Fig. 5.34. – Voltmetre de valori medii cu diode

Voltmetre electronice de valori medii cu diode sunt formate dintr-un instrument indicator magnetoelectric, o rezistență R de valoare foarte mare și o diodă. În cazul variantei serie, aplicând la intrare o tensiune alternativă  $u = f(t)$ , în timpul alternanței pozitive pe anodul diodei, aceasta conduce și prin circuit va trece un curent  $i$  care va urmări variațiile tensiunii:

$$i \cong \frac{u}{R} .$$

Când pe anodul diodei se aplică alternanța negativă, dioda este blocată, nu conduce și curentul în circuit este nul.

La aplicarea unei tensiuni alternative la intrarea voltmetrului, prin instrumentul indicator va trece un curent pulsatoriu. Echipajul mobil al instrumentului indicator nu poate urmări acest curent și va fi acționat de un cuplu mediu proporțional cu valoarea medie a curentului.

$$\alpha = K \cdot I_{\text{med}} = K \cdot \frac{U_{\text{med}}}{R}$$

- Voltmetre electronice cu diode, de valori maxime (de vârf)

Se caracterizează prin existența unui condensator C, care se încarcă rapid prin diodă când aceasta conduce și se descarcă foarte încet când dioda este blocată, menținând la bornele sale o tensiune aproximativ egală cu valoarea maximă a tensiunii măsurate. Se poate folosi varianta serie sau paralel. În alternanța pozitivă aplicată pe anodul diodei, dioda conduce condensatorul C se încarcă rapid până la valoarea maximă a lui  $u$ . Când tensiunea la intrare începe să scadă și tensiunea pe condensator  $u_C$  pe catodul diodei, devine mai mare decât tensiunea aplicată pe anod, dioda va fi polarizată invers și blochează ( $t_1$ ).

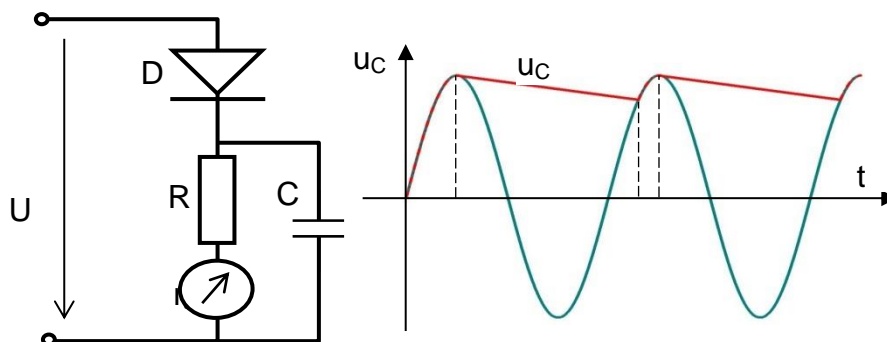


Fig. 5.36. – Voltmetre de valori maxime cu diode

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Din acest moment, condensatorul C se descarcă lent pe rezistența R ( $\tau_d = RC \gg$ ). În momentul  $t_2$ , tensiunea aplicată este mai mare decât tensiunea  $u_C$  de pe condensator, dioda este polarizată direct și conduce, se încarcă rapid condensatorul C până în momentul  $t_3$ . Apoi fenomenul se repetă. Pentru o constantă de timp foarte mare  $RC \gg T_{\max}$  ( $T_{\max}$  fiind perioada corespunzătoare celor mai joase frecvențe la care se folosește voltmetrul), între două alternanțe pozitive condensatorul se descarcă foarte puțin și tensiunea la bornele lui rămâne aproximativ egală cu valoarea maximă a tensiunii de măsurat :

$$I \cong \frac{U_{\max}}{R}$$

### 5.6.2. Măsurarea frecvenței

#### - Metoda heterodinării

Metoda heterodinării este o metodă de comparație folosită atât în joasă cât și în înaltă frecvență. Măsurarea frecvențelor cu metoda heterodinării se bazează pe principiul heterodinării, conform căruia dacă la intrarea, unui element de circuit neliniar se aplică simultan două semnale de frecvențe diferite  $f_1$  și  $f_2$ , la ieșirea lui, pe lângă semnalele aplicate la intrare, datorită neliniarității, apar și semnale care au frecvențe egale cu suma frecvențelor de la intrare ( $f_1 + f_2$ ) sau cu diferența lor ( $f_1 - f_2$ ). Semnalul frecvența egală cu  $f_1 - f_2$  se poate separa cu un filtru trece jos și măsura.

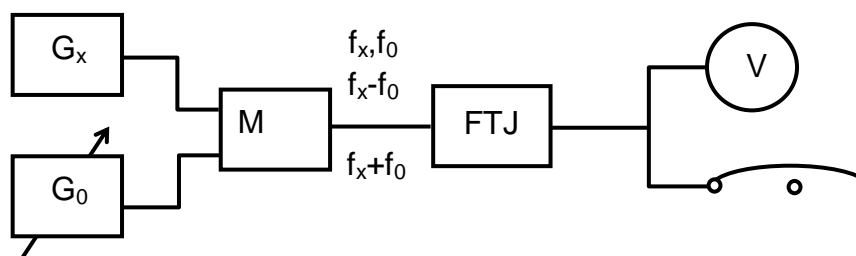


Fig. 5.37. – Măsurarea frecvențelor prin metoda heterodinării

Montajul folosit la măsurarea frecvențelor prin metoda heterodinării conține :  $G_x$  este generatoarea de frecvență  $f_x$  ce urmează să se măsoare, iar  $G_0$  este un generator de frecvență  $f_0$  variabilă și cunoscută. Semnalele date de cele două generatoare se aplică elementului neliniar M. La ieșirea acestuia apar și semnale având frecvențe  $f_x + f_0$  și  $f_x - f_0$ . Semnalul cu frecvență  $f_x - f_0$  se selectează cu filtrul trece jos (FTJ) și se urmărește într-o cască telefonică, conectată în paralel cu un voltmetru de curent alternativ.

#### Frecvențmetrul de rezonanță

Frecvențmetrul de rezonanță se folosește la măsurarea frecvențelor înalte (radiofrecvențe). El este format dintr-un circuit LC alcătuit dintr-o bobină fixă L și un condensator variabil C și un aparat cu care se poate pune în evidență fenomenul de rezonanță. În acest scop se poate folosi în serie cu circuitul un ampermetru cu termocuplu (fig. 5.38.a), sau în paralel pe circuit un voltmetru electronic (fig. 5.38.b)

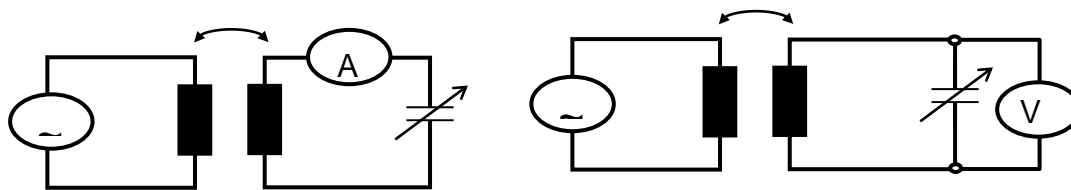


Fig. 5.38. – Măsurarea frecvenței cu frecvențmetrul de rezonanță  
a – cu ampermetru cu termocuplu b – cu voltmetru electronic

### 5.6.3. Măsurarea perioadei

O metodă indirectă de măsurare a perioadei este realizată prin măsurarea frecvenței și apoi pe baza formulei  $T=1/f$  (s) se obține prin calcul perioada.

Metoda uzuală pentru măsurarea perioadei  $T$  a unui semnal alternativ este prin folosirea osciloscopului catodic.

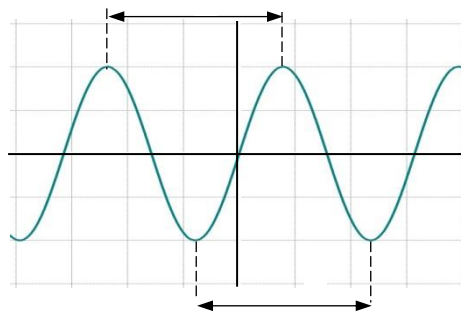


Fig.5.39.–Măsurarea perioadei unui semnal variabil

Măsurarea intervalelor de timp se poate realiza cunoscând viteza de deplasare a spotului și măsurând pe ecran lungimea segmentului care corespunde intervalului de timp considerat. Osciloscopia modernă are baza de timp calibrată în ms/cm sau  $\mu\text{s/cm}$ , adică se indică pentru fiecare poziție a comutatorului ce reglează în trepte frecvența bazei de timp, timpul necesar pentru ca spotul să se deplaseze pe direcția orizontală cu un centimetru.

Pentru măsurarea perioadei este necesar ca baza de timp să fie astfel reglată încât oscilograma să conțină cel puțin două perioade succesive ale semnalului. În acest caz, dacă reglajul fin al bazei de timp este la maxim, se măsoară pe ecran în centimetri distanța între două treceri succesive ale semnalului prin aceeași valoare și cu indicația reglajului în trepte al bazei de timp. În acest fel, se obține direct perioada semnalului.

### 5.6.4. Măsurarea puterii electrice

Puterea reprezintă energia consumată în unitatea de timp. Unitatea de măsură pentru putere în SI este wattul (w). În curent continuu întreaga energie absorbită de un consumator de la o sursă se consumă, în sensul că se transformă în alte forme de energie: calorică, mecanică, luminoasă etc.

$$P = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R},$$

unde  $U$  este tensiunea la bornele receptorului,  
 $I$  este curentul prin receptor,  $R$  este rezistența receptorului.



## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

În curent alternativ nu întotdeauna întreaga energie absorbită de la sursă se consumă. În cazul circuitelor ce conțin componente reactive (bobine sau condensatoare), o parte din energie se înmagazinează sub formă de energie reactivă. În curent alternativ se definesc următoarele tipuri de puteri electrice:

- puterea activă  $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$  [w]
- puterea reactivă  $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$  [var] - voltamperreactiv
- puterea aparentă  $S = U \cdot I$  [VA]

Între cele trei puteri există relația  $S^2 = P^2 + Q^2$ .

- Puterea în audiofrecvență și radiofrecvență

Măsurarea puterii absorbite de o sarcină specifică (difuzorul în audiofrecvență și antena de emisie în radiofrecvență) și produsă de un generator și sistem de transmitere a puterii, se face în următoarele scopuri:

- o determinarea puterii maxime  $P_{\max}$  în sursa de putere  $P_{\max} = \frac{E}{4R_i}$  unde E este tensiunea electromotoare a generatorului echivalent,  $R_i$  este rezistența internă a generatorului echivalent
- o determinarea puterii maxime în anumite condiții, în audiofrecvență, pentru un coeficient de distorsiune dat.

În audiofrecvență se definesc puterile următoare:

- o puterea de ieșire este puterea electrică aplicată difuzorului și caracterizează intensitatea sonoră percepută în audiere (pentru radioreceptoare)
- o puterea nominală  $P_n$  este puterea de ieșire maximă. (Exemplu: pentru radioreceptoare pentru care distorsiunile de neliniaritate nu depășesc o anumită limită admisibilă, 10% )
- o puterea de ieșire standard  $P_s$  reprezintă puterea la care se efectuează măsurările într-un radioreceptor și corespunde puterii nominale a radioreceptorului  $P_n$ .

### 5.6.4.1. Măsurarea puterii în curent continuu

- Metoda ampermetrului și voltmetrului

În curent continuu puterea se poate calcula cu relația  $P = U \cdot I$ . Pornind de la această relație se poate deduce faptul că puterea consumată în curent continuu de un receptor având rezistența electrică R se poate măsura cu un ampermetru și voltmetru folosind un montaj ca în figura 5.40.

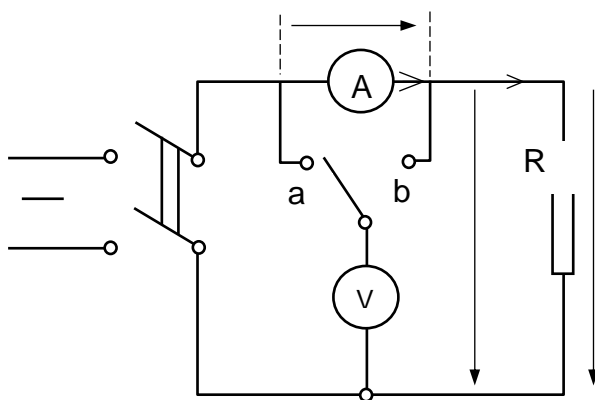


Fig. 5.40. Măsurarea puterii în curent continuu cu ampermetrul și voltmetrul

Pot fi realizate două montaje: amonte (comutatorul K pe poziția a) sau aval (comutatorul K pe poziția b) în funcție de mărimea rezistenței R. Când  $R \gg r_a$  ( $r_a$  fiind rezistența ampermetrului)

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

se va folosi varianta amonte. Când  $R \ll r_v$  ( $r_v$  fiind rezistența voltmetrului) se va folosi varianta aval. Montajul amonte se va folosi pentru măsurarea puterilor mari (kw) iar montajul aval pentru puteri mici (w).

Pentru montajul amonte:

$$P_R = U_R I_R = (U - U_A) I = (U - r_A I) I = UI - r_A I^2$$

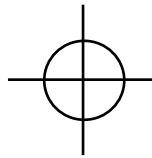
Pentru montajul aval:

$$P_R = U_R I_R = U(I - I_V) = UI - U \frac{U}{r_v} = UI - \frac{U^2}{r_v}$$

### - Măsurarea puterii cu wattmetrul electrodinamic

Aparatul este alcătuit din două bobine: fixă și mobilă. Bobina fixă (de curent) se leagă în serie în circuit, iar bobina mobilă (de tensiune) se leagă împreună cu o rezistență adițională în paralel în circuit.

- linia orizontală – bobina de curent
- linia verticală – bobina de tensiune

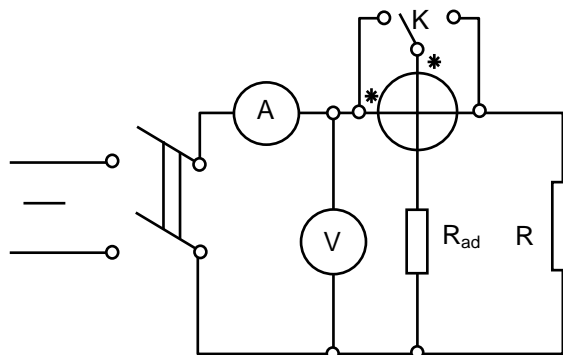


*Fig.5.41.Simbolul wattmetrului*

Deviația acului indicator al wattmetrului:

$$\alpha = K \cdot I_1 \cdot I_2 = K \cdot I \cdot \frac{U}{r + R_{ad}} = K_1 \cdot U \cdot I = K_1 \cdot P.$$

Scara wattmetrului este uniformă  
 $r$  – este rezistența bobinei de tensiune



*Fig. 5.42. Măsurarea puterii în curent continuu cu wattmetrul*

Deoarece la wattmetre există pericolul de supraîncărcare chiar dacă indicația aparatului este sub limita de măsurare (valorile  $I$  sau  $U$  pot depăși valorile nominale chiar dacă produsul

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

I·U este în limite nominale), la utilizarea wattmetrului este necesar să se monteze un ampermetru în serie și un voltmetru în paralel cu ajutorul cărora să se poată urmări încărcarea wattmetrului.

În cazul montajului din figura 5.42. se poate alege varianta amonte (K pe poziția a) sau aval (K pe poziția b).

Pentru a obține o indicație corectă în sensul că acul indicator să se deplaseze de la stânga la dreapta, este necesar să se respecte o anumită ordine de legare a celor două bobine. În acest scop, wattmetrele sunt prevăzute cu câte o bobină marcată printr-o steluță reprezentând începuturile bobinelor de curent și de tensiune. Bobinele marcate se vor lega întotdeauna spre sursă.

### - *Wattmetre cu mai multe domenii de măsurare*

Sunt prevăzute cu mai multe domenii pentru intensitatea curentului electric și mai multe domenii pentru tensiune (Exemplu  $I_1=0,5A$ ;  $I_2=1A$ ;  $V_1=150V$ ;  $V_2=300V$ )

Pentru a putea determina puterea măsurată de wattmetru, este necesar să se cunoască, constanta  $K_w$  a wattmetrului, corespunzător domeniilor alese pentru intensitatea curentului și pentru tensiune. Constanta  $K_w$  reprezintă puterea corespunzătoare unei diviziuni a scării gradate.

$$K_w = \frac{I_n \cdot U_n}{\alpha_{\max}} \left[ \frac{V}{\text{div}} \right]$$

unde  $I_n$  este domeniul de măsurare ales pentru intensitatea curentului,  $U_n$  este domeniul de măsurare ales pentru tensiune,  $\alpha_{\max}$  este numărul maxim de diviziuni ale scării gradate.

Puterea măsurată de wattmetru în cazul în care acul indicator arată  $\alpha$  diviziuni, va fi:

$$P = K_w \cdot \alpha \text{ [w]}.$$

### 5.6.4.2. Măsurarea puterii în curent alternativ monofazat

#### - *Măsurarea puterii aparente*

Deoarece  $S=UI$ , puterea aparentă se poate măsura cu un voltmetru și cu ampermetru. Din figura 5.43. se observă că se poate folosi varianta amonte sau aval în funcție de impedanța consumatorului Z.

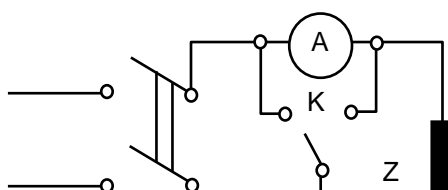


Fig. 5.43. Măsurarea puterii aparente

#### - *Măsurarea puterii active*

Se poate măsura cu wattmetrul electrodinamic. În curent alternativ indicația aparatului electrodinamic este:

$$\alpha = K \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(I_1 I_2);$$

dar:

$$I_1=I, I_2 = \frac{U}{R_{ad}};$$

$$\alpha = K \cdot I \cdot \frac{U}{R_{ad}} \cdot \cos(\text{IU}) = K_1 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = K_1 \cdot P$$

- scara wattmetrului este uniformă.

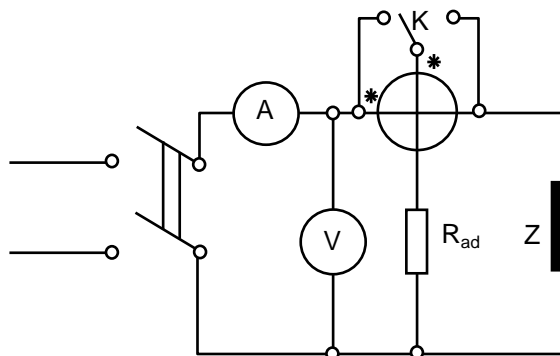


Fig. 5.44. Măsurarea puterii active cu wattmetrul

Montarea wattmetrului în circuit se va face ca în figura 5.44. alegând varianta amonte sau aval în funcție de mărimea consumatorului Z, având grijă ca bornele marcate să fie legate spre sursă. În schemă se conectează un ampermetru și voltmetru pentru a urmări încărcarea wattmetrului. Când wattmetrul are mai multe domenii de măsurare se va calcula constanta wattmetrului :

$$\alpha_w = \frac{U_n I_n}{\alpha_{max}} \left[ \frac{V}{div} \right];$$

iar puterea măsurată va fi:

$$P = K_w \cdot \alpha [w]$$

- *Măsurarea puterii reactive*

Metoda indirectă. Din relația  $S^2 = P^2 + Q^2$  cunoscând puterea activă și aparentă, se obține prin calcul puterea reactivă :  $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ . Puterea activă se măsoară cu wattmetrul, iar puterea aparentă prin metoda ampermetrului și voltmetrului.

Varmetru se realizează cu aparate electrodinamice fiind folosit pentru măsurarea puterii reactive. Varmetrele sunt asemănătoare cu wattmetrele dar au în serie cu bobina mobilă în loc de rezistența adițională, o bobină sau un condensator, care introduc un defazaj suplimentar de 90°.  $Q=U \cdot I \cdot \sin \varphi$  iar indicația aparatului electrodinamic este  $\alpha = K \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos(I_1 I_2)$  unde  $I_1$  este intensitatea curentului prin bobina fixă,  $I_2$  este intensitatea curentului prin bobina mobilă.

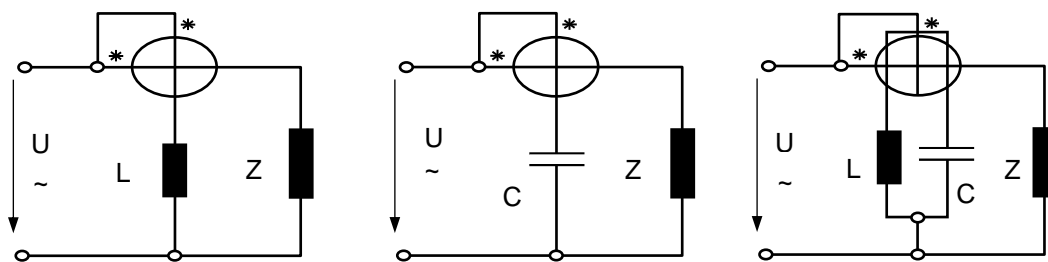


Fig. 5.45. – Varmetre electrodinamice

a – cu bobină adițională ; b – cu condensator adițional ; c – compensat

Dacă bobina fixă se montează în serie cu consumatorul, iar bobina mobilă împreună cu o bobină adițională de inductanță mare se montează în paralel cu consumatorul (fig. 5.45. a) atunci:

$$I_1 = I ; I_2 = \frac{U}{L\omega} ;$$

iar unghiul de defazaj între  $I_1$  și  $I_2$  devine  $90^\circ - \varphi$ , deoarece bobina adițională defazează curentul în urma tensiunii cu  $90^\circ$ . În acest caz indicația devine:

$$\alpha = K \cdot I \cdot \frac{U}{L\omega} \cdot \cos(90^\circ - \varphi) = K \cdot \frac{1}{L\omega} \cdot U \cdot I \cdot \sin(\varphi) = \frac{K}{L\omega} \cdot Q$$

Relația de mai sus arată că în cazul în care în locul rezistenței adiționale se montează o bobină adițională, indicația aparatelor electrodinamice este proporțională cu puterea reactivă deci ele funcționează ca varmetre.

Dacă în serie cu bobina mobilă se montează un condensator de capacitate C (figura 5.45. b) indicația devine :

$$\alpha = K \cdot I \cdot U \cdot C\omega \cdot \cos(90^\circ - \varphi) = K \cdot I \cdot U \cdot C\omega \cdot \sin(\varphi) = K \cdot C\omega \cdot Q$$

După cum se observă, și în cazul bobinei adiționale și în cazul condensatorului adițional, indicația depinde de frecvență ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ ). Pentru a se micșora influența frecvenței asupra indicațiilor, se construiesc varmetre compensate, cu două bobine de tensiune cuplate pe același ax, una dintre ele în serie cu o bobină, iar cealaltă în serie cu un condensator (fig. 5.45.c). În acest caz se obține:

$$\alpha = K \left( \frac{1}{L\omega} + C\omega \right) Q.$$

La varmetrele compensate, în jurul frecvenței pentru care este îndeplinită condiția  $LC\omega^2 = 1$ , indicațiile sunt foarte puțin influențate de frecvență.

Montarea varmetrelor în circuit este asemănătoare cu montarea wattmetrelor, fiind necesară montarea bornelor marcate spre sursă. La o montare corectă varmetrul va indica în sensul normal dacă defazajul dintre U și I este inductiv și în sens contrar dacă defazajul este capacitiv. În acest ultim caz, se vor inversa bornele uneia dintre bobine.

## 5.7. - Măsurarea elementelor de circuit: R L C Z

### 5.7.1. Măsurarea rezistențelor electrice

- *Metoda ampermetrului și voltmetrului*

Este o metodă indirectă: se măsoară tensiunea la bornele rezistenței cu voltmetrul și intensitatea curentului ce trece prin rezistență, cu ampermetrul. Valoarea rezistenței de măsurat se obține aplicând legea lui Ohm  $R = U/I$ . Deoarece se folosesc două aparate de măsurat, se pune problema poziționării lor reciproce. Este posibil să se realizeze două variante (fig. 2.46.) care diferă între ele prin poziția voltmetrului față de ampermetru și sursa de alimentare. Cele două montaje sunt aval și amonte.

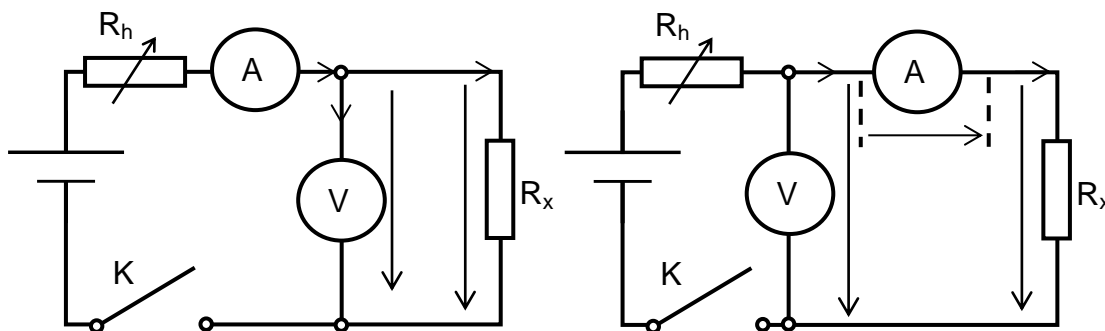


Fig. 5.46. Măsurarea rezistențelor prin metoda ampermetrului și voltmetrului  
a – varianta aval  
b – varianta amonte

La montajul aval voltmetrul se conectează în urma ampermetrului față de sursa de alimentare figura 5.46.a.

Deoarece voltmetrul este conectat în paralel cu  $R_x$ , tensiunea la bornele lor va fi aceeași :  $U=U_x$ .

Conform legii I a lui Kirchhoff, în nodul de rețea:

$$I = I_v + I_x .$$

Conform legii lui Ohm:

$$I_v = \frac{U}{R_x}$$

La montajul amonte voltmetrul se conectează înaintea ampermetrului față de sursa de alimentare figura 5.46.b.

Deoarece ampermetrul este conectat în serie cu  $R_x$ , curentul care le străbate este același:

$$I = I_x .$$

Conform legii a II-a a lui Kirchhoff, în ochiul de rețea  $U = U_A + U_x$ .

Conform legii lui Ohm:

$$U_A = r_A \cdot I$$

Ambele montaje introduc o eroare sistematică de metodă prin faptul că aparatele au rezistențe proprii deci au un consum propriu de curent sau tensiune. Pentru ca erorile făcute în măsurări să fie cât mai mici, trebuie ca la ambele montaje să se facă o corecție astfel: la montajul

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

aval se va scădea consumul de curent al voltmetrului, iar la montajul amonte se va scădea căderea de tensiune pe ampermetru.

Corecția la montajul aval:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U}{I - I_v} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}}$$

Corecția la montajul amonte:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U - U_A}{I} = \frac{U}{I} - \frac{r_A I}{I} = \frac{U}{I} - r_A$$

*Concluzii:* Pentru ca erorile făcute în măsurări să fie cât mai mici, trebuie ca la montajul aval  $R_v$  să fie cât mai mare ( $R_v$  – rezistența internă a voltmetrului este de ordinul kilohmilor - sute de kilohmi), iar la montajul aval  $r_A$  să fie cât mai mică ( $r_A$  – rezistența internă a ampermetrului este de ordinul ohmilor - zeci de ohmi).

Cu montajul aval se măsoară rezistențe mici de ordinul ohmilor, iar cu montajul amonte se măsoară rezistențe mari de ordinul kilohmilor.

### - Măsurarea rezistențelor cu ohmmetrul

Ohmmetrele sunt aparate cu ajutorul cărora se măsoară direct valoarea rezistențelor electrice.

Principiul de funcționare constă în măsurarea curentului ce străbate circuitul ohmmetrului și a cărei valoare depinde de rezistența de măsurat, conform legii lui Ohm:  $I=U/R$ ,  $U=\text{constant}$ .

Ohmmetrul are următoarele componente:

- un miliampermetru magnetoelectric, mA
- o sursă de tensiune continuă (baterie)  $E$  între  $1,5 \div 18$  V
- rezistoare pentru protecția instrumentului magnetoelectric și pentru schimbarea domeniilor de măsurare
- borne pentru conectarea rezistențelor de măsurare

După modul în care este montat miliampermetrul, ohmmetrele pot fi aparate cu o singură funcție, analogice sau digitale, sau pot face parte dintr-un multimetru.

Ohmmetrul serie se caracterizează prin faptul că toate elementele sunt conectate în serie.

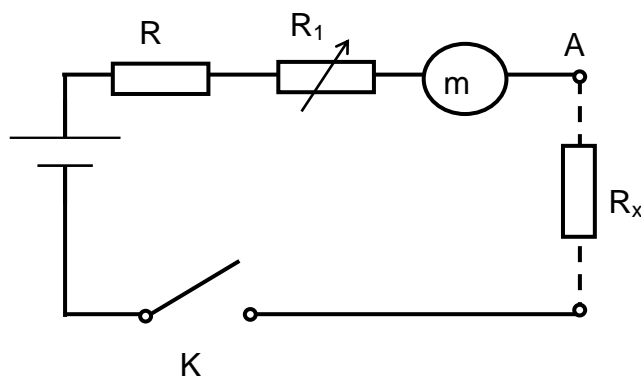


Fig. 5.47. Ohmmetru serie

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Schema ohmmetrului serie este reprezentată în figura 5.47. în care E este o baterie de curent continuu 1,5 ÷ 18 V cu rezistența  $r_i$ , R – rezistență fixă pentru limitarea curentului,  $R_1$  – rezistență variabilă, mA – miliampermetru magnetoelectric, cu rezistența de măsurat  $r_a$ , A, B bornele la care se montează rezistența de măsurat  $R_x$ .

Funcționarea. La montarea unei rezistențe  $R_x$  între bornele A B, intensitatea curentului în circuitul ohmmetrului va fi:

$$I = \frac{E}{r_i + r_a + R_1 + R + R_x}$$

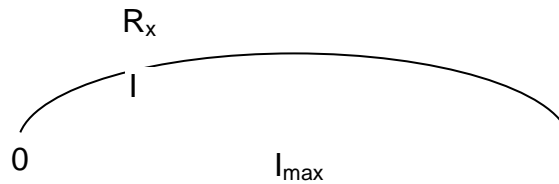


Fig. 5.48. Scara gradată a unui ohmmetru serie

Valorile extreme se vor obține pentru  $R_x=0$  și  $R_x=\infty$ . Pentru  $R_x=0$ , bornele A B sunt în scurtcircuit și  $I=I_{max}$ . Pentru  $R_x=\infty$  la borne nu este conectată nici o rezistență și  $I=0$ .

### Concluzii:

- Scara gradată a ohmmetrului serie este inversă și foarte neuniformă
- Citirea indicațiilor la ohmmetrul serie se face de la dreapta la stânga
- Se folosește pentru măsurarea rezistențelor mari.

### Reglarea ohmmetrelor serie.

O problemă deosebită pe care o prezintă ohmmetrele este determinată de alimentarea lor de la bateriile chimice. Acestea cu timpul îmbătrânesc (își măresc rezistența internă), ceea ce duce la indicații eronate. Pentru a evita înrăutățirea preciziei măsurării, înainte de utilizare este necesar să se regleze indicația corespunzătoare pentru  $R_x=0$ , făcând scurtcircuit între bornele A B. Indicația corespunzătoare valorii  $R_x=\infty$  (bornele A B în gol) se reglează cu ajutorul corectorului de zero al aparatului magnetoelectric.

Ohmmetrul derivație se caracterizează prin faptul că miliampermetrul este conectat în derivație cu porțiunea de circuit A B supusă măsurării.

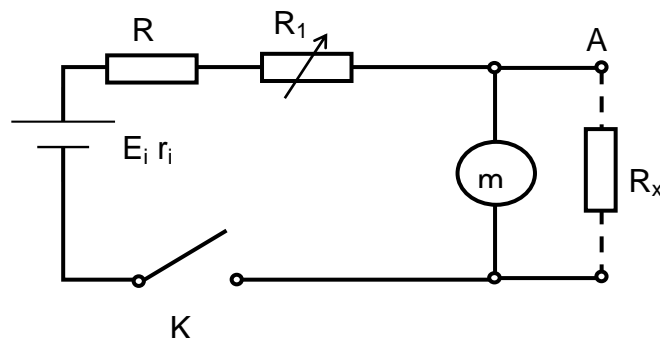


Fig. 5.49. Ohmmetru derivație



## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Schema aparatului este reprezentată în figura 5.49 în care: E este o baterie de curent continuu 1,5 ÷ 18 V cu rezistența  $r_i$ , R – rezistență fixă pentru limitarea intensității curentului,  $R_1$  – rezistență variabilă, mA – miliampermetru magneoelectric cu rezistența  $r_0$ , A,B – bornele la care se montează rezistența de măsurat  $R_x$ , K – întrerupător, pentru întreruperea circuitului când ohmmetrul nu funcționează pentru evitarea consumării bateriei.

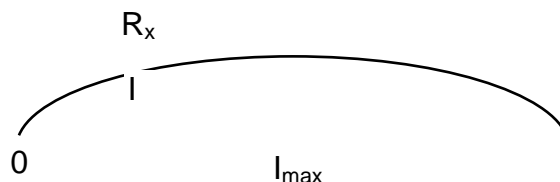


Fig. 5.50. Scara gradată a unui ohmmetru derivație

După închiderea întrerupătorului K la montarea unei rezistențe la bornele A B, curentul debitat de sursa E se distribuie prin miliampermetru și prin  $R_x$ . Pentru  $R_x=0$  (bornele A B în scurtcircuit)  $I=0$  iar pentru  $R_x=\infty$  (bornele A B în gol),  $I=I_{max}$ .

*Concluzii:*

- Scara ohmmetrului derivație este normală dar rămâne foarte neuniformă
  - Citirea indicațiilor la ohmmetrul serie se face de la stânga la dreapta
  - Ohmmetrul derivație măsoară valori mici ale rezistențelor, comparabile cu  $r_a$
- Reglarea ohmmetrelor derivație.

Și la ohmmetrul derivație intervine problema îmbătrânirii bateriilor chimice. De aceea, înainte de folosire, este necesară reglarea ohmmetrului. Reglarea se face pentru  $R_x=\infty$  (bornele A B în gol), variind rezistența  $R_1$  până se obține indicația corectă. Indicația corespunzătoare valorii  $R_x=0$  se reglează din corectorul de zero al aparatului magneoelectric.

### - Măsurarea inductanțelor prin metoda ampermetrului și voltmetrului

Măsurarea inductanțelor proprii ale bobinelor folosind metoda ampermetrului și voltmetrului se bazează pe comportarea diferită a bobinelor în curent continuu și curent alternativ. Întrucât bobinele au de obicei impedanțe mult mai mici decât rezistența voltmetrului se folosește varianta aval.

Montajul folosit este reprezentat în figura 5.51.

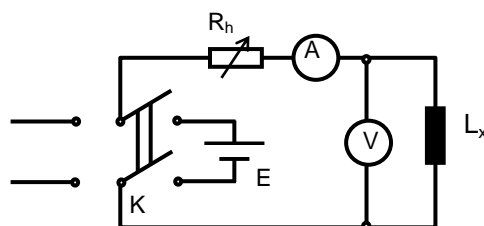


Fig. 5.51. Măsurarea inductanțelor proprii prin metoda ampermetrului și voltmetrului

Comutatorul K are două poziții și permite alimentarea succesivă a circuitului în curent continuu și curent alternativ.

Măsurarea se desfășoară în trei etape:

- I. Se închide comutatorul K pe poziția 1 și montajul se alimentează în curent continuu. Se măsoară intensitatea curentului I cu ampermetrul, tensiunea U cu voltmetrul și aplicând legea lui Ohm se calculează:

$$R_x = \frac{U}{I} (\Omega).$$

- II. Se trece comutatorul K pe poziția 2 și montajul se alimentează în curent alternativ. Se măsoară din nou intensitatea curentului și tensiunea și aplicând legea lui Ohm, se calculează:

$$Z_x = \frac{U}{I} (\Omega).$$

- III. Cunoscând valorile  $R_x$  și  $Z_x$  și cunoscând sau măsurând frecvența, se poate deduce valoarea inductanței:

$$Z_x = \sqrt{R_x^2 + \omega^2 L_x^2}, \text{ de unde:}$$

$$L_x = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{Z_x^2 - R_x^2} \quad \omega = 2\pi f$$

### 5.7.2. Măsurarea condensatoarelor

Factorii care influențează capacitatea unui condensator sunt: frecvența, temperatura, umiditatea, presiunea atmosferică etc.

- *Metoda ampermetrului și voltmetrului*

Măsurarea capacităților prin această metodă se face folosind montajul aval sau amonte (fig.2.52). Această metodă se poate aplica numai în cazul condensatoarelor de capacități  $C \geq 1\mu F$ .

La montajul aval:

$$C_x = \frac{\sqrt{I^2 - I_V^2}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U};$$

La montajul amonte:

$$C_x = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R_A^2}}$$

unde  $I_V = U/R_V$  este curentul care trece prin voltmetrul V

$R_V$  – rezistența internă a ampermetrului

$R_A$  – rezistența internă a ampermetrului

f – frecvența sursei de alimentare indicată de frecvențmetrul F

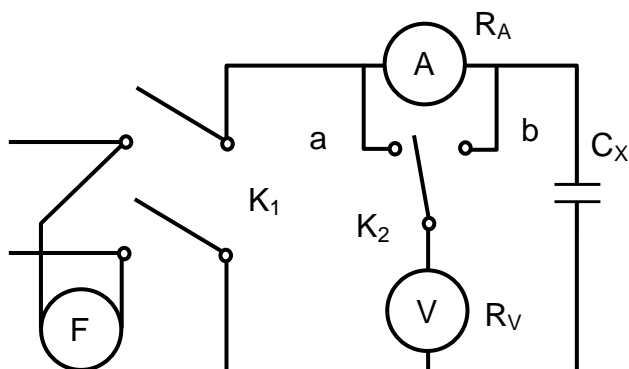


Fig. 5.52. Măsurarea capacităților prin metoda ampermetrului și voltmetrului:  
a – amonte ; b – aval

### 5.7.3. Măsurarea impedanțelor

Deoarece rezistența în curent continuu și impedanța în curent alternativ au aceeași relație de definiție, metodele utilizate pentru măsurarea rezistențelor în curent continuu se pot adapta și la măsurarea impedanțelor în curent alternativ cu următoarele observații:

- circuitele în curent alternativ vor fi alimentate de la o sursă de frecvență  $f$
- aparatele de măsurat folosite trebuie astfel alese încât să funcționeze la frecvența  $f$  a sursei de alimentare
- elementele de circuit, fiind alimentate în curent alternativ, se vor comporta ca impedanțe

Metoda substituției este cea mai simplă metodă. Ea folosește montajul din fig.5.53., în care:

- G este un generator de curent alternativ de tensiune  $U$  și frecvență  $f$ ;
- A – ampermetru de curent alternativ capabil să funcționeze la frecvența  $f$ ;
- $R_e$  – rezistență variabilă, etalonată (cutie de rezistențe);
- K – comutator cu două poziții.

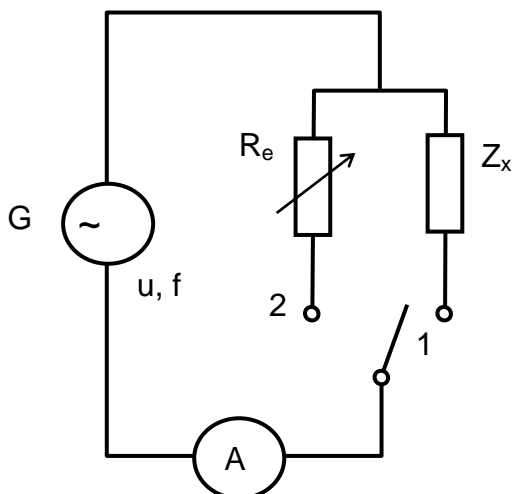


Fig.5.53. Măsurarea impedanțelor prin metoda substituției

Modul de lucru are două etape ca și în curent continuu:

- I. – se închide comutatorul K pe poziția 1 și se citește pe ampermetrul A intensitatea  $I_1$  a curentului

$$I_1 = \frac{U}{Z_x};$$

- II. – se trece comutatorul K pe poziția 2 și se reglează rezistența variabilă  $R_e$  până când ampermetrul va indica un curent  $I_2 = I_1$ . În acest caz:

$$I_2 = \frac{U}{R_e}.$$

Deoarece  $I_2 = I_1$ , rezultă că  $Z_x = R_e$ . Această metodă permite măsurarea globală a impedanțelor.

### *Punți de curent alternativ pentru măsurarea impedanțelor*

Puntea de curent alternativ este alimentată de la o sursă de frecvență  $f$ , elementele din brațele sale se comportă ca impedanțe, iar instrumentul indicator de nul trebuie să funcționeze la frecvența  $f$  a sursei.

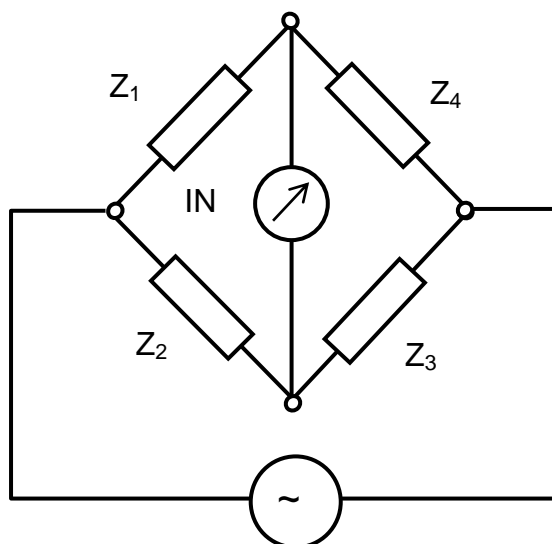


Fig. 5.54. Punte de curent alternativ

Ca și la punțile de curent continuu, când prin diagonala în care este montat instrumentul indicator curentul este zero între cele patru brațe ale punții există o relație bine determinată, cunoscută sub numele condiția de echilibru și care este aceeași ca și la punțile de curent continuu (produsul a două brațe opuse este egal cu produsul celorlalte două brațe opuse, sau raportul a două brațe alăturate este egal cu raportul celorlalte două brațe alăturate).

În curent alternativ, această condiție devine:

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \text{ sau } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_4}{Z_3}$$

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Fiecare impedanță poate fi exprimată prin modulul său  $|Z|$  și prin defazajul  $\varphi$  pe care îl introduce:

$$Z = |Z| \cdot e^{j\varphi}$$

Condiția de echilibru se poate scrie sub forma:

$$|Z_1| \cdot e^{j\varphi_1} \cdot |Z_3| \cdot e^{j\varphi_3} = |Z_2| \cdot e^{j\varphi_2} \cdot |Z_4| \cdot e^{j\varphi_4}$$

Acest lucru este echivalent cu două relații:

- una referitoare la module:

$$|Z_1| \cdot |Z_3| = |Z_2| \cdot |Z_4|$$

- una referitoare la faze:

$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4$$

Cea de-a doua relație arată că punțile de curent alternativ nu pot avea orice configurație.

Dacă în două brațe ale unei punți sunt numai rezistențe în celelalte două brațe opuse trebuie să fie reactanțe de semne contrare (într-un braț inductanță, în brațul opus capacitate). Din această categorie fac parte punțile Maxwell și Hay.

Dacă în două brațe alăturate ale unei punți sunt numai rezistențe (de exemplu  $Z_1 = R_1$  și  $Z_2 = R_2$ ) în celelalte două brațe alăturate trebuie să fie reactanțe de același fel ( $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$  și  $\varphi_3 = \varphi_4$  deci  $\varphi_3$  și  $\varphi_4$  trebuie să aibă același semn). Din această categorie fac parte punțile Sauty și Nernst.

Ca și la punțile de curent continuu, dacă se cunosc elemente din trei brațe, se pot deduce cele din al patrulea braț. Pentru calcule se utilizează de obicei exprimarea impedanțelor sub forma numerelor complexe. În cazul cel mai general, fiecare impedanță poate fi de forma:

$$Z = R + j \cdot X$$

și condiția de echilibru devine:

$$(R_1 + j \cdot X_1) \cdot (R_3 + j \cdot X_3) = (R_2 + j \cdot X_2) \cdot (R_4 + j \cdot X_4).$$

Efectuând înmulțirile și separând partea reală de partea imaginară se obțin două relații care exprimă împreună condiția de echilibru:

$$\left. \begin{aligned} R_1 R_3 - X_1 X_3 &= R_2 R_4 - X_2 X_4 \\ R_1 X_3 + R_3 X_1 &= R_2 X_4 + R_4 X_2 \end{aligned} \right\}$$

### *Echilibrarea punții*

Pentru satisfacerea celor două relații de echilibru, la punțile de curent alternativ sunt necesare două elemente de reglaj. Acestea pot fi rezistoare, bobine sau condensatoare variabile. Deoarece bobinele variabile de inductanțe cunoscute se realizează mai greu în practică, pentru echilibrarea punților de curent alternativ se preferă rezistoare și condensatoare variabile.

## 5.8. Osciloscopul

### 5.8.1. Schema bloc, rolul blocurilor componente

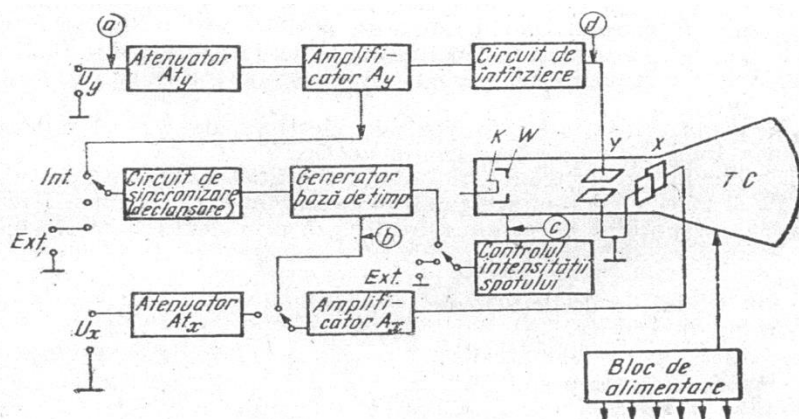


Fig. 5.55. Schema bloc a unui osciloscop

Osciloscopul modern este alcătuit din mai multe elemente componente, conectate între ele după o schemă bloc reprezentată în figura 5.55., care conține: tubul catodic, amplificatoarele  $A_y$  și  $A_x$ , atenuatoarele  $At_y$  și  $At_x$ , generatorul bazei de timp, circuitul de sincronizare (declanșare), circuitul pentru controlul intensității spotului, circuitul de întârziere și blocul de alimentare.

În afara blocurilor componente reprezentate în figura 5.55., care sunt comune tuturor osciloscopelor moderne, în unele osciloscopul se mai întâlnesc și alte circuite, cu destinații diferite în funcție de tipul și complexitatea aparatului.

Tubul catodic este elementul principal al osciloscopului. În interiorul lui se generează fasciculul de electroni care deviază sub acțiunea câmpurilor produse de semnalele de studiat, ciocnește ecranul, descriind pe acesta curbele dorite.

Amplificatoarele  $A_y$  și  $A_x$  amplifică semnalele de studiat prea mici, înainte de a fi aplicate plăcilor de deflexie.

Atenuatoarele  $At_y$  și  $At_x$  micșorează semnalele prea mari înainte de a fi aplicate amplificatoarele  $A_y$  și  $A_x$ . La osciloscopul modern, atenuatoarele sunt calibrate în V/cm sau mV/cm reprezentând tensiunea necesară la intrarea atenuatorului pentru a produce o deplasare a spotului pe ecran de 1 cm. Această calibrare este valabilă numai dacă reglajul amplificării amplificatorului respectiv este la maxim.

Generatorul bazei de timp. În cazul vizualizării curbelor ce reprezintă variația în timp a unei mărimi  $A=f(t)$ , la plăcile x trebuie să se aplice o tensiune proporțională cu timpul:  $U_x=K \cdot t$ . Tensiunea  $U_x$  trebuie deci să fie o tensiune liniar-variabilă în timp, adică de forma dinților de ferăstrău. Această tensiune este generată în osciloscop de generatorul bazei de timp.

Circuitul de sincronizare (de declanșare). Pentru ca imaginea de pe ecran să fie stabilă, este necesar ca frecvența semnalului de vizualizat să fie un multiplu întreg al frecvenței bazei de timp:  $f_A = n \cdot f_{BT}$ . Pentru realizarea acestei condiții, generatorul bazei de timp are frecvența variabilă și, în plus, există posibilitatea sincronizării prin circuitul de sincronizare, fie cu semnalul de vizualizat, fie cu un alt semnal exterior.

**Funcționarea cu baza de timp declanșată**

Pentru a se putea vizualiza și semnale neperiodice, la osciloscopul modern generatorul bazei de timp poate funcționa la alegere, fie continuu (relaxat) generând un semnal periodic chiar și în absența semnalului de vizualizat, fie declanșat.

Spre deosebire de funcționarea periodică, funcționarea declanșată este comandată chiar de semnalul de vizualizat. În lipsa semnalului baza de timp nu funcționează. La apariția unui semnal la intrare, baza de timp se declanșează, generează un singur dinte de ferăstrău și apoi se blochează din nou în așteptarea unui alt semnal. În cazul în care la intrare se aplică un semnal periodic, baza de timp urmărind semnalul de la intrare devine periodică.

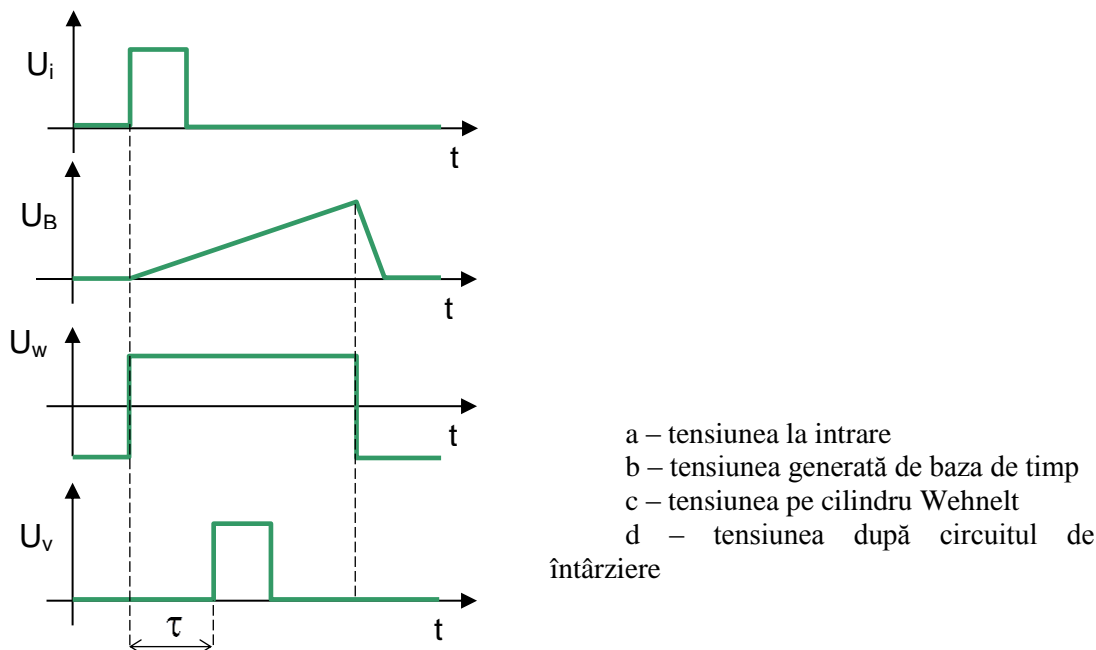


Fig. 5.56. Diagramele tensiunilor în diferite puncte ale schemei osciloscopului

În figura 5.56. sunt reprezentate diagramele tensiunilor în diferite puncte ale schemei unui osciloscop funcționând cu baza de timp declanșată. În figura 5.56.a este reprezentat semnalul aplicat la intrare, în momentul  $t = t_1$ . Până la apariția semnalului, baza de timp este blocată. La  $t = t_1$ , baza de timp se declanșează, generează un dinte de ferăstrău și apoi se blochează din nou (fig. 5.56.b). În cazul funcționării cu baza de timp declanșată, mai sunt necesare următoarele circuite: circuitul pentru controlul intensității spotului, circuitul de întârziere.

Circuitul pentru controlul intensității spotului. În cazul funcționării cu baza de timp declanșată, în lipsa semnalului de intrare, baza de timp fiind blocată, atât plăcilor de deflexie Y cât și plăcilor de deflexie X nu li se aplică nici un semnal. În această situație, fasciculul de electroni ar bombardarea ecranul într-un singur punct, în centru, ceea ce ar duce la distrugerea luminoforului în punctul respectiv. Pentru a proteja ecranul, osciloscopul este prevăzut cu un circuit pentru controlul intensității spotului. Acesta furnizează o tensiune negativă care se aplică pe cilindru Wehnelt pentru ștergerea spotului, când baza de timp este blocată (fig. 5.56.c).

Circuitul pentru controlul intensității spotului mai este folosit și la stingerea spotului pe durata cursei de întoarcere și uneori la modularea intensității spotului cu semnal exterior.

Circuitul de întârziere are rolul de a întârzia semnalul astfel încât acesta să se aplice plăcilor Y după ce baza de timp a început să funcționeze. În figura 5.56.d este reprezentată diagrama tensiunii  $U_y$  întârziată față de tensiunea de la intrare  $U_i$  cu timpul  $\tau$ . Dacă nu s-ar folosi circuitul de întârziere, semnalul s-ar aplica plăcilor Y când spotul este stins și baza de timp blocată, ceea ce ar face ca începutul semnalului să nu apară pe ecran (fig. 5.57.a).

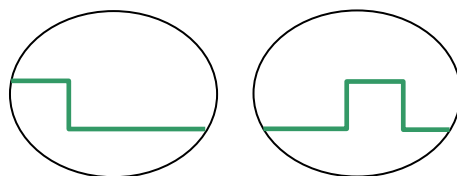


Fig. 5.57. Efectele circuitului de întârziere :  
 a – oscilograma fără circuit de întârziere  
 b – oscilograma cu circuit de întârziere

Cu circuitul de întârziere, semnalul se vizualizează corect (fig. 5.57.b).

Blocul de alimentare conține surse stabilizate de înaltă și joasă tensiune și asigură alimentare celorlalte blocuri, inclusiv a tubului catodic.

### Schema bloc a tubului catodic.

Tubul catodic este elementul principal al osciloscopului. El este un tub catodic cu vid, care are o parte cilindrică și o parte tronconică (fig. 5.58.).

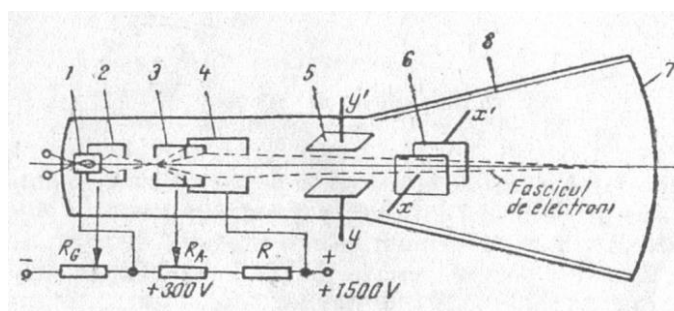


Fig. 5.58. Tubul catodic

În interiorul tubului catodic în partea cilindrică, se află un dispozitiv de emisie și focalizare, numit tun electronic, care emite, focalizează și accelerează fasciculul de electroni, și un sistem de deflexie pentru devierea acestui fascicul.

În partea frontală, tubul catodic are un ecran, acoperit spre interior cu substanțe luminoase. El devine luminos în punctul în care este lovit de fasciculul de electroni.

În interiorul tubului pe partea tronconică, este depus un strat bun conductor de electricitate, care are rolul de ecranare și de colectare a electronilor, după ce aceștia au lovit ecranul.

#### a) Dispozitivul de emisie și focalizare (tunul de electroni)

Tunul de electroni este format de obicei dintr-un catod, un electrod de comandă și doi anodi: de focalizare și de accelerare.

*Catodul 1* este un cilindru metalic cu suprafața frontală acoperită cu un strat de oxizi de bariu și stronțiu, ce pot emite ușor electroni. Catodul este încălzit de un filament, care se află în interior.

*Electrodul de comandă 2*, numit și cilindrul Wehnelt, este un electrod cilindric ce înconjoară catodul și care este prevăzut în partea frontală cu un mic orificiu prin care trec electronii. Electrodul de comandă se află la un potențial negativ față de catod, frânând în acest mod deplasarea electronilor. Potențialul electrodului de comandă se poate varia cu potențiometrul  $R_G$ . Cu cât electrodul de comandă va fi mai negativ față de catod, cu atât mai puțini electroni vor reuși să treacă de el. În acest mod, reglând negativarea cilindrului Wehnelt se poate controla numărul electronilor din fasciculul ce se îndreaptă spre ecran și, ca urmare, se poate regla luminozitatea spotului de pe ecran.



## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

După trecerea prin electrodul de comandă, fasciculul de electroni este focalizat pe ecranul tubului catodic cu o lentilă electronică formată din cei doi anodi, de focalizare și accelerare.

*Anodul de focalizare 3* este un cilindru care are un potențial pozitiv față de catod (câteva sute de volți), reglabil cu potențiometrul  $R_A$ . Variind acest potențial se reglează distanța focală a lentilei electronice, astfel încât focarul ei să cadă pe ecran. Când reglajul este corect, imaginea de pe ecran are claritate maximă.

*Anodul de accelerare 4* este tot de formă cilindrică și are un potențial fix, pozitiv față de catod, de ordinul miilor de volți. El are rolul de a accelera mișcarea electronilor, determinând viteza  $v_0$  cu care aceștia se îndreaptă spre ecran.

### b) Dispozitivul de deflexie

Deviația fasciculului de electroni se poate realiza cu câmpuri electrostatice sau magnetice. La tuburile catodice folosite în osciloscopia se utilizează deviația cu câmpuri electrostatice. Dispozitivul de deflexie este format din două perechi de plăci de deflexie dispuse perpendicular una pe alta, pentru devierea fasciculului de electroni după cele două direcții, x și y.

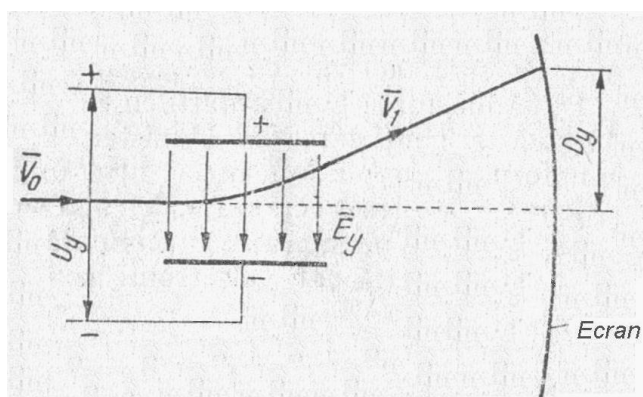


Fig. 5.59. Deviația fasciculului de electroni

Când plăcile sunt la același potențial, fasciculul de electroni trece printre ele fără a fi deviat și lovește ecranul în centru. Dacă se aplică plăcilor de deflexie o tensiune  $U_y$  (fig.5.59.) între ele apare un câmp electric  $E_y$ . Sub acțiunea acestui câmp, electronii vor fi atrași de placa mai pozitivă și respinși de placa mai negativă cu o forță  $F_y = e \cdot E_y$  care va imprima electronilor o accelerație  $a_y$  după direcția y. Ca urmare, în spațiul dintre plăci electronii vor avea atât o mișcare uniformă cu viteza  $v_0$  în lungul tubului, cât și o mișcare uniformă accelerată pe direcția y. În urma combinării celor două mișcări rezultă o traiectorie parabolică.

Când electronii ies dintre plăci, acțiunea câmpului  $E_y$  încetează și ei își continuă mișcarea după o direcție tangentă la traiectoria parabolică, lovind ecranul la o distanță  $D_y$  față de centru. Deviația spotului pe ecran  $D_y$ , este cu atât mai mare cu cât tensiunea  $U_y$  aplicată plăcilor y este mai mare.

Analog, dacă se aplică plăcilor o diferență de potențial, între ele apare un câmp electric care deviază fasciculul de electroni pe direcția orizontală (plăcile de deflexie G).

Când pe ambele perechi de plăci se aplică simultan câte o diferență de potențial, fasciculul de electroni va fi deviat după o direcție rezultantă a acțiunii celor două câmpuri.

### c) Ecranul

După ce au trecut prin sistemul de deflexie, electronii ajung pe ecran (7) producând spotul luminos. Rolul ecranului este de a transforma o parte cât mai mare din energia cinetică a electronilor în energie luminoasă. În acest scop, pe suprafața interioară a ecranului, este depusă o substanță fluorescentă numită luminofor, care devine luminoasă când este bombardată de electroni. Pentru a i se mări eficacitatea, se adaugă diferite substanțe activante. Culoarea spotului

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

luminos depinde de compoziția substanței fluorescente: Pentru observări vizuale se folosesc ecrane cu fluorescență galben-verzuie, deoarece sensibilitatea ochiului, este maximă în acest domeniu. Materialul folosit pentru aceste ecrane este wilmetul (ortosilicat de zinc) activat cu magneziu.

După încetarea bombardării cu electroni, ecranul continuă să emită lumină un timp oarecare. Persistența luminii depinde de materialul luminoforului, ea putând varia între milisecunde și câteva secunde.

După ce au lovit ecranul, electronii sunt colectați de electrodul de ecranare 8, depus pe suprafața interioară a părții tronconice a tubului catodic. Pe această cale, electronii se întorc la sursa de alimentare.

### ***Condiția de stabilitate a imaginii pe ecran, principiul de funcționare***

#### *Principiul de funcționare*

Elementul principal al unui osciloscop este tubul catodic. Pentru a putea afișa pe ecranul tubului catodic curba ce reprezintă dependența între două mărimi,  $A=f(B)$ , este necesar:

- să se obțină pe un ecran un punct luminos (spot)
- să se poată deplasa acest punct după două direcții orizontală (x) și verticală (y), pentru a descrie pe un ecran curba dorită.

Realizarea acestor deziderate este posibilă având în vedere:

- proprietatea unui fascicul de electroni de a produce în punctul de impact (ciocnire) iluminarea unui ecran tratat cu substanțe luminofore.
- proprietatea unui fascicul de electroni de a fi deviat sub acțiunea unui câmp electric sau magnetic.

Fasciculul de electroni este produs, focalizat și accelerat în tubul catodic și lovește ecranul acestuia producând un punct luminos (spot). Deplasarea spotului pe ecran se realizează prin devierea fasciculului de electroni cu ajutorul unor câmpuri electrice create de două perechi de plăci de deflexie din interiorul tubului catodic, la aplicarea unor tensiuni  $U_y$  la plăcile de deflexie pe direcția y și  $U_x$  la plăcile de deflexie pe direcția x.

Pentru ca pe ecran să apară curba  $A=f(B)$ , celor două perechi de plăci de deflexie li se aplică tensiuni  $U_y$  și  $U_x$  proporționale cu mărimile A și respectiv B. Ca urmare spotul se va deplasa după direcțiile y și x în același ritm în care variază mărimile A și B. Dacă mărimile A și B sunt periodice, pentru ca pe ecran să apară o imagine stabilă este necesar ca între frecvențele celor două mărimi să existe relația:

$$f_A = n \cdot f_B,$$

unde n este un număr întreg.

#### *Generatorul bază de timp*

Generatorul bază de timp este blocul funcțional al osciloscopului în care se generează tensiunea de forma dinților de ferăstrău ce se aplică plăcilor X în cazul vizualizării curbelor ce reprezintă variația în timp a diferitelor mărimi.

Condiții impuse tensiunii bază de timp

Deoarece timpul se scurge uniform este necesar ca tensiunea aplicată plăcilor x să crească liniar, deplasând spotul cu viteză uniformă de la stânga la dreapta, iar apoi să scadă brusc, pentru a reîncepe o nouă variație. În intervalul de timp  $t_1 - t_0$  când tensiunea  $U_x$  crește, spotul se deplasează de la stânga la dreapta, descriind pe ecran curba dorită.

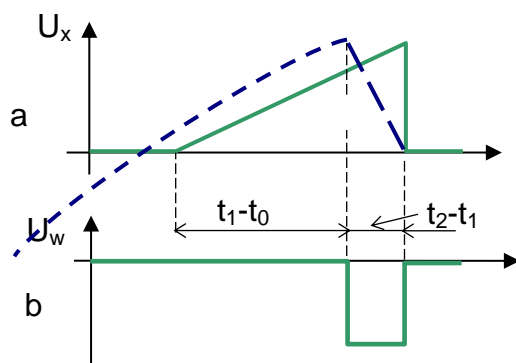


Fig. 5.60. Tensiunea bază de timp  
 a – forma reală și ideală a tensiunii  $U_x$   
 b – tensiunea care trebuie aplicată cilindrului Wehnelt  $U_w$

Forma ideală a tensiunii  $U_x$  este cea desenată cu linie plină în figura 5.60.a. În practică însă, nu se poate obține o astfel de variație. Semnalele obținute cu circuitele reale nu sunt perfect liniare și anulara lor nu se face instantaneu, ci într-un interval de timp finit  $t_2 - t_1$  (figura 5.60.a – linie punctată).

Datorită acestor diferențe între forma reală și forma ideală a tensiunii  $U_x$ , apar neajunsuri care trebuie să fie minimizate:

- din cauza neliniarității, spotul nu se deplasează pe ecran cu viteză constantă și, ca urmare, curba ce apare pe ecran este deformată față de curba reală.
- deoarece tensiunea  $U_x$  nu scade instantaneu în intervalul de timp  $t_2 - t_1$ , când tensiunea scade, spotul se întoarce de la dreapta la stânga descriind pe ecran o linie de întoarcere care nu face parte din semnal. Pentru a evita apariția liniei de întoarcere, în intervalul de timp  $t_2 - t_1$  se aplică cilindrului Wehnelt un impuls negativ (fig. 5.60.b) care blochează fasciculul de electroni și spotul se stinge. În acest mod pe ecran nu se mai vede linia de întoarcere, dar, în același timp, nu se mai vede nici partea finală a oscilogramei. Pentru ca partea care se pierde din oscilogramă să fie mai mică, este necesar ca intervalul de timp  $t_2 - t_1$  în care tensiunea  $U_x$  scade să fie mult mai mic decât intervalul de timp  $t_1 - t_0$ .
- O altă condiție pe care trebuie să o îndeplinească baza de timp pentru ca imaginea să fie stabilă pe ecran, este ca frecvența sa să fie un submultiplu întreg al frecvenței semnalului de vizualizat:

$$f_{BT} = \frac{1}{n} f_s; n=1,2,3,\dots$$

Ținând seama de condițiile impuse tensiunii  $U_x$ , s-au realizat diferite construcții de generatoare bază de timp. În principiu însă, toate schemele adoptate se bazează pe încărcarea și descărcarea unui condensator.

Modelul cel mai simplu al generatorului bazei de timp este reprezentat în figura 5.62.

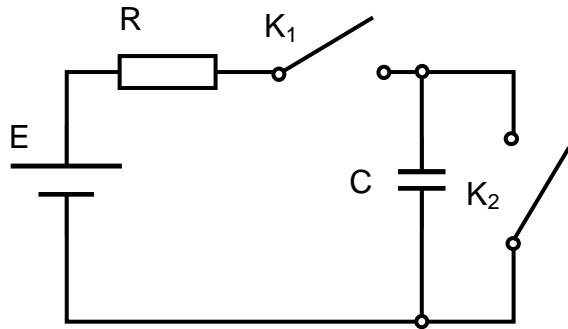


Fig. 5.61. Modelul unui generator bază de timp

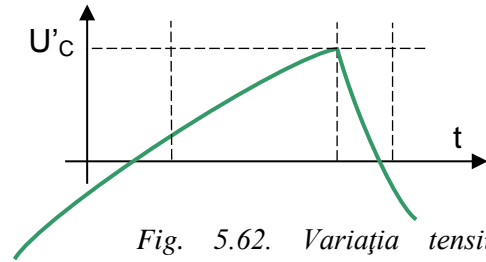


Fig. 5.62. Variația tensiunii la bornele condensatorului

La închiderea întrerupătorului  $K_1$ , în momentul  $t = t_0$ , condensatorul  $C$  se încarcă de la sursa  $E$  prin rezistența  $R$ , după o lege exponențială:

$$U_c = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

Încărcarea este cu atât mai lentă cu cât constanta de timp  $\tau_1 = RC$  este mai mare. La momentul  $t = t_1$ , când tensiunea pe condensator are o valoare  $U'_c$ , se închide întrerupătorul  $K_2$ , ce prezintă o rezistență de contact  $r$ , de valoare mică. Începând din acest moment, condensatorul  $C$  se descarcă pe rezistența de contact  $r$ , de valoare mică, conform relației:

$$U_c = U'_c \cdot e^{-\frac{t}{rc}}$$

Descărcarea va fi cu atât mai rapidă cu cât constanta de timp  $\tau_1 = RC$  este mai mică. Pentru satisfacerea condiției  $(t_2 - t_1) \ll (t_2 - t_1)$  este necesar ca  $r \ll R$ .

În cazul în care generatorul bază de timp funcționează periodic, această variație a tensiunii pe condensatorul  $C$  trebuie să se repete periodic, adică comutatorul  $K_2$  să se închidă și să se deschidă periodic, cu o frecvență care să satisfacă relația de stabilitate. În practică, comutatorul  $K_2$  este realizat cu diferite dispozitive electronice. Osciloscopul modern utilizează pentru producerea tensiunii bază de timp un generator cu integrator Miller. Tensiunea bază de timp se mai numește și tensiune de baleiaj. (tensiune linear variabilă în dinte de ferăstrău care se aplică pe plăcile de deflexie orizontală)

## Reglajele osciloscopului

### Reglarea osciloscopelor catodice

Înainte de a folosi un osciloscop catodic necunoscut sau nou, trebuie să se citească instrucțiunile de întrebuințare din prospectul lui, dacă există. În lipsa unor instrucțiuni speciale, trebuie procedat metodic, după cum urmează:

Întrerupătorul de rețea. Se verifică dacă transformatorul de rețea al osciloscopului catodic este pus la tensiunea rețelei. Se fixează potențiometrul de reglaj al luminozității în poziția de luminozitate limită, se așează reglajele poziției orizontale și verticale aproape de centrul gamelor și se pune la minim reglajul amplitudinii verticale. Se conectează la priză cordonul de rețea și se închide întrerupătorul de rețea.

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

*Reglajul luminozității.* Trebuie să se aștepte aproximativ un minut, pentru ca tuburile să se încălzească. După acest timp, se rotește încet potențiometrul de reglaj al luminozității, până când spotul devine vizibil. Urmează apoi centrarea spotului luminos.

*Reglajul focalizării.* Întrucât reglajele focalizării și luminozității se influențează reciproc, această operație se face cu ambele mâini în același timp, mai ales că aceste butoane se află plasate de o parte și de alta a tubului catodic.

*Reglajele poziției.* Dacă potențiometrele de reglaj ale poziției nu au fost manipulate în timpul reglării luminozității, funcționarea lor poate fi acum verificată. După această verificare se readuce spotul la centrul ecranului.

*Reglajul amplitudinii bazei de timp.* Se verifică fiecare gamă de reglaj brut al frecvenței bază de timp, comutând butoanele de reglaj ale amplitudinii în diferite poziții.

*Amplificatorul deflexiei verticale.* Se așează comutatorul bazei de timp în poziția corespunzătoare gamei care include frecvența de 50 Hz. Se reglează atenuatorul în trepte pentru a obține, sensibilitatea minimă, iar atenuatorul fin pentru sensibilitatea maximă. Se introduce apoi un fir în borna de intrare de mare impedanță a amplificatorului deflexiei verticale și se ține în mână capătul celălalt al firului. În acest caz trebuie să apară o ușoară deviație verticală. Se mărește imaginea de pe ecran până ce ocupă întregul ecran.

### ***Reguli pentru utilizarea osciloscopelor catodice***

Tubul catodic al unui osciloscop catodic nu trebuie lăsat să funcționeze cu spotul staționar, din cauza pericolului de ardere a ecranului. În pauzele dintre lucrări, spotul trebuie stins cu ajutorul reglajului luminozității, iar osciloscopul nu trebuie scos din funcțiune cu comutatorul de rețea, în afară de cazul când aparatul nu va fi întrebuințat un timp mai îndelungat.

Întrucât osciloscopia catodice au orificii de aerisire (pentru a se asigura o ventilație corespunzătoare) va trebui periodic să fie curățate de praf. Curățarea se va face cu un aspirator de praf sau cu pensulă și aer comprimat de mică presiune.

#### *Calibrarea pe orizontală*

Măsurarea intervalelor de timp se poate realiza cunoscând viteza de deplasare a spotului și măsurând pe ecran lungimea segmentului care corespunde intervalului de timp considerat.

Osciloscopia moderne au bază de timp calibrată în ms/cm sau  $\mu\text{s/cm}$ , adică se indică pentru fiecare poziție a comutatorului ce reglează în trepte frecvența bazei de timp, timpul necesar ca spotul să se deplaseze pe direcția orizontală cu un centimetru. Această calibrare este corectă numai dacă reglajul fin al bazei de timp este la maxim.

#### *Calibrarea pe verticală*

Măsurarea tensiunilor cu osciloscopul catodic se bazează pe faptul că deviația spotului este proporțională cu amplitudinea tensiunii aplicate plăcilor de deflexie. Înainte de utilizare, se recomandă să se verifice calibrarea atenuatorului  $A_{ty}$ . În acest scop, osciloscopia dispun, la o bornă de pe panoul frontal, de o tensiune de calibrare. Cu ajutorul unei sonde (cordon de legătură), se aplică tensiunea de calibrare la intrarea osciloscopului și se verifică dacă variația obținută pe ecran corespunde indicației atenuatorului.

Pentru măsurări precise, sursa de tensiune internă are frecvența de 1 kHz și amplitudinea tensiunii egală cu 1 sau 2 V.

*Sincronizarea osciloscopului*

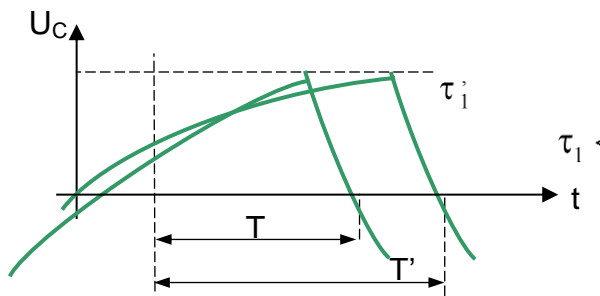


Fig. 5.63. Variația duratei dinților de ferăstrău în funcție de constanta de timp  $\tau = RC$

Durata unui dinte de fierăstrău corespunde intervalului de timp  $t_1 - t_0$  în care tensiunea pe condensator crește până la  $U_c'$ , necesară devierii fasciculului de electroni, astfel încât spotul să se deplaseze pe tot ecranul de la stânga la dreapta. Ea depinde de constanta de timp  $\tau_1 = RC$ . Dacă se variază valorile lui R și C, se pot obține durate diferite pentru dinții de ferăstrău (fig. 5.63.). De obicei această durată se variază în trepte cu un comutator ce introduce în circuit condensatoare de diferite valori și fin prin variația continuă a rezistenței R. Comutatorul este calibrat în ms/cm sau  $\mu\text{s/cm}$ , corespunzător timpului necesar ca spotul să se deplaseze pe direcția orizontală cu 1 cm. Această calibrare este valabilă numai dacă reglajul fin este la maxim. În cazul funcționării periodice, se poate considera că durata unui dinte de ferăstrău corespunde unei perioade a semnalului generat de baza de timp, deci variind durata dinților de ferăstrău se variază frecvența bazei de timp

**5.8.2. Măsurări cu osciloscopul**

*Măsurarea tensiunii și intensității curentului electric*

Măsurarea tensiunilor cu osciloscopul catodic se bazează pe faptul că deviația spotului este proporțională cu amplitudinea tensiunii aplicate plăcilor de deflexie.

Metoda directă se utilizează în cazul osciloscopelor moderne prevăzute cu ecran caroiat (împărțirea în pătrate cu latura de obicei de 1 cm) și care au atenuatorul  $A_{t_y}$  etalonat în mV/cm sau V/cm.

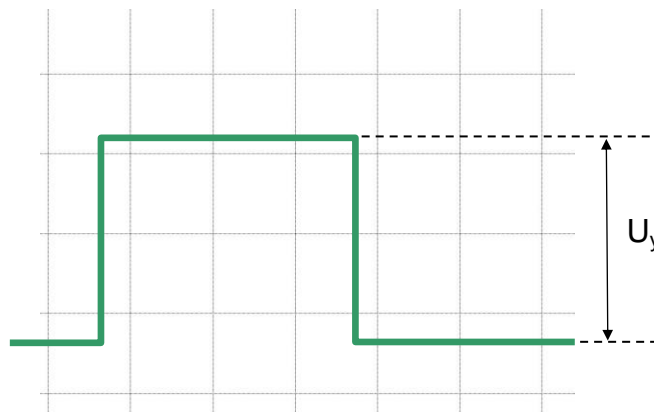


Fig. 5.64. Măsurarea directă a tensiunii cu osciloscopul catodic

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Se aplică semnalul de măsurat la intrarea Y a osciloscopului, se controlează dacă reglajul amplificării este la maxim și se reglează atenuatorul  $A_t$  și baza de timp astfel încât să se obțină o oscilogramă corect încadrată pe ecran. (fig. 5.64). Se măsoară cu ajutorul carioajului de pe ecran înălțimea oscilogramei în centimetri și se înmulțește cu indicația atenuatorului, obținându-se astfel direct valoarea tensiunii măsurate.

*Exemplu:* În cazul oscilogramei din figura 2.64., dacă atenuatorul este pus pe poziția 0,5V/cm, valoarea tensiunii este:

$$U_y = 0,5 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \cdot 2\text{cm} = 1\text{V}.$$

### *Metoda comparației.*

Când osciloscopul nu are atenuatorul calibrat sau calibrarea nu mai este corectă, se poate folosi metoda comparației. La această metodă, tensiunea de măsurat de o formă oarecare, se compară cu o tensiune sinusoidală de joasă frecvență, care poate fi măsurată cu un voltmetru obișnuit.

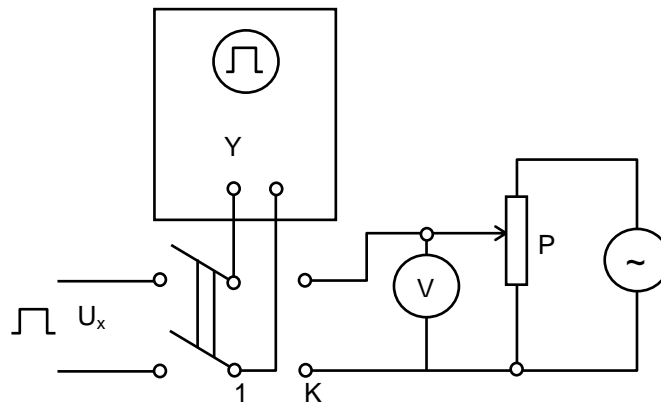


Fig. 5.63. Măsurarea tensiunii prin metoda comparației

Modul de lucru. Se realizează montajul din figura 5.63. cu comutatorul K pe poziția 1 se aplică la intrarea Y a osciloscopului tensiunea  $U_y$  de măsurat. Se reglează amplificarea și baza de timp până se obține o oscilogramă corect încadrată în ecran și se măsoară înălțimea  $l$  a oscilogramei, cu o riglă sau un compas.

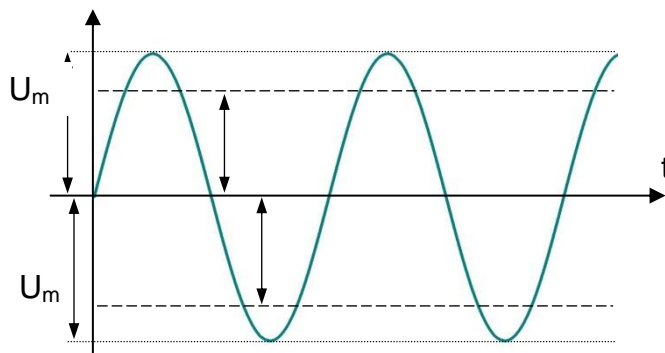


Fig. 5.64 Tensiunile măsurate la metoda comparației

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Fără a interveni în reglajul amplificării, se trece comutatorul K pe poziția 2, aplicându-se la intrarea Y a osciloscopului o tensiune sinusoidală de joasă frecvență. Aceasta se reglează până când oscilograma obținută pe ecran are aceeași înălțime l ca și în cazul vizualizării tensiunii  $U_y$ .

Cele două oscilograme având aceeași înălțime, înseamnă că amplitudinea tensiunii  $U_y$  este egală cu amplitudinea vârf la vârf a tensiunii sinusoidale.

Tensiunea sinusoidală se măsoară cu voltmetrul V, care de obicei este etalonat în valori eficiente. Dacă U este tensiunea citită pe un voltmetru, atunci:

$$U_y = U_{vv} = 2U_{\max} = 2\sqrt{2}U \text{ unde } U_{\max} = \sqrt{2}U.$$

### *Măsurarea intensității curentului electric*

Întrucât osciloscopul catodic funcționează cu deflexie electrostatică, semnalele ce se aplică la intrarea lui sunt de natura unor tensiuni. Pentru măsurarea intensității curentului cu osciloscopul catodic se trece curentul de măsurat printr-o rezistență de valoare cunoscută și se măsoară cu una din metodele studiate căderea de tensiune la bornele rezistenței.

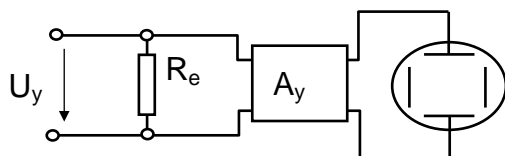


Fig. 2.65. Măsurarea intensității curentului electric cu osciloscopul

$R_e$  este o rezistență etalon de valoare cunoscută. Apoi aplicând legea lui Ohm, se calculează valoarea intensității curentului de măsurat.

### *Măsurarea intervalelor de timp*

Măsurarea intervalelor de timp se poate realiza cunoscând viteza de deplasare a spotului și măsurând pe ecran lungimea segmentului care corespunde intervalului de timp considerat.

Osciloscopia moderne au baza de timp calibrate în ms/cm sau  $\mu\text{s/cm}$ , adică se indică pentru fiecare poziție a comutatorului ce reglează în trepte frecvența bazei de timp, timpul necesar pentru ca spotul să se deplaseze pe direcția orizontală cu un centimetru. Această calibrare este corectă numai dacă reglajul fin al bazei de timp este la maxim.

### *Măsurarea duratei unui semnal*

Pentru măsurarea duratei unui semnal acesta se aplică la intrarea Y a osciloscopului și se reglează amplificarea și baza de timp până când se obține o oscilogramă corect încadrată în ecran.

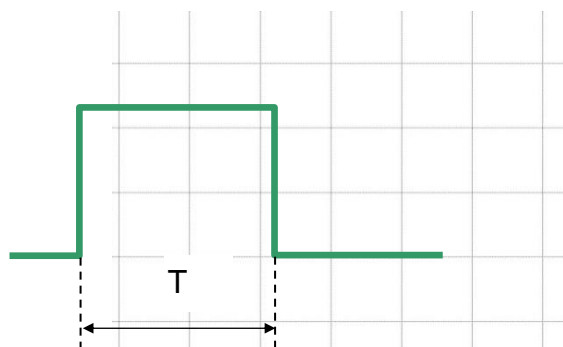


Fig. 5.66. Măsurarea duratei unui semnal cu osciloscopul



Se verifică dacă reglajul fin al bazei de timp este la maxim. Apoi se măsoară lăţimea semnalului pe ecran, în centimetri, şi se înmulţeşte cu indicaţia reglajului în trepte al bazei de timp, obţinându-se astfel durata semnalului de măsurat.

Exemplu: În cazul oscilogramei din figura 5.66., dacă reglajul în trepte al bazei de timp este pe poziţia 1ms/cm şi lăţimea impulsului este de 2,5 cm, durata impulsului va fi:

$$\tau = 2,5\text{cm} \cdot \frac{1\text{ms}}{\text{cm}} = 2,5\text{ms}$$

În mod analog se poate măsura şi durata unei părţi din semnal, cum ar fi durata timpului de creştere a unui impuls(timpul în care semnalul creşte de la 10% la 90% din amplitudinea sa).

#### *Măsurarea perioadei unui semnal*

Pentru măsurarea perioadei, este necesar ca baza de timp să fie astfel reglată încât oscilograma să conţină cel puţin două perioade succesive ale semnalului. În acest caz, dacă reglajul fin al bazei de timp este la maxim, se măsoară pe ecran în centimetri distanţa între două treceri succesive ale semnalului prin aceeaşi valoare şi cu acelaşi sens de variaţie, şi se înmulţeşte cu indicaţia reglajului în trepte al bazei de timp. În acest fel se obţine direct perioada semnalului.

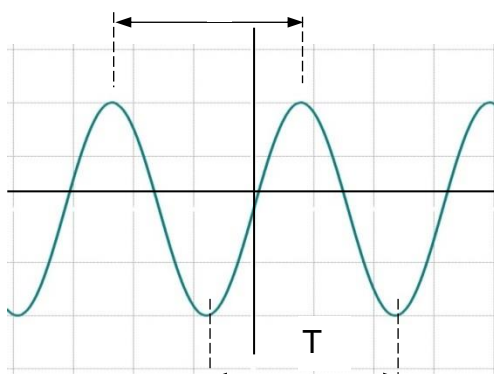


Fig. 5.67. Măsurarea perioadei unui semnal cu osciloscopul

#### *Măsurarea frecvențelor*

Frecvența se poate măsura cu osciloscopul catodic, măsurând perioada semnalului ca la punctul precedent și apoi calculând frecvența cu relația:

$$f = \frac{1}{T}$$

#### *Metoda figurilor lui Lissajous*

Figurile lui Lissajous se pot obține pe ecranul osciloscopului catodic dacă se aplică ambelor perechi de plăci de deflexie tensiuni sinusoidale.

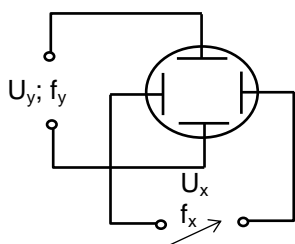


Fig. 5.68. Măsurarea frecvențelor cu figurile lui Lissajous

## EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR PENTRU PARAMETRII SEMNALELOR AUDIO-VIDEO

Pentru măsurarea frecvenței  $f_y$  a unui semnal, acesta se aplică unei perechi de plăci de deflexie a osciloscopului, iar la cealaltă pereche de plăci de deflexie se aplică un semnal de la un generator de frecvență variabilă și cunoscută  $f_x$  (fig. 5.68.). Se variază frecvența  $f_x$  până când pe ecran se obține una dintre figurile lui Lissajous. Pentru a determina raportul corespunzător figurii obținute pe ecran, se intersectează figura cu două drepte, una orizontală  $x$  și una verticală  $y$  și se numără punctele de intersecție ale figurii cu cele două drepte.

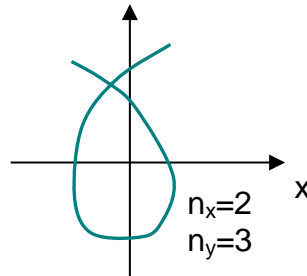


Fig. 5.68. Determinarea frecvenței necunoscute

Pentru orice figură a lui Lissajous raportul între numărul de intersecții  $n_x$  cu dreapta orizontală și numărul de intersecții  $n_y$  cu dreapta verticală este egal cu raportul între frecvența semnalului aplicat plăcilor  $y$  și frecvența semnalului aplicat plăcilor  $x$ :

$$\frac{n_x}{n_y} = \frac{f_y}{f_x}$$

Cunoscând raportul corespunzător figurii obținute pe ecran și frecvența  $f_x$ , se poate determina frecvența  $f_y$  folosind relația de mai sus. De obicei se variază  $f_x$  până când se obțin figurile corespunzătoare egalității celor două frecvențe.

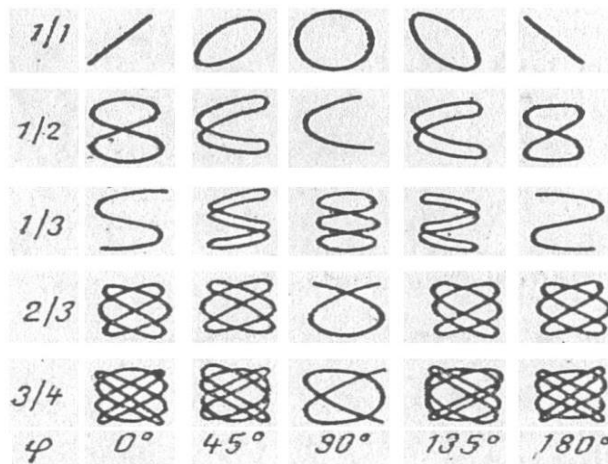


Fig. 5.69. Figurile lui Lissajous

*Măsurarea defazajelor*

Figurile lui Lissajous depind de raportul frecvențelor a două oscilații sinusoidale dar și de defazajul dintre ele.

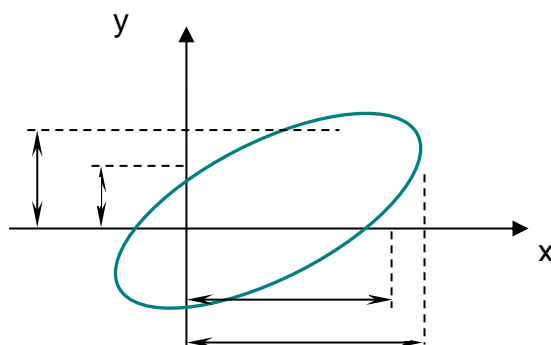


Fig.5.70. Măsurarea defazajelor

Pentru determinarea defazajului dintre două semnale de aceeași frecvență, acestea se aplică celor două perechi de plăci de deflexie ale osciloscopului. În acest caz:

$$\left. \begin{aligned} u_x &= U_{x_m} \sin \omega t \\ u_y &= U_{y_m} \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\}$$

Deviațiile obținute pe ecran fiind în fiecare moment proporționale cu tensiunile aplicate, vor varia după expresiile:

$$\left. \begin{aligned} x &= X \sin \omega t \\ y &= Y \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\}$$

unde X și Y sunt deviațiile maxime.

Pe ecran apare o figură de forma unei elipse, care pentru  $\varphi = 0$  și  $\varphi = \pi$  ajunge la forma unei linii înclinate, iar pentru  $\varphi = \pi/2$  și  $\varphi = 3\pi/2$  devine un cerc. În cazul general, dacă elipsa este bine centrată pe ecran defazajul se poate determina prin raportul între deviația maximă pe verticala Y și deviația y corespunzătoare punctului în care elipsa intersectează axa verticală a ecranului.

În acest punct  $x=0$ , deci  $\sin \omega t = 0$ ;  $\omega t = 0$  și  $y=Y \sin \varphi$ . Din această relație se deduce :  $\sin \varphi = \frac{y}{Y}$ . În cazul în care se dispune de un osciloscop cu două canale (cu comutator electronic), măsurarea defazajului dintre două semnale se poate face comod vizualizând simultan cele două semnale.

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Prefixul T (tera) este un multiplu al unei unități de măsură și are factorul de multiplicare:
  - a)  $10^{12}$
  - b)  $10^{18}$
  - c)  $10^{15}$
  - d)  $10^9$
2. Rezistența electrică este o mărime fizică fundamentală care constă în:
  - a) Proprietatea unui material de a se opune trecerii curentului electric;
  - b) Lucru mecanic efectuat pentru transportul sarcinii electrice;
  - c) Proprietatea de a se opune variațiilor de curent;
  - d) Cantitatea de sarcină electrică ce trece prin secțiunea transversală a unui conductor în unitatea de timp;
3. Unitatea de măsură pentru PUTERE în S.I. este:
  - a)  $\Omega$
  - b) V
  - c) A
  - d) W
4. Unitatea de măsură pentru INTENSITATE în S.I. este:
  - a) V
  - b) A
  - c) C
  - d) W
5. Voltmetrul este un mijloc de măsurare folosit pentru măsurarea:
  - a) Tensiunii electrice;
  - b) Capacității electrice;
  - c) Intensității electrice;
  - d) Rezistenței electrice;
6. Megohmetrul este un aparat de măsură folosit la măsurarea rezistențelor de peste:
  - a)  $10^2 \Omega$
  - b)  $10^3 \Omega$
  - c)  $10^4 \Omega$
  - d)  $10^5 \Omega$
7. Frecvențmetrul cu logometru funcționează la:
  - a) Frecvențe joase;
  - b) Frecvențe medii;
  - c) Frecvențe înalte;
  - d) Toate frecvențele;
8. Frecvențmetrul cu rezonanță se folosește la măsurarea:
  - a) Frecvențelor joase;
  - b) Frecvențelor medii;
  - c) Frecvențelor înalte;

d) Toate frecvențele;

9. Unitatea de măsură în S.I. pentru reactanță este:

- a)  $\Omega$
- b) V
- c) F
- d) W

10. În circuit voltmetrul se conectează:

- a) În paralel;
- b) În serie;
- c) În aval;
- d) În amonte;

Răspunsuri corecte: 1A, 2A, 3D, 4B, 5A, 6D, 7A, 8C, 9A, 10A

## CAPITOLUL 6.

### ÎNTREȚINEREA ECHIPAMENTELOR AUDIO

#### 6.1. Sunetul

Din punct de vedere fiziologic, sunetul constituie senzația produsă asupra organului auditiv de către vibrațiile materiale ale corpurilor și transmise pe calea undelor acustice. Urechea umană este sensibilă la vibrații ale aerului cu frecvențe între 20 Hz și 20 kHz, cu un maxim de sensibilitate auditivă în jur de 3500 Hz.

#### Considerații generale privind sunetul computerizat

Sunetele sunt vibrații mecanice propagate în medii elastice, având frecvențe cuprinse între 16 Hz și 20.000 Hz. Maniera cea mai simplă de a produce sunete cu ajutorul calculatorului, se bazează pe existența unui mic difuzor încorporat în calculator. Dacă printr-un program de utilizator se calculează frecvențele sunetelor dorite a fi obținute și ele vor fi comunicate difuzorului printr-un port specializat (0x61), difuzorul va produce semnalele sonore comandate, datorită variației tensiunii care i se aplică. Având în vedere faptul că frecvențele de lucru diferă de la un calculator la altul, este necesar un reper fix de frecvență, care să nu fie dependent de frecvența de lucru a unității centrale a PC-ului. O modalitate sigură este aceea de a ne raporta la frecvența circuitului de ceas (*timer chip*), disponibil pe toate calculatoarele. Deși acesta dispune de patru canale de comunicare, doar unul (*timer 2*) poate fi programat să furnizeze o ieșire ce poate fi direcționată spre difuzor. *Controller-ul programabil* de ceas lucrează pe frecvența de aproximativ 1193 MHz. Pentru o prelucrare a semnalelor audio pe calculator este necesară stocarea și manipularea semnalelor în format numeric, nu analogic.

#### **Numerizarea (digitizarea) sunetului se produce în trei etape:**

- Prelucrarea semnalului analog și trecerea lui printr-un convertor analog – digital;
- Eșantionarea semnalului convertit, astfel încât să se păstreze un volum mic de informații, dar care să aproximeze suficient de bine forma semnalului audio inițial; aceasta constă în secționarea semnalului analog de un număr de 5.500 până la 48.000 de ori pe secundă și păstrarea valorilor determinate; cu cât eșantionarea este mai densă, cu atât este mai bună aproximarea formei semnalului inițial, dar vor fi mai multe valori de stocat în fișier;
- Stocarea informațiilor numerice pe un suport de memorie externă conform unui format standard.

Etapa critică în procesul de numerizare a sunetului este reprezentată de eșantionarea semnalului. Prin aceasta se înțelege secționarea semnalului analog pe orizontală, de un număr de ori pe secundă, număr cuprins între 4500 și 40000.

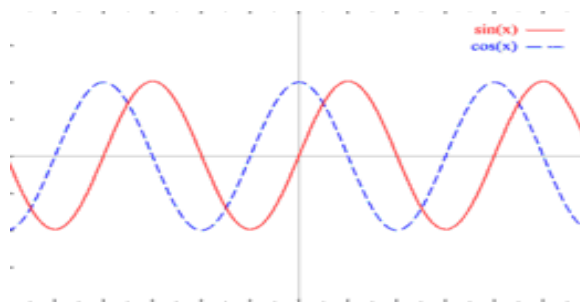


Fig. 6.1. Reprezentarea grafică a sunetului

Corzile vocale vibrează și timpanul recepționează aceste vibrații. Transferul se realizează prin mișcarea moleculelor din aer, care fac ca vibrațiile să fie percepute. Fluctuația de vibrații este tradusă analogic printr-o variație continuă a tensiunii, care produce o undă oscilatorie electrică, ce este imprimată membranei difuzorului.

**Avantajele numerizării sunt:**

- Stocare și manipulare mult mai ușoară;
- Păstrarea calității informației la copierea pe un alt suport, comparativ cu forma analogă la care calitatea se degradează prin copiere;
- Degradarea cu mult mai redusă a suportului fizic de stocare, în cazul fișierelor de sunet, comparativ cu forma analog.

Cele mai utilizate *frecvențe de eșantionare* sunt cele de 8 KHz (pentru anunțurile făcute prin vocea umană), 11 KHz (pentru înregistrările vocale, prin microfon sau telefon), respectiv 22 KHz și 44 KHz (pentru CD-Audio, minidisk, DAT).

În afară de rezoluția pe orizontală, calitatea sunetului mai depinde și de rezoluția pe verticală, adică de intervalul dintre sunetul de cea mai mare intensitate și sunetul de cea mai mică intensitate. Acest interval, numit și *spectru dinamic*, depinde de precizia conferită sunetului numerizat, prin precizia asociată numărului memorat corespunzător amplitudinii sunetului, în cadrul diviziunii de eșantionare. Din acest punct de vedere, există două standarde mai răspândite: pe 8 respectiv 16 biți și uneori și 12 biți.

## 6.2. Placa de sunet

**Placa de sunet** este componenta sistemului care se ocupă cu tot ceea ce înseamnă sunet, de la mesajele sonore ale sistemului de operare, până la muzica și efectele din aplicații multimedia. Se atașează sistemului folosind interfața PCI sau poate fi înlocuită cu o soluție on-board, prezentă în southbridge-ul chipsetului plăcii de bază.

Toate plăcile audio oferă sunet multicanal, precum și o serie de efecte implementate direct în hardware. Diferențele calitative ale sunetului procesat sunt date de performanța procesorului audio și a codecului. De asemenea, soluțiile on-board sunt suficiente pentru majoritatea aplicațiilor, ele făcând față chiar și jocurilor, în timp ce soluțiile dedicate (cele semiprofesionale și profesionale), prezintă performanțe superioare.

### Structura unei plăci de sunet

O placă de sunet conține:

- Un procesor de semnal digital (DSP) care controlează computațiile
- Un convertor digital-analog (ADC) pentru audio cu intrare în computer
- Memorie read-only ROM sau memorie Flash pentru stocare de date
- Interfață pentru instrumente muzicale digitale (MIDI) pentru conectarea echipamentelor muzicale externe (pentru majoritatea plăcilor, game-portul este folosit de asemenea pentru conectarea unui adaptor MIDI extern)
- Mufe de tip Jack pentru conectarea semnalului audio de intrare/ieșire a echipamentelor de redare-captare sunet. Plăcile de sunet curente de obicei se instalează în slot-ul PCI, pe când altele mai vechi și ieftine se instalează pe bus-ul ISA. Calculatoarele de ultimă generație încorporează placa de sunet ca un chipset direct pe placa de bază. *SoundBlaster Pro* este considerat factorul standard pentru plăcile de sunet. Aproape toate plăcile de sunet de pe piață includ cel puțin compatibilitate cu *SoundBlaster Pro*.

Deseori, diferite mărci de plăci de sunet de la producători diferiți folosesc același chipset. Producătorul de plăci de sunet adaugă diferite funcțiuni și programe pentru a putea diferenția produsele lor de alți producători.

### **Conectarea plăcilor de sunet**

Plăcile de sunet pot fi conectate la:

- căști
- difuzoare cu amplificator
- sursă de intrare analogică
  - microfon
  - radio
  - deck cu casetă
  - CD player
- o sursă de intrare digitală
  - casetă audio digitală (DAT)
  - CD-ROM
- sursă de ieșire analogică – deck cu casetă
- sursa de ieșire digitală
  - DAT
  - CD inscriptibil (CD-R)

Câteva din plăcile de sunet foarte performante oferă ieșiri pentru 4 difuzoare și o interfață de ieșire digitală printr-o mufă. O placă de sunet digitală este utilizată pentru aplicații care au nevoie de sunet digital. Plăcile de sunet digitale au intrări și ieșiri digitale, pentru a putea transfera date de pe DAT, DVD sau CD direct pe hard disk-ul din calculator. În mod normal, o placă de sunet poate face 4 operații cu sunetul: reproduce muzica înregistrată, (de pe CD-uri sau fișiere audio, cum sunt wav sau MP3), de la jocuri sau de pe DVD-uri, înregistrează audio în diferite formate media de pe diferite surse externe (microfon sau deck de casetă), sintetizează sunete. DAC (controler audio digital) și ADC-ul (convertor analog-digital) aduc modul pentru transmiterea în și în afara plăcii de sunet, în timp ce DSP-ul (procesor de sunet digital) supraveghează procesul. DSP-ul procesează și orice altă alterație a sunetului, cum ar fi ecoul sau sunetul 3D.

### **Producerea sunetului cu ajutorul unei plăci de sunet:**

Microfonul conectat la calculator captează un semnal audio. Placa de sunet creează un fișier audio în format wav din intrarea de date din microfon. Procesul de transformare a aceluși sunet într-un fișier ce va fi înregistrat pe calculator este următorul:

- Placa de sunet primește un semnal analog (în formă unor valuri) din jack-ul de intrare de microfon. Semnalele analogice primite variază și în amplitudine și în frecvență.
- Software-ul din calculator selectează care intrări vor fi folosite, depinzând dacă sunetul este mixat cu un CD din CD-ROM.
- Semnalul analog în formă de “val” mixat este procesat în timp-real de un convertor analog-digital (ADC), creând o ieșire binară (digitală) de 0-uri și 1-uri.
- Ieșirea digitală de la ADC trece în DSP. DSP-ul este programat de o serie de instrucțiuni stocate într-un alt chip de pe placa de sunet. Una din instrucțiunile DSP-ului este să comprime informația digitală pentru a păstra spațiu liber.
- Semnalul de ieșire din DSP este transmis în bus-ul de date al calculatorului prin modul de conectare a plăcii de sunet.
- Informația digitală este procesată de procesorul calculatorului și trimisă către controlerul hard-disk-ului. Apoi este trimisă pe hard-disk ca un fișier wav înregistrat.

Pentru a asculta un fișier wav înregistrat, procesul este inversat:

- Informația digitală este citită de pe hard disk și trimisă către procesorul central.



- Procesorul central trimite apoi informația către DSP-ul de pe placa de sunet.
- DSP-ul decompresază informația digitală.

Informația digitală decompresată din DSP este procesată în timp real de către circuitul convertorului digital-analog (DAC), creând un semnal analog pe care îl auzi în căști sau în difuzoare, depinzând la ce este conectat jack-ul de ieșire a plăcii de sunet.

### Conectoarele principale ale unei plăci de sunet:

Cele mai multe plăci de sunet au aceleași conectoare principale. Aceste conectoare minijack de 1/8 inci asigură mijloacele de transmitere a semnalelor de la adaptor la boxe, căști și amplificatoare stereo, precum și de recepționare a sunetelor de la microfon, CD player, casetofon sau amplificator. În orice caz, setul fundamental de conexiuni inclus pe majoritatea plăcilor audio este următorul:

**Conector stereo de ieșire de linie sau audio (verde deschis).** Conectorul de semnal de ieșire de linie este utilizat pentru transmiterea semnalelor sonore de la adaptorul audio la un dispozitiv din exteriorul calculatorului.

**Conector stereo de intrare de linie sau audio (albastru deschis).** Prin intermediul acestui conector se pot înregistra sau mixa semnale sonore de la o sursă externă.

**Conectorul de intrare pentru microfon sau semnal mono (roz sau roșu).** Conectorul pentru intrare de semnal mono este folosit spre a conecta un microfon pentru înregistrarea sunetelor pe disc.

**Conectorul pentru joystick (auriu).** Este un conector D cu 15 pini, la care se poate atasa orice joystick standard sau controller de joc. Există și un adaptor Y opțional, astfel încât portul de joystick suporta uneori două dispozitive.

**Conector MIDI (auriu).** Adaptoarele audio folosesc, în mod obișnuit, același port de joystick și drept conector MIDI. Doi dintre pinii conectorului sunt desemnați să transporte semnale la și de la un dispozitiv MIDI.

Pe lângă conexiunile externe, cele mai multe plăci de sunet posedă cel puțin unul și, posibil, multiple conectoare audio interne. Cele mai multe adaptoare audio dispun de un conector intern de 4 pini, pe care îl folosește pentru a conecta o unitate internă CD-ROM direct la adaptorul audio.

### Conectoare pentru caracteristici superioare:

Multe dintre cele mai noi plăci de sunet care sunt destinate aplicațiilor profesionale, pentru redarea audio dolby stereo și producere de sunet utilizează și au conectoare suplimentare pentru a permite aceste utilizări:

**Intrare și ieșire SPDIF.** Interfața digitală recepționează semnalele audio digitale direct de la dispozitivele compatibile, fără a le mai converti, în format analogic.

**CD SPDIF.** Conectează unitățile CD-ROM compatibile cu interfața SPDIF la intrarea digitală a plăcii de sunet.

**Intrarea TAD.** Conectează modemurile interne cu suport pentru robot telefonic la placa de sunet pentru prelucrarea mesajelor vocale.

**Ieșire digitală DIN.** Aceasta permite conectarea sistemelor de boxe digitale multidifuzor, pentru utilizare cu seria SoundBlaster

**Intrarea auxiliară.** Oferă intrare pentru altă sursă de sunet precum o placă de tuner TV.

**Intrare I2S.** Aceasta permite plăcii de sunet să accepte intrare audio digitală de la sursa externă, precum AC-3 decodat pe două canale de la recorderul DVD și camera video MPEG-2.

**Port USB.** Această intrare permite plăcii de sunet să se conecteze la boxe USB, controlere de jocuri și alte tipuri de dispozitive USB.

**IEEE-1394.** Această intrare permite plăcii de sunet să se conecteze la videocasetofoane digitale, scannere, unități de hard disc și alte dispozitive.

Uneori, aceste conectoare suplimentare se găsesc chiar pe placă, iar uneori ele sunt atasate unei cutii de adaptare internă sau externă, unei plăci suplimentare sau unui rack extern.

### **Controlul volumului:**

Practic, pentru toate plăcile de sunet recente, volumul este controlat prin intermediul unei pictograme sub formă de difuzor, a panoului de control din Windows, pictogramă care poate fi găsită în sistem tray (langa ceasul de pe ecran). În cazul plăcilor de sunet 5.1., va fi nevoie să utilizăm opțiunile de mixare din controlul de volum pentru a selecta sursa adecvată și nivelurile de audiție potrivite pentru semnalele audio de intrare și de ieșire, conectate la placa de sunet sau la o cutie adaptoare.

Unele plăci de sunet, odată cu instalarea driverelor necesare, au un program numit **C-Media 3D Audio Configuration**, care vine cu pachetul de instalare, și din care utilizatorul poate sa regleze volumul la toate cele șase difuzoare ale unui sistem 5.1.

### **Caracteristici pentru suport MIDI**

Plăcile stereofonice redau multe voci simultan, provenind din două sau mai multe surse de semnal. O voce reprezintă un sunet singular produs de adaptor. Un cvartet de coarde folosește patru voci, una pentru fiecare instrument. Aceasta înseamnă ca redarea integrală a posibilităților unui pianist necesită zece voci, una pentru fiecare deget. Cu cât un adaptor audio este capabil să producă mai multe voci, cu atât mai bună este fidelitatea sunetului. Cele mai performante adaptoare de pe piața actuală pot produce până la 1024 voci simultan.

### **Comprimare datelor**

Practic, toate plăcile de sunet actuale pot produce cu ușurință sunete de calitate CD, esanționate la 44,1 kHz. La această rată, fișierele înregistrate pot consuma peste 10 MB pentru fiecare minut de înregistrare. Cei mai mulți producători de adaptoare audio folosesc un algoritm denumit comprimare prin modularea adaptivă diferențială a impulsurilor în cod, denumit și **IMA-ADPCM**. Cel mai cunoscut standard de comprimare este standardul Motion Pictures Experts Grup (MPEG), care se aplică pentru comprimare atât audio cât și video. Metoda MPEG în sine asigură un factor potențial de comprimare de 30:1 și, în mare parte datorită acestui fapt, sunt disponibile acum discuri MPEG DVD și CD-ROM cu filme. Schema de compresie a sunetului MP3 este un format MPEG; ea poate fi redată de versiunile recente ale programelor Windows Media Player, Winamp precum și alte playere.

### **Procesarea audio 3D**

Unele plăci audio 3D realizează parțial sau integral procesarea necesară pentru 3D folosind procesorul computerului, pe când altele folosesc un procesor de semnal digital puternic, care realizează procesarea chiar pe adaptorul audio. Plăcile care folosesc procesarea pe computerul gazdă pentru 3D pot cauza căderi importante ale frecvenței cadrelor (cadre pe secunda de animație) când sunetul 3D este activat, dacă gazda folosește procesoare sub 1 GHz, pe când plăcile cu propriile lor procesoare audio 3D pe placă au modificări mici în frecvența cadrelor, fie că sunetul 3D este activat, fie că nu este.

## **6.3. Mixerul audio**

Mixerul audio (se mai numește și consolă de mixare audio) este utilizat în camera de producție a studioului de televiziune și reprezintă principalul echipament din lanțul de semnal audio al unui studio de televiziune.

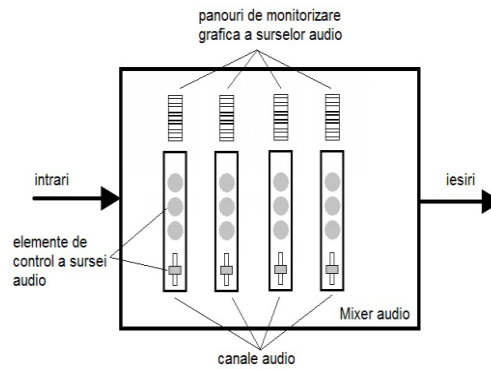


Fig.6.2. Mixer audio (schema bloc)

Mixerul audio este un echipament care permite conectarea împreună a diferitelor surse de semnal audio din studioul de televiziune (surse audio), selectarea acestora în scopul distribuiri către diverse echipamente conectate la ieșirile mixerului, controlul parametrilor surselor audio, sau mixarea, respectiv gruparea diferitelor surse audio pentru o mai ușoară manipulare a acestora.

Pe lângă facilitățile enumerate mai sus, mixerele audio realizează mai multe funcții dintre care, cel mai importante sunt:

- amplificarea semnalelor de nivel redus, (cum ar fi cele generate la ieșirea microfoanelor),
- atenuarea semnalelor de nivel ridicat (cum ar fi cele generate de echipamentele de redare/înregistrare, sau de diferite instrumente muzicale),
- monitorizarea audio (în difuzoare și căști) și vizuală (VU-metre, peak-metre) a surselor audio,
- controlul panoramării fiecărei surse de sunet (reglajul poziției acesteia față de centrul imaginii sonore în cazul redării stereofonice),
- asigurarea alimentării microfoanelor cu condensator (furnizarea tensiunii de alimentare “fantomă”),
- comunicarea în cadrul studioului cu alți membri ai echipei care se află în alte încăperi,
- schimbul de semnale audio cu alte studiouri aflate la distanță.

### Porturile mixerului audio

Porturile mixerului audio sunt reprezentate de bornele de conexiune ale acestuia cu echipamentele din lanțul de semnal audio. În funcție de direcția de transmisie a sursei audio, porturile mixerului audio se clasifică în:

- intrări: sursa audio este furnizată de la echipamentul audio spre mixerul audio,
- ieșiri: sursa audio este furnizată de la mixerul audio spre echipamentul audio.

### Intrările mixerului audio

Mixerului audio este divizat în canale audio, care preiau fiecare câte o sursă audio. Echipamentele conectate la intrările mixerului audio pot genera semnale analogice, semnale digitale, respectiv semnale audio monofonice (mono), respectiv stereofonice (stereo). Din acest motiv, mixerele audio dispun de canale mono sau stereo, ale căror intrări suportă atât semnale analogice cât și semnale digitale.

Fiecare canal mono al mixerului audio conține de un set de intrări care, în funcție de echipamentele care se pot conecta la intrările respective, se pot clasifica în mai multe tipuri:

- intrări pentru microfoanele din studio, identificate prin denumirea MIC. Microfoanele acustice generează la ieșiri un semnal electric de nivel redus și din acest motiv, sursele audio furnizate la intrările MIC sunt amplificate. Totodată, la aceste intrări se pot conecta dispozitive

DIB (Direct Injection Box), care sunt conectate la instrumentele muzicale electronice, în scopul capturării sunetelor produse de instrumentul respectiv la o calitate superioară. Deoarece celelalte tipuri de intrări mono ale canalului audio nu amplifică semnalul aplicat pe intrările respective, este contraindicat ca microfoanele sau dispozitivele DIB din studioul de televiziune să se conecteze la alte tipuri de intrări decât intrările MIC. Dacă nu se ține cont de această indicație, sursele audio provenite de la microfoane sau dispozitivele DIB rămân la un nivel redus.

- intrări LINE: sunt destinate conectării echipamentelor audio care generează surse audio de nivel înalt, cum ar fi: instrumente electronice, player/recorder audio multitrack, etc. Deoarece aceste echipamente generează surse audio de nivel înalt, intrările LINE nu amplifică sursele audio. Totodată, din aceeași cauză, dacă un echipament care generează o sursă audio de nivel înalt este conectată la o intrare de tipul MIC, atunci aceasta este distorsionată de către mixerul audio prin amplificarea sa.

- intrări INSERT POINT: fiecărui canal mono al mixerului audio îi este alocată câte o intrare de acest tip, prin intermediul căreia se pot insera în canalul respectiv, între preamplificatorul și egalizorul canalului, diferite procesoare de semnal, cum ar fi echipamentele de compresie / limitare (compresor/limiter), unități de generare a efectelor audio, respectiv egalizoare grafice.

Canalele stereo dispun de o pereche de intrări, identificate prin denumirile L (Left) și R (Right), la care se conectează cablurile celor două canale stereo ale ieșirilor echipamentelor audio. În figura de mai jos sunt prezentate porturile de intrare pentru canalele mono, respectiv stereo, situate pe panoul frontal al mixerului:

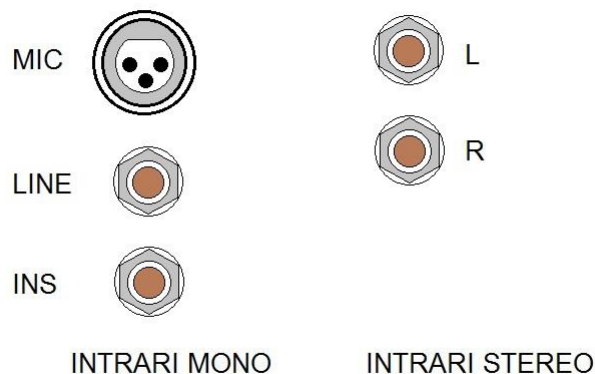


Fig.6.3. Porturile de intrare ale mixerului audio

Pe lângă intrările în canalele audio enumerate mai sus, mixerul audio mai dispune de intrări similare mono, respectiv stereo și într-o secțiune specială a mixerului denumită MASTER CONTROL, destinată controlului global al surselor audio conectate la mixer.

### Ieșirile mixerului audio

La ieșirile mixerului audio se conectează echipamente audio care permit înregistrarea surselor audio (recordere audio), procesarea acestora (unități de generarea a efectelor, unități de compresie, echipamente de sincronizare audio-video), amplificarea acestora (amplificatoare de putere), monitorizarea audio a acestora (boxe audio, căști audio), transmisia acestora (echipamente electronice de transmisie), sau intercomunicarea între membrii echipelor aflați în diverse camere ale studioului de televiziune (telefoane hibride).

Mixerul audio dispune de diverse tipuri de ieșiri, cum ar fi:

- ieșiri directe (Direct Out): acestea sunt alocate câte una fiecărui canal și permit distribuirea directă a sursei audio a canalului respectiv către echipamentul de amplificare sau

înregistrare, sau către unitatea de generare a efectelor audio, dacă este necesar ca sursa audio respectivă să fie prelucrată independent de restul surselor audio, conectate la intrările mixerului audio,

- ieșiri principale (Main Outputs): sunt ieșiri stereo, pe două canale (L, respectiv R), care furnizează direct sursele audio, sau rezultatul mixării, sau al procesării acestora, echipamentelor audio care sunt conectate la ieșirile respective, în scopul înregistrării, sincronizării c semnalul video sau al transiterii acestora.

- ieșiri pentru monitorizare: sunt plasate în secțiunea master a mixerului și sunt utilizate pentru monitorizarea audio (în căști audio sau boxe audio) în camera de producție a surselor audio, sau pentru comunicații interne, între membrii echipei studioului de filmare aflați în camere diferite,

- ieșiri auxiliare (AUX): destinate conectării boxelor audio de scenă pentru monitorizarea audio pe scenă, sau pe platou de filmare, respectiv conectării unor procesoare de semnal.

În figura de mai jos sunt prezentate porturile de ieșire ale mixerului audio:

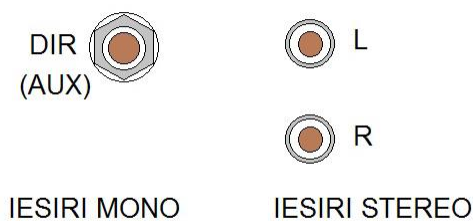


Fig. 6.4. Porturile de ieșire ale mixerului audio.

### Monitorizarea grafică a nivelului surselor audio

Sursele audio pot fi afectate de zgomot sau de distorsiuni, ambele cauze determinând deteriorarea calității surselor audio respective.

Zgomotele sunt semnale aleatoare care nu conțin informație utilă. Aceste zgomote se suprapun peste informația utilă, reprezentată de sursa audio, astfel încât rezultatul este reprezentat de o informație încărcată de zgomote, iar informația utilă este perturbată. Din acest motiv, este necesar ca zgomotul să fie eliminat din informația utilă, iar mixerele audio dispun de filtre special destinate acestui scop.

Pentru monitorizarea nivelului de zgomot prezent în semnalul util, se definește un parametru specific denumit raport semnal-zgomot, a cărei valoare indică de câte ori este mai mare nivelul informației utile față de nivelul zgomotului prezent în informația respectivă. Cu cât valoarea acestui parametru este mai mare cu atât informația utilă este mai “curată”. În echipamentele audio profesionale valoarea minim necesară a raportului semnal-zgomot este 55:1, adică nivelul informației utile este de 55 de ori mai mare decât cel al zgomotului.

Monitorizarea nivelului surselor audio este necesară pentru verificarea calității acestora. Un nivel prea redus micșorează valoarea raportului semnal-zgomot și în consecință zgomotul afectează puternic sursa audio respectivă. Un nivel prea mare generează distorsiuni în sursa audio respectivă. Din aceste motive, nivelul sursei audio trebuie încadrat într-un anumit domeniu de valori.

Mixerele audio dispun de o serie de blocuri electronice, care permit măsurarea nivelului (intensității) sursei audio (sunetului). Aceste unități sunt alocate fiecărui canal audio și se împart în două mari categorii, și anume, Volum Unit–metre (VU-metre), respectiv Peak Program-metre (PP-metre).

VU-metrul furnizează o măsură a intensității sunetului determinată ca valoare medie într-un interval de timp foarte scurt și este indicată sau prin intermediul led-urilor, sau pe un panou care include o scară de măsură logaritmică. exprimată în decibeli, în care valoarea numerică este

indicată prin intermediul unui ac. În mod normal, nivelul sunetului indicat de către VU-metru trebuie să fie în intervalul de valori [-6dB, 0dB]. Pentru valori sub pragul -6dB, raportul semnal zgomot al sursei audio devine prea mic, iar pentru valori mai mari de pragul 0dB, sursa audio devine distorsionată. Mixerul audio dispune de o funcție pentru controlul nivelului sursei audio, acționată prin intermediul unui potențiomtru denumit FADER.

PP-metrul furnizează valoarea instantanee a intensității sunetului. Acest instrument de măsură este necesar deoarece urechea umană nu poate percepe distorsiunile de foarte scurtă durată care afectează sursa audio, distorsiune care afectează calitatea înregistrării surselor audio respective și poate pune în pericol integritatea blocurilor electronice ale mixerului.

În general, mixerele audio dispun de linii de led-uri care indică prin aprindere valoarea instantanee a intensității sunetului. Aceste led-uri sunt grupate în segmente de culori diferite, pentru a furniza indicații vizuale despre regiunea în care se poate încadra intensitatea sunetului monitorizat.

În imaginea de mai jos sunt prezentate panourile frontale ale unităților de monitorizare a nivelului sursei audio.

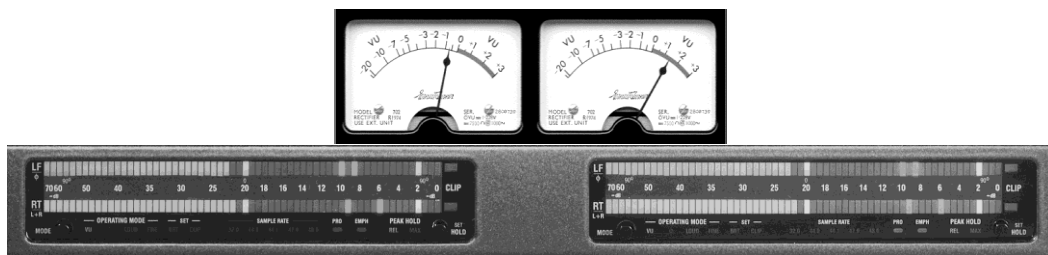


Fig. 6.5. Unități de monitorizare grafică a nivelului sursei audio

### Controlul funcțiilor mixerului audio

În desenul de mai jos este prezentată o schiță generică pentru traseul de semnal al unei surse audio în canalul unui mixer audio, precum și principalele operații efectuate asupra acesteia. Traseul de semnal prezentat se poate modifica în funcție de aplicația vizată.

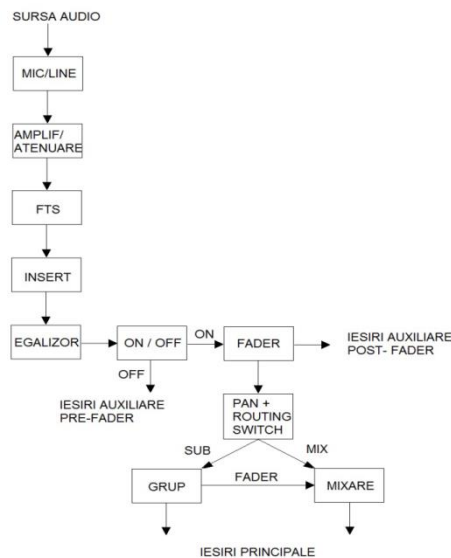


Fig. 6.6. Traseul de semnal al unei surse audio în canalul mixerului audio

Sursa audio este furnizată canalului la intrarea MIC (microfon sau unitate DIB), respectiv LINE (echipamente de înregistrare/redare a semnalelor audio, instrumente electronice). Într-o

primă etapă, sursa audio este prelucrată prin intermediul unui bloc de preamplificare/atenuare și a unui bloc de filtrare. Funcția de preamplificare este utilizată pentru a amplifica sursa audio furnizată la intrarea MIC iar funcția de atenuare este utilizată pentru atenuarea nivelului sursei audio furnizată pe intrarea LINE. Blocul de filtrare funcționează ca un filtru trece sus și este utilizat pentru eliminarea zgomotelor de natură acustică (zgomote de scenă), eliminarea zgomotelor "hum" de joasă frecvență, sau pentru eliminarea armonicilor de joasă frecvență din voce.

Sursa audio astfel prelucrată este furnizată blocului de inserție, sau poate fi furnizată la o ieșire pentru monitorizarea audio a acesteia, în cazul în care se activează, prin intermediul unui comutator, funcția PFL (Pre Fade Listen), utilă pentru reglajul corect al nivelului sursei audio furnizată la intrarea mixerului audio. La nivelul blocului de inserție, prin intermediul intrărilor INSERT POINT se pot introduce în canal procesoare de semnal. În acest caz, sursa audio prelucrată (amplificată sau atenuată, respectiv filtrată) este furnizată procesorului de semnal, care procesează sursa respectivă (realizează funcții de compresie/limitare asupra acesteia). Rezultatul generat de către procesorul de semnal este reintrodus în canalul audio al mixerului, tot la nivelul blocului de inserție.

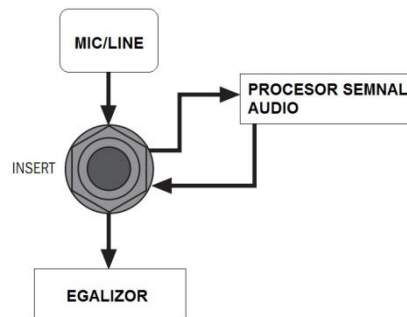


Fig. 6.7. Inserarea unui procesor audio extern în canalul mixerului audio

În continuare, sursa audio este furnizată egalizorului parametric al canalului mixerului audio. La nivelul acestui bloc, armonicile sursei audio pot fi amplificate sau atenuate.

Lațul de blocuri utilizate pentru prelucrarea sursei audio se termină la ieșirea blocului de egalizare. În continuare, sursa audio prelucrată poate fi introdusă în blocul de mixare sau nu, în funcție de starea unui comutator ON/OFF. În cazul în care acest comutator este pe poziția ON, canalul audio respectiv este deschis, iar sursa audio prelucrată este introdusă în blocul de mixare în care ulterior poate să fie mixată, sau grupată cu sursele audio ale altor canale și în final furnizată la ieșiri. În cazul în care comutatorul este pe poziția OFF, canalul respectiv este închis, iar sursa audio a canalului este izolată de restul lațului de blocuri ale traseului de semnal, nemaiputând fi furnizată la ieșirile mixerului audio.

În cazul în care canalul este deschis, sursa audio prelucrată este furnizată în continuare atât unității de mixare a surselor audio, cât și ieșirilor auxiliare pre-fader ale mixerului. Deoarece semnalele furnizate pe ieșirile auxiliare pre-fader nu sunt controlate de funcțiile unității de mixare, aceste ieșiri sunt utilizate în general când este necesară monitorizarea surselor audio generate pe scenă, sau pe platoul de filmare. Monitorizarea audio se realizează prin intermediul unui amplificator de putere (conectat la ieșirile mixerului audio) și a unei boxe audio plasată pe scena respectivă.

Principalul instrument de control al procesului de mixare/grupare a surselor audio este reprezentat de către un potențiomtru, denumit FADER, care corespunde fiecărui canal. Nivelul sursei audio a canalului considerat este controlat (amplificat sau atenuat) prin intermediul acestui potențiomtru.

După reglarea nivelului sursei audio în unitatea de mixare, sursa audio este trimisă către secțiunea de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, respectiv către ieșirile auxiliare post-fader, destinate, în general, conectării procesoarelor de semnal, cum ar fi unități de întârziere, sau unități reverb (pentru generarea reverberațiilor acustice).

Primele elemente din lanțul de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, care sunt acționate în pereche, sunt un potențiomtru, denumit în mod generic PAN, respectiv comutatorul de rutare a surselor audio (ROUTING SWITCH), care are două poziții distincte: MIX, respectiv SUB.

Modul în care sunt distribuite sursele audio ale canalelor, precum și rolul potențiometrului PAN, depind de poziția în care este acționat comutatorul de rutare a surselor audio.

Astfel, dacă acesta este acționat pe poziția MIX, mixerul audio realizează funcția de mixare a surselor audio. Sursele audio ale canalelor sunt trimise către blocul de mixare unde sunt mixate, iar rezultatul obținut este furnizat la ieșirile principale ale mixerului. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este trimis semnalul audio rezultat pe cele două canale stereo (L, respectiv R).

Dacă comutatorul de rutare al surselor audio este acționat pe poziția SUB, mixerul audio realizează funcția de grupare a surselor audio. Această funcție este utilă în cazul în care se intenționează gruparea unor surse audio de același tip (de exemplu sursele audio ale unui grup de microfoane care capturează semnalul generat de același instrument muzical), în scopul controlului nivelului acestora în blocul de mixare prin intermediul unui potențiomtru FADER unic. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este distribuită sursa audio de pe canalul respectiv (setează grupul din care aceasta face parte). În continuare, grupul de surse audio este trimis fie către blocul de mixare, fie direct la ieșirile principale ale mixerului audio.

## **Reglaje specifice**

### ***Reglajul nivelului sursei audio***

Reglajul nivelului sursei audio se realizează atât la intrarea mixerului audio (a echipamentului), cât și la intrarea în blocul de mixare al mixerului audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea mixerului este necesar pentru aducerea nivelului sursei audio generate de către echipamentul conectat la intrarea respectivă, într-un domeniu de valori corect, care elimină zgomotele electronice, sau evită distorsionarea sursei audio, astfel încât aceasta să atingă un optim din punct de vedere al calității.

Acest reglaj se realizează parcurgând următorii pași:

1 - se activează funcția PFL: astfel, sursa audio devine disponibilă la ieșirea de monitorizare;

2 - se reglează valoarea amplificării sau a atenuării blocului de amplificare/atenuare, prin acționarea unui comutator denumit în general SENS, sau GAIN, urmărindu-se indicațiile liniei de led-uri a canalului sursei audio reglate. În general, reglajul realizat este considerat corect în cazul în care se aprinde grupul de led-uri galbene, dar, pentru evitarea erorilor, se recomandă consultarea documentației mixerului audio utilizat;

3 - se dezactivează funcția PFL. Acest reglaj este necesar să fie efectuat pentru toate canalele mixerului la care există o sursă audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea blocului de mixare se realizează prin intermediul potențiometrului FADER, care este de tip logaritmic. Din acest motiv, controlul optim al nivelului sursei audio, este realizat în domeniul de valori din vecinătatea valorii zero, unde controlul devine liniar. În cazul în care potențiometrul este acționat în vecinătatea poziției inferioare, unde reglajul este puternic neliniar, nivelul sursei audio poate varia mult chiar și pentru curse scurte ale cursorului potențiometrului FADER. Totodată, în reglajul nivelului sursei



audio, este necesar să se țină cont de faptul că valoarea acestuia este controlată atât din potențiometrul GAIN (SENS) cât și din potențiometrul FADER.

### ***Reglajul tonalității sursei audio***

Reglajul tonalității sursei audio este realizat prin intermediul egalizorului parametric, care are atât un rol de natură corectivă, cât și un rol de natură creativă. Astfel, în primul caz, egalizorul este utilizat pentru compensarea imperfecțiunilor acustice ale camerei (de exemplu, ale platoului de filmare sau ale unei săli de concert), pentru compensarea imperfecțiunilor generate de captarea sunetelor prin intermediul microfoanelor, sau pentru compensarea imperfecțiunilor de redare a surselor audio, generate de parametrii specifici echipamentelor de monitorizare audio (boxe audio).

Pe de altă parte, egalizorul poate fi utilizat în scop creativ, prin controlul amplitudinii armonicilor sursei audio, în scopul creșterii calității acesteia. De exemplu, vocea unui artist vocal, care performează într-un studio de înregistrare, poate fi ridicată calitativ prin amplificarea unor armonici ale vocii acestuia și atenuarea altora.

Egalizorul este cu atât mai performant cu cât conține mai multe benzi de frecvență. Pentru domeniile extreme de frecvență și anume domeniul frecvențelor joase, respectiv domeniul frecvențelor înalte, reglajul egalizorului se realizează prin intermediul unui potențiomtru, care, în funcție de poziția cursorului său, amplifică, respectiv atenuază câștigul filtrului utilizat în banda de frecvență respectivă.

Pentru domeniile medii de frecvență, egalizorul dispune de două reglaje independente, realizat prin intermediul a două potențiometre. Prin intermediul unui potențiomtru se poate regla frecvența centrală a filtrului într-un anumit domeniu de valori, iar prin intermediul celui de-al doilea potențiomtru, se poate regla valoarea câștigului în banda de frecvență setată.

### ***Introducerea unității de generare a efectelor audio speciale într-un canal audio***

Unitățile de generare a efectelor audio speciale au drept scop crearea unei atmosfere aparte, prin mixarea unei surse audio cu diverse efecte audio speciale. Principalele efecte audio speciale sunt:

- reverberații: datorate reflexiilor repetate ale undelor sonore în contact cu diverse obiecte,
- întârzieri: o sursă audio este întârziată și mixată cu ea însăși, obținându-se în acest mod o sursă audio dublată,
- ecoul: sursa audio se aude în ecou prin introducerea unei întârzieri,
- pitch shifter: efect audio care permite modificarea înălțimii sunetului cu până la o octavă în oricare direcție; prin acest efect un singur instrument muzical poate fi făcut să sune ca mai multe instrumente,
- efecte de cor și flanging: efecte obținute prin întârzieri și modulații ale intensității sunetului, care induc senzația multiplicării surselor audio.

Introducerea unei unități de generare a efectelor audio într-un canal al mixerului presupune utilizarea unui canal mono, la care se aplică sursa audio originală și a unui canal stereo, la care se furnizează rezultatul mixării sursei audio originale cu efectele audio speciale, unitatea de generare a efectelor audio speciale fiind inserată între aceste canale. Sursa audio care corespunde canalului mono poartă denumirea de sursă dry (sursă uscată), iar sursa audio care se aplică la intrarea canalului stereo, care conține mixate sursa dry și efectele audio se numește sursă wet (sursă umedă). Realizarea unui astfel de lanț audio, care se mai numește buclă pentru efecte (effect loop), presupune parcurgerea următoarelor etape:

1 - se conectează intrările unității de generare a efectelor la ieșirea auxiliară post fader (AUX-POST) a canalului mono,

2 - se conectează ieșirile unității de generare a efectelor la intrările L, respectiv R, care corespund canalului stereo,

3 - în continuare, în canalul mono se realizează următoarele reglaje:

- se activează funcția de monitorizare a sursei audio furnizate la ieșirea auxiliară post fader; funcția respectivă se activează prin intermediul unui comutator identificat sub denumirea AFL, corespunzător ieșirii auxiliare post fader, la care este conectată unitatea de generare a efectelor audio speciale.

- se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizate pe ieșirea auxiliară post fader, identificat prin denumirea AUX POST, la indicația 0 de pe scara metrică,

- în unitatea de generare a efectelor audio speciale, se reglează la 0 nivelul sursei audio la intrarea acesteia; după ultimile două reglaje, nivelul sursei audio se poate monitoriza pe linia de led-uri plasată în secțiunea reglajelor pentru ieșirile auxiliare, de pe panoul frontal al mixerului,

- se dezactivează funcția AFL,

- se activează funcția PFL a canalului stereo,

- se reglează la 0 valoarea câștigului blocului de amplificare/atenuare al canalului stereo, prin acționarea potențiometrului SENS, (sau GAIN) alocat acestui canal,

- se dezactivează funcția PFL a canalului stereo; după aceste reglaje, sursa audio inițială, aplicată pe canalul mono, este mixată cu efectele generate de unitatea de generare a efectelor audio speciale,

4 - în final, în canalul stereo se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizată pe ieșirea auxiliară post fader, identificat prin denumirea AUX POST, la valoarea minimă, pentru anularea reacției în lanțul audio astfel format.

### ***Introducerea procesoarelor de semnal într-un canal audio***

Procesoarele de semnal au drept scop modificarea parametrilor semnalului care constituie sursa audio, a semnalelor care compun un grup de surse audio, sau a unui semnal audio obținut prin mixarea mai multor semnale. Principalele tipuri de procesoare de semnal sunt:

- egalizoare grafice: echipamente audio compuse din filtre de tensiune care divizează spectrul audio în benzi de frecvență adiacente, care permit amplificarea, respectiv atenuarea armonicilor din spectrul surselor audio; controlul amplitudinii armonicilor se realizează prin intermediul unui comutator, alocat fiecărei benzi de frecvență;

- egalizori parametrici: similari celor din mixerul audio, dar care permit un control mai amplu al parametrilor benzii de frecvență (lățimea benzii, valoarea mediană a benzii, etc.);

- porți de semnal (gates): au rolul de a bloca trecerea unei surse audio atunci când un parametru al acesteia (de exemplu nivelul) scade sub o anumită valoare de prag, stabilită de utilizator;

- expandoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri scad sub anumite valori de prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine scade sub valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul creșterii automate a câștigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor scade sub valoarea pragului setat;

- compresoare/limitatoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri cresc peste un anumit prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine crește peste valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul scăderii automate (compresie) a câștigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor crește peste valoarea pragului setat. În cazul în care compresia semnalului este mare, semnalul audio nu mai depășește pragul maxim admis, caz în care procesorul de semnal se comportă ca un limitator.

Introducerea unui procesor de semnal într-un canal al mixerului audio se realizează prin parcurgerea următoarelor etape:

1. se conectează intrările procesorul de semnal la intrarea INSERT POINT a canalului mono,

2. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează o valoare unitară pentru câștig, pentru a evita amplificarea sursei audio în procesorul respectiv,

3. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează funcțiile de procesare ale sursei audio,
4. deoarece introducerea unui procesor de semnal într-un canal audio poate modifica nivelul sursei audio, dacă este necesar, acesta se reajustează prin intermediul FADER-ului canalului mono al mixerului.

## 6.4. Cabluri de semnal

Cablurile electrice de telecomunicații reprezintă medii de transmisie destinate transmiterii informației, reprezentate prin intermediul semnalelor electrice, între două puncte aflate la distanță. Cablurile electrice sunt realizate pe baza unui material conductor (cupru, aur, argint) izolat de mediul exterior prin intermediul unor straturi realizate din materiale diferite, care au drept scop protecția atât a materialului conductor cât și a informației transmise prin intermediul acestuia, de factorii perturbatori, existenți în mediul extern.

Modul în care se utilizează cablurile electrice de telecomunicații pentru conectarea echipamentelor utilizate într-un studio de televiziune depinde de proprietățile electrice ale acestora, care sunt descrise prin intermediul unui set de parametri, dintre care cei mai importanți sunt:

- impedanța caracteristică: se măsoară în ohmi; pentru evitarea pierderilor de semnal care pot să apară la intrările echipamentelor, este necesar ca impedanța de intrare a echipamentului să fie mult mai mare decât impedanța caracteristică a cablului;
- pierderile caracteristice: se măsoară în dB/100m (pierderi în decibeli la 100 metri) și descriu

pierderile de semnal care apar la transmisia acestuia de-a lungul cablului;

- frecvența de tăiere: exprimată în hertzi, furnizează o măsură a lățimii de bandă a cablului respectiv, în care semnalele pot să treacă fără a fi atenuate.

### Tipuri de cabluri electrice de telecomunicații

În studioul de televiziune se utilizează în principal următoarele tipuri de cabluri electrice: cabluri cu fire răsucite (twisted pair cables), cabluri coaxiale, respectiv cabluri HDMI.

#### Cabluri cu fire răsucite (*twisted pair cables*)

Așa cum se prezintă în Figura 6.8, aceste cabluri sunt compuse dintr-o pereche de fire izolate și răsucite, utilizate atât pentru transmiterea semnalelor analogice cât și a celor digitale. Modul răsucit în care sunt dispuse aceste cabluri determină reducerea fenomenului de diafonie, remarcat în cazul utilizării mai multor canale de transmisie, fenomen caracterizat prin afectarea informației transmise pe un canal de transmiterea semnalelor pe canalele învecinate.

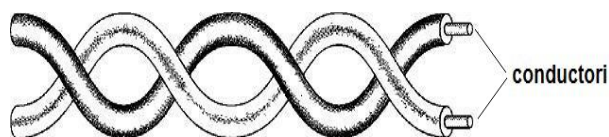


Fig.6.8. Modul în care sunt dispuse firele în cablurile cu fire răsucite.

De asemenea, acest tip de cablu este adecvat transmiterii diferențiale a semnalelor, mod care reduce semnificativ, în punctul de recepție al informațiilor, efectul zgomotelor electrice suprapuse în mod uzual peste informația utilă.

Cablurile cu fire răsucite sunt de două tipuri, structura acestora fiind prezentată în fig. 6.9:

- cabluri ecranate, denumite și cabluri STP (*Shielded Twisted Pair*),
- cabluri neecranate, denumite și cabluri UTP (*Unshielded Twisted Pair*).

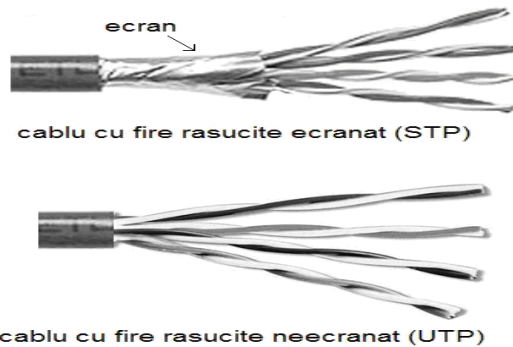


Fig.6.9 Structura cablurilor cu fire rasucite.

Cablurile cu fire răsucite sunt clasificate, în funcție de parametrii acestora, în diverse categorii. În studiourile de televiziune se utilizează cu precădere cablurile cu fire răsucite din categoria 5, denumite CAT5, utilizate pentru transmiterea semnalelor audio, fie în format analogic, fie în format digital, caz în care este utilizat standardul de transmisie AES/EBU (*Audio Engineering Society/European Broadcasting Union*).

Valoarea impedanței caracteristice pentru cablul cu fire răsucite depinde de parametrii constructivi ai acestuia. Valoarea uzuală pentru impedanța caracteristică a cablului cu fire răsucite CAT5 este de 100 ohmi, dar, în cazul în care cablurile cu fire răsucite sunt utilizate pentru transmiterea semnalelor audio în format digital în standardul AES/EBU, atunci impedanța caracteristică a acestora este de 110 ohmi.



Fig.6.10. Conectorul XLR.

Conectarea cablurilor cu fire răsucite este realizată prin intermediul unor conectoare speciale, în funcție de aplicație. În cazul microfoanelor, acestea sunt conectate la echipamentele audio (mixerul audio) prin intermediul conectorului identificat sub denumirea conector XLR, prezentat în fig. 6.10.

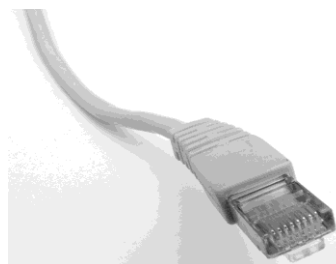
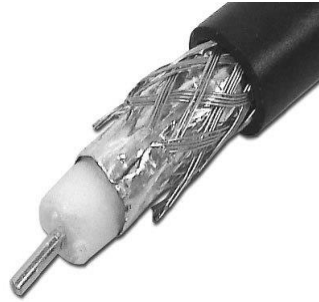


Fig.6.11. Conectorul modular RJ45.

În cazul interconectării echipamentelor audio, este utilizat un conector modular special, pe 8 fire, denumit conector 8P8C, dar referit în mod uzual sub denumirea de “conector RJ45”, prezentat în Figura 6.11.

### Cabluri coaxiale

Sunt cabluri electrice utilizate atât pentru transmiterea semnalelor video cât și a celor audio, a căror structură este realizată dintr-un material conductor învelit într-un material izolator, ansamblu ecranat prin intermediul unei trese metalice, așa cum este prezentat în fig. 6.12.



*Fig.6.12. Cablul coaxial.*

Valorile uzuale pentru impedanța caracteristică a cablurilor coaxiale utilizate în majoritatea aplicațiilor sunt cuprinse în intervalul de valori 50÷75 ohmi, iar pentru cablurile utilizate în studioul de televiziune este de 75 ohmi.

În studioul de televiziune, conectorii utilizați pentru cablurile coaxiale sunt următorii:

- conector TS sau TRS, prezentat în Figura 6.13, utilizat pentru semnale a căror frecvență este mai mică de 100 kilohertzi; în studioul de televiziune acești conectori sunt utilizați pentru conectarea telefoanelor hibride utilizate pentru intercomunicarea între membrii echipei studioului de televiziune;



*Fig.6.13. Conectoare de tip TS.*

- conector RCA, utilizat pentru semnale a căror frecvență nu depășește 10 megaherți; în studioul de televiziune acești conectori sunt utilizați în conexiunile necesare transmiterii semnalelor audio și a semnalelor video compuse și au culori diferite, în funcție de tipul semnalului. Astfel, pentru semnalul video compus este utilizată culoarea galbenă, iar pentru semnalul audio se utilizează doi conectori (două cabluri), de culoare albă, respectiv roșie. În cazul în care semnalul audio este stereo, pe cele două cabluri sunt transmise cele două canale audio, cel stâng pe cablul al cărui conector este de culoare albă, iar cel drept pe cablul al cărui conector este de culoare roșie. Conectorii RCA utilizați în studioul de televiziune sunt prezentați în fig. 6.14.



*Fig.6.14. Conectoarele de tip RCA utilizate pentru conexiunile semnalelor audio și video compuse*

- conector F, prezentat în Figura 6.15, utilizat pentru semnale a căror frecvență este în gama de valori [250MHz÷1GHz], destinat cu precădere distribuirii semnalelor video în studioul de televiziune.



*Fig.6.15. Conectorul de tip F*

### **Cablurile HDMI**

Sunt cabluri destinate transmiterii semnalelor audio, respectiv video reprezentate în format digital, conform protocolului de comunicații HDMI (High-Definition Multimedia Interface). Un singur cablul HDMI permite transmiterea informației video în variantă necomprimată a oricărui format de televiziune (inclusiv în format HD – High Definition), respectiv pune la dispoziție 8 canale pentru transmiterea informației audio în format comprimat sau necomprimat.

De-a lungul timpului s-au dezvoltat mai multe versiuni pentru cablurile HDMI, care permit transmiterea biților de informație la frecvențe ale semnalului de ceas de până la 165MHz, iar cele mai recente și anume versiunile 1.3, respectiv 1.4, permit transmiterea biților de informație la frecvențe ale semnalului de ceas de până la 340MHz.



*Fig.6.16. Conector HDMI.*

Conectorii utilizați pentru conexiunile cablurilor HDMI depind de versiunea utilizată. Pentru versiunile mai vechi se utilizează conectori de tip A, respectiv B, iar pentru versiunile mai recente se utilizează conectori de tip C, pentru versiunea 1.3, respectiv conectori de tip D, pentru versiunea 1.4. În Figura 6.16 este prezentat conectorul HDMI.

Deoarece, în studioul de televiziune, informațiile sunt transmise atât prin intermediul semnalelor audio cât și al semnalelor video, tipul echipamentelor utilizate pentru distribuirea semnalelor depind de tipul informației transmise. Principalele tipuri de echipamente de distribuire a semnalelor audio-video sunt:

- panouri Panel Patch,
- matrici de rutare ale semnalelor,
- amplificatoare de distribuție.

## 6.5. Panourile *Patch Panel*

Rolul panourilor *Patch Panel* este de a permite modificarea rapidă a căii semnalelor rutate într-un sistem de distribuire a semnalelor, respectiv de a permite monitorizarea semnalelor în diferite puncte din sistemul de distribuire a acestora. Un panou *Patch Panel* conține un set de conexiuni speciale pentru cabluri de diferite tipuri. Modificarea căii semnalelor este realizată manual de către operator, prin realizarea de conexiuni pe panoul frontal al echipamentului prin intermediul unor cabluri de conexiune scurte, denumite *patch cable*, introduse între un conector legat la o sursă și un conector legat la o destinație. Partea din spate a panoului conține un set de legături la cabluri lungi și permanente. În figura 6.17. se prezintă partea frontală a unui panou *Patch Panel* în care sunt realizate diverse conexiuni prin intermediul cablurilor de conexiune.

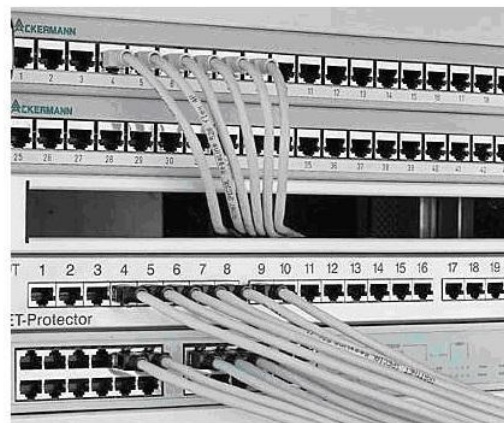


Fig.6.17. Partea frontală a unui panou *Patch Panel*.

### Matrici de rutare ale semnalelor

Matricile de rutare a semnalelor reprezintă echivalentul electronic al panourilor *Panel Patch*, rolul matricilor de rutare a semnalelor fiind similar cu cel al panourilor *Panel Patch*. Din acest motiv, în cadrul studiourilor de televiziune, care necesită echipamente mai complexe pentru rutarea semnalelor, matricile de rutare înlocuiesc panourile *Panel Patch* în sistemul de distribuire al semnalelor.

Matricile de rutare ale semnalelor permit distribuirea atât a semnalelor audio cât și video, reprezentate atât în format analogic cât și digital.

Intrările în matricile de rutare ale semnalelor pot fi conectate la surse multiple și permit rutarea unei intrări spre una sau mai multe destinații. Fiecare ieșire a matricii de rutare a semnalelor poate fi conectată simultan la una sau mai multe intrări. Astfel, matricea de rutare a semnalelor permite conectarea unor surse multiple la aceeași destinație. Această caracteristică poate fi exploatată pentru extinderea capacității de intrare a mixerelor audio sau a



switcherelor video, prin distribuirea surselor multiple prin intermediul matricii de rutare către o singură intrare a mixerului audio sau a switcherului video.

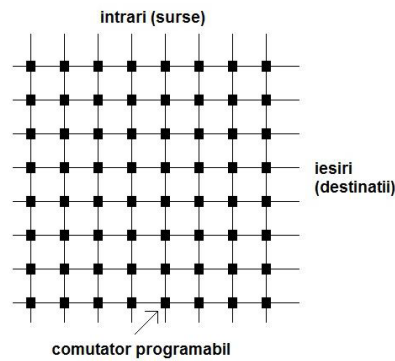


Fig.6.18. Structura internă a unei matrici de rutare a semnalelor.

Structura internă a acestui echipament este matricială, de exemplu cu intrările furnizate pe coloane, iar ieșirile furnizate pe linii, așa cum este sugerat în Figura 6.18. La fiecare punct de intersecție a unei linii cu o coloană sunt dispuse comutatoare programabile care, în funcție de stare controlează conexiunea dintre o intrare și o ieșire.

Matricile de rutare a semnalelor pot funcționa în trei moduri distincte și anume modul A/V (*Audio Follow Video*) în care sursa audio este rutată împreună cu sursa video, modul video, în care sunt rutate numai semnalele video, respectiv modul audio, în care sunt rutate numai semnalele audio. Conexiunile dintre intrările și ieșirile matricii sunt setate prin intermediul unor comutatoare programabile.



a.



b.

Fig.6.19. Matricea de rutare SV88 (Sign Video).

În figura 6.19. se prezintă spre exemplificare matricea de rutare a semnalelor de dimensiune 8x8 (8 intrări, 8 ieșiri) SV88 S -*Video Routing Switcher*, produsă de firma *Sign Video*. În fig. 6.19.a se prezintă panoul din spatele matricii de rutare semnalelor, pe care se observă porturile de intrare, respectiv de ieșire pentru semnalele audio, respectiv video. Funcționarea matricii de rutare este controlată prin intermediul comutatoarelor de pe panoul frontal al echipamentului, prezentat în fig. 6.19.b. Modul de lucru al matricii de rutare



este setat prin intermediul comutatorului MODE, iar sursa (intrarea), respectiv destinația (ieșirea) sunt stabilite din setul de comutatoare din secțiunile FROM, respectiv TO.

### **Amplificatoare de distribuire a semnalelor**

Deoarece semnalele audio-video transmise prin cabluri pe distanțe mai mari sunt întotdeauna atenuate datorită pierderilor prin cablurile electrice, chiar dacă acestea sunt foarte bine ecranate, este necesar ca, în sistemul de distribuire a semnalelor, să fie introduse puncte de amplificare a semnalelor transmise, care să compenseze pierderile de semnal înregistrate. Aceste puncte de amplificare sunt realizate prin introducerea unor amplificatoare de distribuție. În funcție de tipul sursei de intrare, amplificatoarele de distribuție pot fi amplificatoare audio, respectiv amplificatoare video. Cele două tipuri de amplificatoare operează în domenii de frecvență diferite, dar caracteristicile acestora sunt similare. Amplificatoarele de distribuție permit reglarea factorului de amplificare în scopul compensării pierderilor de semnal suferite la transmiterea acestora prin cablurile electrice. Pe lângă rolul de amplificare, amplificatoarele de distribuție preiau semnalul de intrare și îl distribuie simultan spre mai multe destinații. Semnalele de ieșire sunt identice și sunt furnizate spre diverse destinații pe trasee de semnal diferite. Furnizarea semnalelor spre diverse destinații este realizată pe ieșiri izolate unele de altele, astfel încât, eventualele probleme tehnice care pot să apară pe un anumit traseu de semnal (de exemplu un scurtcircuit accidental) nu vor afecta transmiterea semnalelor spre alte destinații.

O altă caracteristică a amplificatoarelor de distribuție este raportul semnal-zgomot mare, care contribuie la reducerea semnificativă a influenței zgomotelor electrice suprapuse peste semnalele audio, respective video. De asemenea, amplificatoarele de distribuție care dispun de intrări diferențiale au un factor de rejecție a semnalelor de mod comun de valoare foarte mare.

Amplificatoarele de distribuție au o impedanță de intrare foarte mare, respectiv o impedanță de ieșire foarte mică, pentru evitarea pierderilor de semnal la borne.

## **6.6. Circuite de amplificare**

Amplificatorul reprezintă un cuadripol activ, prevăzut cu două borne de intrare și două borne de ieșire, capabil să redea la ieșire semnale electrice de putere mult mai mare decât cele de la intrare. Pentru a îndeplini această funcție, un amplificator trebuie prevăzut cu o sursă de energie electrică și un element activ care să transforme o parte din energia absorbită de la sursa de alimentare în energie de curent alternativ.

### **Clasificarea amplificatoarelor**

- După natura semnalului preponderent amplificat:
  - amplificatoare de tensiune
  - amplificatoare de curent
  - amplificatoare de putere
- După valoarea benzii de frecvență a semnalelor amplificate
  - amplificatoare de curent continuu
  - amplificatoare de audiofrecvență (între 20 Hz și 20kHz)
  - amplificatoare de radiofrecvență (20kHz și 30MHz)
  - amplificatoare de foarte înaltă frecvență (între 30 MHz și 300 MHz)

### Parametrii amplificatoarelor

- **Amplificarea** (coeficientul de amplificare) este raportul dintre o mărime electrică de la ieșirea amplificatorului și mărimea corespunzătoare de la intrare. În funcție de natura acestei mărimi se pot defini:
  - Amplificarea în tensiune este raportul dintre tensiunea de ieșire  $U_o$ , și tensiunea de intrare:

$$U_i \text{ } A_u = \frac{U_o}{U_i}$$

- Amplificarea în curent reprezintă raportul între curentul de ieșire  $I_o$  și curentul de intrare:

$$I_i \text{ } A_i = \frac{I_o}{I_i}$$

- Amplificarea în putere sau câștigul de putere este raportul dintre puterea de ieșire  $P_o$  și puterea de intrare  $P_i$

$$A_p = \frac{P_o}{P_i}$$

În electronică pentru exprimarea valorii amplificării se folosesc unități logaritmice. Unitatea bazată pe logaritmi zecimali se numește decibel ( dB), iar cea bazată pe logaritmi naturali se numește neper(Np).

$$A_u(dB) = 20 \log A_u, \quad A_u(Np) = \ln A_u$$

$$A_i(dB) = 20 \log A_i, \quad A_i(Np) = \ln A_i$$

$$A_p(dB) = 10 \log A_p, \quad A_p(np) = \frac{1}{2} \ln A_p$$

Pentru a mări amplificarea unui semnal se pot utiliza mai multe amplificatoare în cascadă. În acest caz amplificarea totală este egală cu produsul amplificărilor.

- **Randamentul** exprimă eficacitatea transferului de putere de la sursa de alimentare în sarcină .

$$\eta = \frac{P_u}{P_a},$$

unde  $P_u$  este puterea debitată în sarcină și  $P_a$  este puterea absorbită de la sursa de alimentare .

- **Caracteristica amplitudine – frecvență** reprezintă curba de variație a modului amplificării în funcție de frecvență.
- **Banda de frecvențe** este intervalul de frecvențe în interiorul căruia amplificarea nu scade sub 3dB față de valoarea la frecvențe medii.
- **Raportul semnal / zgomot** reprezintă raportul între tensiunea de ieșire produsă de semnalul amplificat și tensiunea de zgomot. Prin zgomotul amplificatorului se înțelege semnalul obținut la ieșire în lipsa semnalului de intrare.
- Raportul semnal / zgomot =  $20 \log \frac{U_{so}}{U_{zo}}$ , se exprimă în decibeli

- **Distorsiunile**

Reproducerea inexactă a semnalului de ieșire față de cel de intrare , datorită fie variației amplitudinii cu frecvența, fie a unor frecvențe noi introduse, poartă numele de distorsiuni.

Distorsiunile pot fi *liniare*:

- distorsiuni ale amplitudinii în funcție de frecvență
- distorsiuni ale fazei în funcție de frecvență

sau *neliniare*:

- distorsiuni armonice
- distorsiuni de intermodulație

### Preamplificatoare

Preamplificatoarele sunt circuite electronice care realizează mixarea, preamplificarea, corecțiile caracteristicii de frecvență și îmbunătățirea raportului semnal zgomot. Pentru preamplificare se utilizează circuite integrate și componente având zgomote proprii neglijabile în raport cu semnalul util, deoarece este foarte importantă transmiterea fidelă a semnalelor electroacustice de nivel redus (mV).

Ca reprezentante tipice ale preamplificatoarelor integrate, de zgomot redus, se amintesc circuitele integrate *βM381*, *382* și *387*.

### Preamplificatoarele *βM381*, *382* și *387*.

Aceste tipuri de circuite prezintă performanțe favorabile utilizării lor în sisteme audio ca preamplificatoare:

- zgomot mic de intrare ( $< 0,9 \mu V$ )
- amplificare mare în buclă deschisă ( $> 100dB$ )
- alimentare de la o singură sursă (9V.....40V)
- bandă largă de câștig unitar 15MHz
- bandă de putere la 20V<sub>v-v</sub>:75kHz
- variație în limite largi a tensiunii de ieșire ( $V_{cc} - 2V$ )

Cele trei variante sunt preamplificatoare duale și au aceeași configurație de bază:

- Circuitul *βM381* permite alegerea între etajul de intrare diferențial și cel asimetric și modificarea curentului de polarizare a etajului de intrare, în scopul îmbunătățirii performanțelor de zgomot.
- Preamplificatorul *βM382* este prevăzut cu o rețea internă de rezistoare, care simplifică schemele interne de conexiune. Aceasta permite selectarea unei game largi de valori pentru amplificarea în buclă închisă, precum și diverse caracteristici de frecvență.
- *βM387* are un număr redus de terminale și ca urmare un preț de cost redus.

### Configurația terminalelor

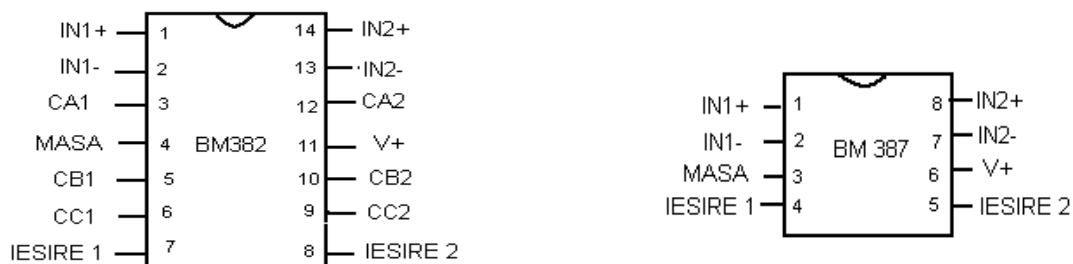
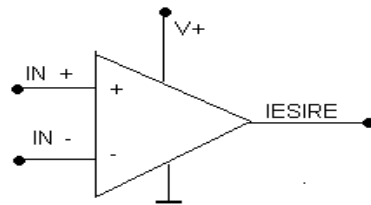


Figura 6.20. Configurația terminalelor pentru *βM382* și *βM387*

**Simbolul:**



### Amplificatoare de putere

Amplificatorul de putere este un amplificator de semnal mare care constituie ultimul etaj din lanțul de amplificare al unui amplificator complex. El se mai numește și amplificator de semnal mare sau etaj de ieșire.

Amplificatoarele de putere au rolul de a realiza pe o impedanță de sarcină (difuzor), o valoare impusă a puterii cu distorsiuni minime în toată banda de trecere. Conectarea sarcinii la un etaj trebuie să se facă astfel încât să se asigure transferul maxim de putere.

Principalele cerințe impuse amplificatoarelor de putere sunt:

- să aibă rezistența de ieșire scăzută
- să aibă randament cât mai ridicat, acest aspect fiind foarte important în special în echipamentele portabile pentru a prelungi durata de utilizare a bateriilor.
- să aibă distorsiuni neliniare cât mai reduse, acest aspect fiind important în cazul amplificatoarelor audio de înaltă fidelitate (HiFi)
- să asigure excursie mare a semnalului de ieșire
- să nu afeacteze răspunsul în frecvență al amplificatorului în întreaga bandă de frecvență
- să aibă consumul redus în stare de repaus

Ca urmare amplificatorul audio este un lanț de etaje amplificatoare necesare pentru a aduce semnalul la nivelul de putere impus. Tehnologia integrată oferă diverse variante de amplificare audio de putere. Dintre acestea fac parte și amplificatoarele audio TBA 790 și TCA 150.

Ele conțin următoarele etaje principale:

- *Etajul de intrare*, care asigură o impedanță de intrare ridicată, o amplificare în tensiune moderată și eventual o limitare a semnalului de intrare
- *Etajul pilot sau prefinal*, care aduce semnalul la nivelul necesar etajului final, realizând în principal amplificarea în tensiune
- *Etajul final*, este necesar obținerii unei amplificări în curent mare
- *Generatorul de curent de referință*, care asigură autocentrarea tensiunii de ieșire de repaus la jumătate din valoare tensiunii de alimentare.

Amplificatorul TCA 150 are în plus un *circuit de protecție termică*, care limitează puterea disipată de etajul final și implicit temperatura cipului în cazul unei suprasarcini.

### Amplificatorul audio de putere TBA 790

TBA790 este un amplificator de joasă frecvență destinat aplicațiilor în gama frecvențelor audio în care puterea utilă nu depășește 2,5W.

### Marcarea circuitului: TBA 790T, $\beta$ 790AT

Literele din fața codului depind de firma producătoare, iar cele de după cod indică tipul de capsulă folosit.

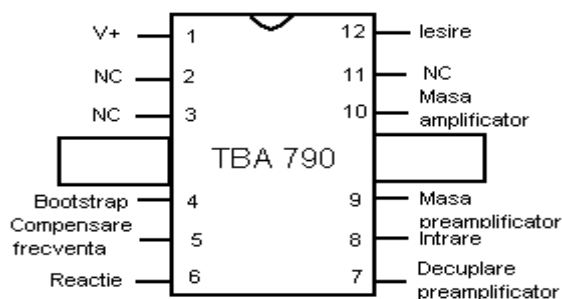


Figura 6.21. Configurația terminalelor pentru TBA 790T

### Parametrii electrici

- Curentul de alimentare redus și bine controlat față de tensiunea de alimentare
- Excursia tensiunii de ieșire este aproape egală cu tensiunea de alimentare
- Rezistența de sarcină optimă este de  $8 \Omega$
- Impedanța de intrare mare ( $50 \Omega$ )
- Tensiunea de ieșire este menținută în toleranțe strânse la  $\frac{V^+}{2}$  datorită generatorului de curent de referință
- Distorsiuni de racordare practic inexistente

### Amplificator audio de putere TCA 150

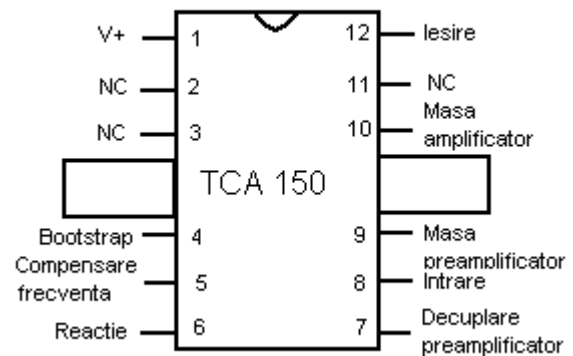


Figura 6.22. Configurația terminalelor pentru TCA 150T

TCA 150T este un amplificator de joasă frecvență destinat aplicațiilor în gama frecvențelor audio în care puterea utilă nu depășește 5W

### Parametri electrici

- Curentul de alimentare redus și bine controlat față de tensiunea de alimentare
- Excursia tensiunii de ieșire este aproape egală cu tensiunea de alimentare
- Rezistența de sarcină optimă este de  $4 \Omega$
- Impedanța de intrare mare ( $50 \Omega$ )
- Tensiunea de ieșire este menținută în toleranțe strânse la  $\frac{V^+}{2}$  datorită generatorului de curent de referință
- Distorsiuni de racordare practic inexistente

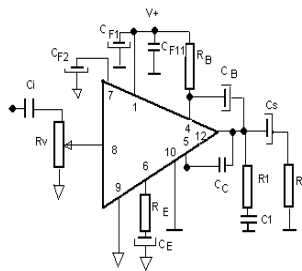
- Amplitudinea semnalului de ieșire ce corespunde intrării în funcțiune a protecției termice este nedistorsionată.

**Valori limită absolute**

- Tensiunea de alimentare 4V.....18V
- Tensiunea de intrare -0,5V.....15V
- Curentul de vârf repetitiv la ieșire 2,3A
- 

**Circuitele de bază** ce utilizează integratele TBA790T, TCA150T sunt prezentate în figura de mai jos.

a) cu sarcina la masă



b) cu sarcina la V+

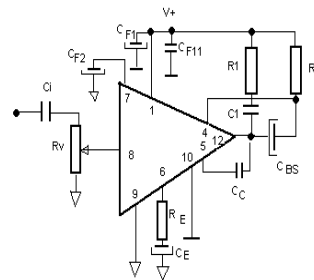


Figura 6.23. Amplificatoare de audiofrecvență

La unele amplificatoare, în colectorul tranzistorului prefinal se folosește sarcina rezistivă în vederea realizării conexiunii bootstrap. Este o metodă pentru extinderea excursiei tensiunii de ieșire a etajului pilot.

Configurația cu sarcina la masă realizează conexiunea bootstrap cu o rezistență RB și condensatorul CB, iar configurația cu sarcina inclusă în conexiunea bootstrap folosește un condensator notat CBS

Rs – reprezintă rezistența difuzorului

Sursa de alimentare se decuplează aproape de integrat cu o pereche de condensatoare

CF1 - electrolitic, CF11 - ceramic

CF2 – realizează filtrarea suplimentară a tensiunii de alimentare pentru etajul de intrare de semnal mic

CS – condensatorul de cuplaj cu sarcina care este cel mai mare ca valoare și gabarit și impune frecvența limită de jos a amplificatorului

CC – condensator de corecție al amplificatorului integrat. Capacitatea de corecție se alege în funcție de amplificarea cu reacție și banda de frecvență dorită

RE – rezistența de reacție negativă pentru semnalul alternativ decuplată în c.c. prin condensatorul CE. Elementele R1 și C1 realizează un circuit de corecție necesar pentru evitarea defectării amplificatorului, el eliminând oscilațiile de frecvență înaltă.

În figura 6.23. au fost desenate două semne pentru masa schemei. Simbolul triunghiular reprezintă masa preamplificatorului și este folosită pentru circuitele de intrare și reacție iar simbolul obișnuit de masă reprezintă masa amplificatorului (de putere) și este folosită pentru condensatoarele de filtrare și circuitele de ieșire. Cele două se vor lega împreună într-un punct și anume borna minus de pe placa de montaj unde sosește legătura de la sursa de alimentare. Prin aceasta se elimină introducerea în circuitul de intrare a unor semnale nedorite.

### Alte tipuri de amplificatoare de putere

#### *Amplificatoare audio de putere în capsule cu cinci terminale*

Circuitul **TDA 2003** este amplificator de putere în banda 20 Hz – 20 kHz și se alimentează cu o tensiune cuprinsă între 8 și 18V. Debitează o putere de 8 W pe o sarcină de 2  $\Omega$  și o putere de 6 W pe o sarcină de 4  $\Omega$  cu 3% distorsiuni.

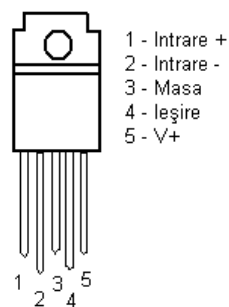


Figura 6.24. Tip de capsulă pentru TDA 2003 și TDA 2030

Circuitul TDA2030 este un amplificator de putere alimentat la o tensiune de maxim 18V și care debitează o putere de 14W pe o sarcină de 4  $\Omega$  cu distorsiuni de 0,5 % sau 18W cu distorsiuni de 10 %.

#### *Amplificatoare de putere în clasă D*

Amplificatoarele în clasă D utilizează o strategie complet diferită de cea utilizată în clasele de funcționare A, B sau AB, ceea ce duce la un randament mai bun (poate ajunge la peste 90%), și la micșorarea dimensiunilor radiatorului. Reducerea drastică a puterii pierdute pe tranzistoare se realizează prin funcționarea în comutare a tranzistoarelor de putere. Când un tranzistor este blocat, curentul prin el este zero, iar când tranzistorul este în conducție extremă, căderea de tensiune pe el este foarte mică, ideal zero. Aceste amplificatoare sunt utilizate în echipamente alimentate de la baterii, sisteme portabile, echipamente în care există constrângeri de spațiu. Datorită performanțelor superioare în comutare se preferă utilizarea tranzistoarelor MOS pentru etajul de putere.

Există o multitudine de circuite integrate pentru amplificatoare în clasă D. Dintre acestea menționăm circuitul LX1725 care este un amplificator audio de putere în clasă D cu două canale ce poate fi utilizat atât ca amplificator stereo (15Wx2 pe sarcină de 8  $\Omega$ ) cât și ca amplificator mono în configurație punte (30W pe sarcină de 8  $\Omega$ ). Etajul de putere este integrat în circuit, în exteriorul circuitului integrat se mai conectează doar filtrul LC și difuzoarele. Ca aplicații ale acestui amplificator se specifică: televizoare LCD, CD, DVD, sisteme Home theater, sistem audio pentru calculatoare, sisteme de navigare pentru automobile, etc.

*Observații privind modul de execuție a montajelor audio*

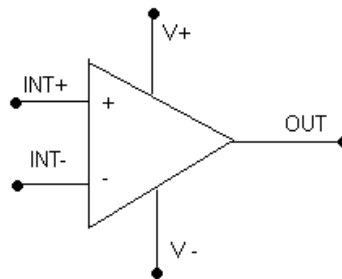
Realizarea corectă a instalațiilor audio trebuie să respecte anumite recomandări privitoare la executarea montajelor:

- acestea să fie cât mai compacte
- lipiturile corect executate
- terminalele componentelor cât mai scurte
- componentele de la intrare trebuie plasate cât mai departe de ieșire
- respectarea conexiunilor de masă ale preamplificatorului și ale amplificatorului final (pini separați )
- nu se recomandă utilizarea soclurilor pentru circuite integrate

### ***Amplificatoare operaționale(AO)***

Amplificatoarele operaționale integrate sunt componente universale de circuit, cu ajutorul cărora se pot realiza o diversitate extrem de mare de aplicații liniare și neliniare. Schematic, un AO constă din trei blocuri cu funcții distincte, fiecare bloc fiind constituit din unul sau mai multe etaje amplificatoare realizate cu tranzistoare integrate.

- Blocul de intrare este un amplificator diferențial, numit astfel deoarece amplifică diferența dintre cele două tensiuni de intrare INT+, INT- .
- Blocul intermediar preia tensiunea furnizată de blocul de intrare și o prelucrează pentru a corespunde cerințelor blocului de ieșire.
- Blocul de ieșire asigură curentul de ieșire necesar .



*Figura 6.25. Simbolul pentru AO.*

Amplificatorul operațional (AO) prezintă două intrări, intrarea inversoare (INV -) și intrarea neinversoare (INV +) o ieșire (OUT,sau  $U_o$ ) și doi pini de alimentare cu tensiune continuă ( $V_+, V_-$ ), una pozitivă și una negativă. Pentru simplificare, pinii de alimentare nu se reprezintă de obicei în simbolul amplificatorului operațional. Denumirea de intrare neinversoare reiese din faptul că o tensiune aplicată la această intrare se regăsește la ieșire amplificată și cu semn neschimbat (în fază cu semnalul de la intrare), iar o tensiune aplicată la intrarea inversoare se regăsește la ieșire amplificată și cu semn inversat (în opoziție de fază cu semnalul de la intrare).

### *Tipuri de capsule*



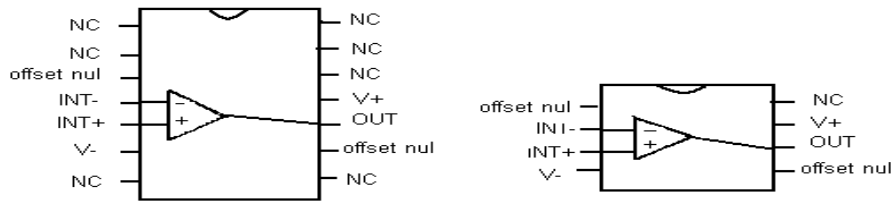


Figura 6.26. Tipuri de capsule pentru circuitul integrat  $\beta A741$

### Marcarea AO

Marcarea circuitului se face în litere și cifre. Cifrele reprezintă codul. În fața codului pot să existe grupuri de litere ca:  $\beta A$ , LM,  $\mu A$  care depind de firma producătoare, iar literele care sunt după cod indică capsula folosită.

### Exemple de AO

- $\beta A741$
- $\beta M324$  fac parte din familia  $\beta A741$  fiind patru AO într-o capsulă
- $\beta M3900B$  face patre din familia amplificatoarelor operaționale de tip Norton

### Parametrii principali ai AO.

- Impedanța de intrare  $Z_{in}$  este foarte mare (ideal infinită) motiv pentru care curenții de intrare au valori foarte mici (ideal 0)
- Amplificarea în tensiune în buclă deschisă  $a$  este foarte mare (în modelul ideal poate fi considerată infinită) în consecință diferența de tensiune între intrările INT+ și INT- este foarte mică (poate fi considerată 0). Valoare minimă pentru  $a$  este 50 V/mV, valoarea tipică 200V/mV.
- Impedanța de ieșire  $Z_o$  este foarte mică, (considerată 0), în consecință valoarea tensiunii de ieșire nu depinde de rezistența de sarcină.
- Tensiunea de ieșire este limitată de tensiunea de alimentare.
- Au o derivă a tensiunii nulă, adică nu apare semnal la ieșire în absența semnalului de intrare.

### Valori limită absolute pentru AO uzuale (de exemplu $\beta A741$ )

- Tensiunile de alimentare pentru AO uzuale sunt  $V_{+} = 15V$ ,  $V_{-} = -15V$  iar valorile limită absolute sunt  $V_{+} = 22V$ ,  $V_{-} = -22V$ , adică 44V între bornele de alimentare. Există și AO care lucrează cu tensiuni de alimentare nesimetrice față de masă, sau care pot lucra cu o singură sursă de alimentare.
- Tensiunea de intrare diferențială este +/- 30V
- Puterea disipată maximă este între 300mW și 500mw în funcție de tipul de capsulă
- Tensiunea de intrare +/- 15V

### Reacția negativă

Amplificatoarele operaționale au numeroase neajunsuri, dintre care menționăm: au tensiune de dezechilibru sau de offset la ieșire (abaterea tensiunii de ieșire față de zero când ambele intrări sunt scurtcircuitate la masă), peste o anumită frecvență a semnalului de intrare amplificarea  $a$

scade, valoarea amplificării  $a$  diferă de la un exemplar la altul de același tip. Majoritatea neajunsurilor sunt atenuate considerabil dacă se adaugă la AO un circuit de reacție negativă.

Reacția negativă presupune că o parte din semnalul de ieșire este adus la intrare cu semnul minus, adică defazat cu  $180^\circ$  față de semnalul de intrare producând o scădere a semnalului de ieșire.

### Circuite cu AO – utilizări

#### AO inversor

Schema de principiu conține un AO și o rețea de reacție rezistivă (formată din rezistența  $R_2$ , care face legătura între intrare și ieșirea inversoare). Semnalul de intrare este aplicat pe intrarea inversoare prin intermediul rezistenței  $R_1$ , iar intrarea neinversoare este legată la masă.

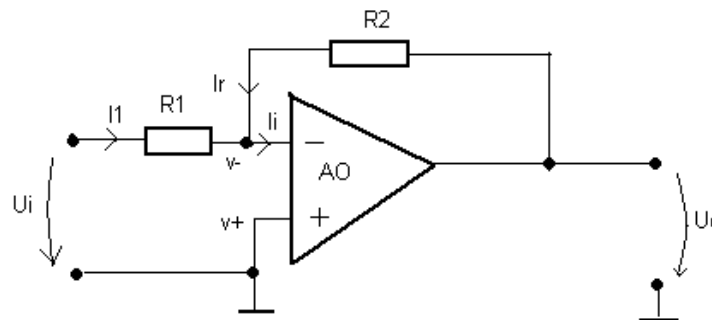


Fig. 6.27. AO inversor

Pentru calculul amplificării se pornește de la tensiunea de intrare diferențială care se consideră nulă.  $v_d = (v_+) - (v_-) = 0$ , deci  $v_+ = v_- = 0$  (este legată la masă), deci  $v_- = 0$

Pentru nodul de intrare se obține  $I_1 + I_r = I_i$ ,  $I_i = 0$ , deci  $I_1 = -I_r$

$$U_i = I_1 R_1 = -I_r R_1, \quad U_o = I_r R_2, \quad A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{I_r R_2}{-I_r R_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Amplificarea în tensiune poate fi exprimată astfel:

$$A_u = -\frac{R_2}{R_1}$$

Semnul minus arată că tensiunea de ieșire este în opoziție de fază cu cea de intrare.

Din această relație se pot deduce unele proprietăți ale AO inversor și anume:

- Înmulțirea cu o constantă  
Dacă  $R_2 = K R_1$ , unde  $K > 1$ ,  $U_o = -K U_i$ , deci tensiunea de ieșire reproduce tensiunea de intrare multiplicată de  $k$  ori.

- Împărțirea cu o constantă  
Dacă  $R_2 = \frac{R_1}{K}$ , unde  $K > 1$ ,  $U_o = -\frac{U_i}{K}$ , deci tensiunea de ieșire este o fracțiune din tensiunea de intrare.

- Circuit repetor

Dacă  $K=1$ ,  $U_o = -U_i$ , deci prin legarea în cascadă a unui număr par de amplificatoare, tensiunea de ieșire va fi în fază cu cea de intrare.

#### AO neinversor

În acest caz semnalul de intrare este aplicat la intrarea neinversoare, iar intrarea inversoare este legată la masă prin rezistența R1. Reacția negativă se realizează prin rezistența R2.

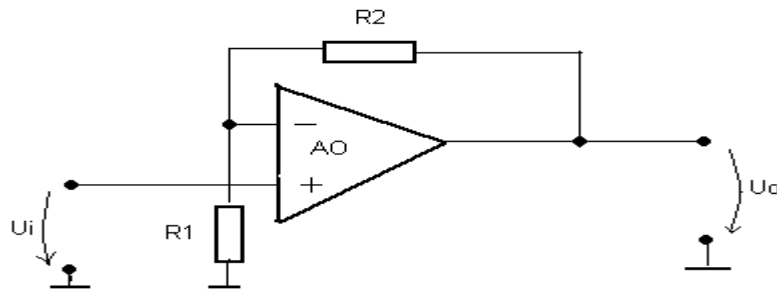


Figura 6.28. AO neinversor

Amplificarea în tensiune pentru acest montaj este:

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

*AO inversor sumator*

Schema de principiu conține mai multe rezistențe conectate în nodul de la intrarea inversoare. Prin intermediul acestora se aplică mai multe tensiuni la intrare, obținându-se astfel la ieșirea circuitului un semnal în antifază, proporțional în modul cu suma lor.

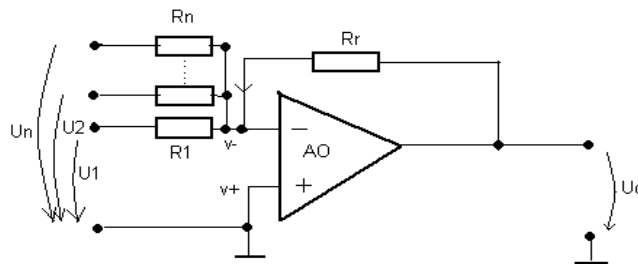


Figura 6.29. AO inversor sumator

Aplicând teorema lui Kirchhoff în jurul nodului de la intrarea inversoare se ajunge la relația:

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n} = -\frac{U_o}{R_r}$$

Dacă considerăm rezistențele egale  $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$  obținem relația:

$$U_o = - (U_1 + U_2 + \dots + U_n)$$

*Alte aplicații ale AO*

- Amplificatoare de tensiune continuă. Sunt circuite capabile să amplifice o tensiune constantă în timp. (ele pot amplifica și o tensiune variabilă în timp, dacă viteza de variație nu este prea mare)
- Amplificatoare de tensiune alternativă (amplificator inversor, amplificator neinversor)

- Circuite pentru adunarea și scăderea tensiunilor (sumator inversor, sumator neinversor, circuit sumator scăzător). Sunt circuite care se pot utiliza la mixarea semnalelor de audiofrecvență.
- Convertoare tensiune – curent (surse de curent comandate în tensiune)
- Amplificator de curent continuu
- Circuite de integrare și derivare
- Filtre active (se folosesc pentru a favoriza trecerea semnalelor de anumite frecvențe în raport cu semnalele de alte frecvențe.)
- Redresor de precizie
- Circuite de comparare (sunt circuite în care se pune problema de a determina care dintre două tensiuni este mai mare, sau de a sesiza dacă valoarea unei tensiuni este deasupra sau sub un nivel de referință).

## 6.7. Radiatoare acustice

Radiatoarele acustice constituie ultima parte a lanțului de redare a sunetului. Ele sunt traductoare electroacustice, generatoare de unde sonore, atunci când sunt supuse acțiunii curenților electrici debitați de amplificator. Prin construcția lor, radiatoarele urmăresc redarea unui domeniu cât mai larg de frecvențe, cu o neuniformitate cât mai redusă. Difuzoarele sunt principalele elemente componente ale radiatoarelor acustice. În timpul funcționării, difuzoarele transformă energie electrică în energie acustică, pe care o radiază în spațiu (adică transformă oscilațiile electrice în oscilații acustice).

Oricare ar fi tipul constructiv, un difuzor de calitate trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

– să aibă o caracteristică de frecvență (variația presiunii acustice dată de difuzor în funcție de frecvență) cât mai liniară (cu abateri cât mai mici), o sensibilitate ridicată, deci un randament bun.

- redarea cât mai corectă a regimurilor tranzitorii.
- disorsiunile armonice de fază și intermodulare să fie cât mai reduse.
- caracteristica de diversitate (variația presiunii acustice funcție de direcția de propagare a undei acesteia într-un plan dat) cât mai apropiată de condițiile solicitate în exploatare.
- dimensiunile de gabarit și masa cât mai reduse.

### Clasificarea difuzoarelor:

După tipul de traductor folosit pentru transformarea oscilațiilor electrice în oscilații mecanice, difuzoarele pot fi de tip:

- electrodinamic
- electromagnetic
- electrostatic
- piezoelectric

La difuzorul electrodinamic, principiul de funcționare se bazează pe deplasarea unui conductor într-un câmp magnetic. Difuzorul electromagnetic funcționează pe baza variațiilor de reductanță ale unui circuit magnetic.

Difuzorul electrostatic funcționează pe baza variațiilor capacității unui condensator.

Difuzorul piezoelectric funcționează pe baza deformării unui corp (de obicei cristalin), cu proprietăți piezoelectrice.

După domeniul de frecvență redat difuzoarele sunt:

- de bandă largă de frecvență
- de bandă îngustă de frecvență (joase, medii, înalte).

După modul de radierea energiei acustice în mediul înconjurător difuzoarele sunt de 2 feluri:

- difuzoare cu radiație directă
- difuzoare cu radiație indirectă (cu camera de compresie)

La difuzoarele cu compresie directă, elementul radiant al difuzorului acționează direct asupra aerului din mediu în care lucrează. La radiatoarele cu radiație indirectă, elementul radiant acționează asupra mediului înconjurător prin intermediul unei camere de compresie și al unei pâlnii. Difuzorul cu radiație directă are cea mai largă utilizare, datorită avantajelor pe care le prezintă și anume: dimensiuni reduse, simplificarea în fabricație, caracteristici electroacustice bune.

***Difuzorul electrodinamic cu radiație directă*** reprezintă una din aplicațiile cele mai răspândite ale traductorului electrodinamic. El folosește forța produsă prin acțiunea unui câmp magnetic constant asupra unei bobine mobile, parcursă de un curent, pentru a pune în mișcare elementul radiant, format dintr-o membrană. Aceasta este solidară cu bobina mobilă parcursă de curentul semnalului.

*Construcția:*

Din punct de vedere constructiv, difuzorul electrodinamic cu radiație directă este realizat din: ansamblul magnet, sistemul oscilant și șasiul pe care se assemblează întregul difuzor.

Ansamblul magnet cu magnet permanent reprezintă soluția adoptată majoritatea difuzoarelor moderne. Circuitul magnetic se realizează dintr-un magnet permanent de formă inelară și din piese polare sau flanșe din oțel moale, având o formă constructivă astfel aleasă încât să permită delimitarea unui întrefier, în interiorul căruia să se poată deplasa liber bobina mobilă. Dimensiunile întrefierului sunt determinate de dimensiunile bobinei mobile și de necesitatea de a asigura o inducție magnetică corespunzătoare și uniformă. În ultima vreme se utilizează tot mai mult magneții din oxizi metalici presăți (ferite). Datorită durității mari a acestor materiale, prelucrarea lor se poate face numai prin șlefuire. Piesele polare care închid circuitul magnetic sunt realizate de obicei sub formă de flanșe din oțel moale, cu permeabilitate ridicată, pentru a se evita saturația lor în cazul unor fluxuri prea mari. Asamblarea circuitului magnetic se face de obicei prin șuruburi din materiale nemagnetice. Sistemul oscilant al difuzorului este format din membrană, bobina mobilă, sistemul de suspensie elastică și sistemul de centrare. Membrana radiază energie acustică fiind solidară cu bobina mobilă. Ea realizează cuplajul difuzorului cu mediul înconjurător. Membrana se execută dintr-o singură bucată (fără lipitură) din pastă de celuloză presată sau țesături impregnate. În ultimul timp se experimentează materialul plastic, care are o amortizare internă ridicată. Forma membranei este conică sau exponențială pentru a se asigura rigiditatea necesară funcționării.

Unghiul de deschidere al membranei are valori cuprinse între 90 și 145°, un unghi mai mic asigură o membrană mai rigidă. În domeniul frecvențelor înalte, la membranele cu unghi mic (mai lungi), punctele de la bază și vârful membranei produc vibrații în opoziție de fază, care le micșorează randamentul. Membranele conice au o rigiditate mai ridicată la frecvențele joase.

Masa membranei se stabilește în funcție de caracteristicile impuse difuzorului. O membrană cu masa mare redă mai bine frecvențele joase, iar o membrană cu masa mai mică reproduce mai bine frecvențele înalte. La radierea frecvențelor joase și medii, membrana vibrează ca un tot. Pe măsură ce frecvența crește, membrana vibrează pe zone de diametru din ce în ce mai mic. Pentru a mări rigiditatea acestei zone centrale, care asigură radiația frecvențelor înalte, membrana difuzorului se impregnează în această regiune cu diferite substanțe.

Suspensia marginală a membranei asigură prinderea elastică a membranei de șasiu permițându-i totodată să efectueze vibrații longitudinale. La difuzoarele obișnuite, această suspensie se execută din același material cu membrana, sub forma unor ondulații (membrana și suspensia constituie un tot).

Pentru a se asigura elasticitatea necesară, materialul din care se execută ansamblul membrana suspensie are o grosime mai redusă în această regiune. Deși această soluție este simplă în fabricația de serie, ea are dezavantajul că există o neadaptare în impedanța mecanică între membrană și suspensie, aceasta din urmă reflectând undele care se propagă prin masa membranei de la centru spre margine, dând naștere la unde staționare. Pentru a micșora acest fenomen nedorit, suspensia difuzoarelor de bună calitate se poate face din piele (de exemplu de căprioară) iar în ultima vreme din spumă de polimeri sintetici (de exemplu poliuretan). În acest caz frecvența de rezonanță scade, dar prețul difuzorului crește datorită faptului că asamblarea membranei cu suspensie se execută destul de greu.

Bobina mobilă este formată dintr-un conductor electric, bobinat în formă de solenoid pe un suport cilindric. Înălțimea bobinei este determinată de înălțimea întrefierului. Unele bobine au porțiunea bobinată mai lungă decât înălțimea întrefierului, astfel încât, în timpul funcționării, spirele acestora intersectează permanent întregul câmp magnetic din întrefier, pentru a se evita parțial apariția distorsiunilor.

Într-o altă variantă constructivă, bobina are o înălțime mult mai mică decât cea a întrefierului, spirele acestora rămânând în totalitate în câmpul magnetic din întrefier din timpul funcționării. Această soluție este folosită, de obicei, la difuzoarele cu diametre mici, care funcționează în domeniul frecvențelor înalte.

În general, se urmărește folosirea unui conductor mai gros, cu lungimea redusă, pentru a obține o masă cât mai redusă.

La construcțiile moderne, se tinde a se mări diametrele bobinelor, în special la difuzoarele de putere mai mare, deoarece efortul se repartizează mai bine și vibrațiile parazite ale membranei sunt atenuate.

Carcasa bobinei mobile se realizează din hârtie subțire împregnată cu un lac special, pentru a se asigura rigiditatea necesară. Bobinarea se poate face dintr-un strat sau în mai multe straturi, pe o singură parte a carcusei sau pe ambele părți. Bobina mobilă se fixează de membrană prin lipire. Totodată pe membrană se fixează și cele două capete ale conductorului bobinei prin intermediul unor capse pentru a se evita deteriorarea conductorului în timpul vibrațiilor membranei. În zona racordului dintre bobina mobilă și membrană se prinde de obicei un capac semisferic de protecție, din pânză împregnată sau din aluminiu, care împiedică pătrunderea impurităților din întrefier. Acest capac are prevăzut un mic orificiu care să permită circulația liberă a aerului din regiunea întrefierului spre fața membranei, fără a frâna în mod nedorit vibrația membranei.

#### *Dispozitivul de centrare:*

Piesa de centrare ghidează bobina mobilă axial în întrefier, împiedicând oscilațiile radiale și permițându-i în același timp să oscileze longitudinal. Ca dispozitive de centrare se utilizează piese din țesut baschetizat, cu decupaje, sau discuri ondulate. Dispozitivele de centrare se fixează de membrană în porțiunea unde este fixată și bobina, prin lipire cu un lac adeziv. Prinderea pe șasiu se realizează cu ajutorul șuruburilor și rondelor de blocare.

#### *Șasiul difuzorului:*

Șasiul este elementul rigid pe care se assemblează difuzorul (ansamblul magnet și sistemul oscilant). El oferă punctele fixe de sprijin pe care se prinde dispozitivul de fixare al bobinei mobile și suspensia membranei. Șasiul este astfel decupat încât permite feței posterioare a membranei să vină în contact cu aerul. Difuzoarele mari au șasiuri din aliaje de aluminiu.

#### *Principiul de funcționare:*

În momentul în care bobina mobilă (amplasată în câmp magnetic) circulă un curent variabil, ia naștere o forță care urmărește variația curentului electric care provoacă deplasarea bobinei perpendicular pe direcția liniilor de forță ale câmpului magnetic din întrefier. Forța este dată de relația:

$$F = B l i$$

unde:  $F$  – forța, în  $N$

$B$  – inducția magnetică, în  $W/m^3$

$l$  – lungimea conductorului bobinei mobile, în  $m$

$i$  – curentul variabil aplicat la bornele bobinei, în  $A$

Din această relație se observă că forța ce acționează asupra bobinei mobile este direct proporțională cu intensitatea curentului ce trece prin bobină. Forța care acționează asupra bobinei mobile pune în oscilație întregul sistem mobil al difuzorului și în primul rând elementul său de radiație acustică – membrana. Întreg ansamblul oscilant este caracterizat de o frecvență proprie de rezonanță, pe care tinde să oscileze liber când este excitat. Radierea energiei acustice în mediul înconjurător se realizează prin deplasarea particulelor de aer, care vin în contact cu membrana în stare de vibrație, particule care se opun mișcării membranei. Rezistența de radiație depinde de dimensiunile membranei, crescând odată cu diametrul ei și cu frecvența. Rezistența se poate determina cu ajutorul relației:

$$P = R_r, \text{ unde:}$$

$P$  – puterea radiată, în  $W$

$R_r$  – rezistența de radiație a membranei, în  $Ns/m$

$V$  – viteza eficace de deplasare a membranei, în  $m/s$

Din relația de mai sus se poate vedea că atunci când viteza de deplasare a ansamblului mobil este mare (cazul frecvenței de rezonanță), puterea acustică radiată este maximă. Membrana trebuie să răspundă cu rapiditate și cât mai omogen solicitărilor bobinei mobile, pe perioada de funcționare, condiție care este îndeplinită în mare măsură atunci când membrana are o rigiditate suficientă. Un material cu o rigiditate ridicată dar cu o masă redusă este caracterizat de un raport  $E/p$  mare ( $E$  – modulul de elasticitate longitudinal,  $p$  – masa pe unitatea de volum).

### **Montaje acustice pentru difuzoare electrodinamice cu radiație directă:**

Difuzorul, împreună cu sistemul acustic în care este montat, formează un ansamblu funcțional. Principalele moduri de montaj al difuzoarelor electrodinamice cu radiație directă sunt panourile și incintele acustice. Panourile acustice sunt dispozitive plane rigide pe care se montează difuzorul și care are rolul de a mări traseul undei acustice între fața și spatele membranei. Panourile acustice pot fi clasificate după dimensiunile lor în:

- Panouri acustice infinite: Reprezintă suprafețe plane, reflectante din punct de vedere acustic și realizate din materiale suficient de groase, de rigide și de dense. Un astfel de panou poate fi un perete rigid, de dimensiuni mult mai mari decât lungimile de undă maxime ale sunetelor reproduse. Într-un astfel de perete se montează difuzorul.
- Panouri acustice finite: Reprezintă cea mai răspândită categorie de panouri acustice. Au o construcție simplă și un cost redus. Pentru un anumit domeniu de frecvențe, situat deasupra frecvenței de tăiere (frecvența corespunzătoare unei lungimi de undă egale cu dublul celei mai mici dimensiuni a panoului), un panou finit se comportă ca un panou infinit. În această zonă randamentul difuzorului crește, pentru că unda radiată în spate de către membrană nu se mai suprapune peste unda radiată în față (în antifază) anulând-o. Pe un panou finit, difuzorul nu se montează niciodată în centrul lui.

**Incinta acustică** este, în general, un volum închis, pe pereții căruia se montează difuzoarele. Incintele acustice pot fi: deschise, închise și bassreflex (inversoare de fază și antirezonanțe).

***Incinte acustice deschise:***

Acestea sunt de forma unui ecran acustic, cu porțiunile marginale rabatute la 90°.

Incinta poate fi asemănată cu un panou acustic finit cu dimensiunile:  $d = h + 2a$ , unde:

$d$  – traseul pe care ar trebui să-l urmeze unda acustică generată de spatele membranei, pentru a interfera cu cealaltă undă, radiată de fața difuzorului;

$h$  – înălțimea incintei;

$a$  – lățimea incintei.

Experimentele au dovedit că, odată cu mărirea lui  $a$  crește randamentul. La dimensionare se recomandă respectarea relației:  $h \geq 2a$

***Incinte acustice închise:***

Acestea au cele două fețe ale membranei complet separate, eliminându-se radiația din spatele membranei.

Din acest punct de vedere, se obțin aceleași avantaje ca și la panourile infinite. Interiorul incintei este tratat cu material puternic absorbant. Astfel, unda acustică din spate este absorbită, evitându-se reducerea randamentului la frecvențe joase.

Dezavantajul incintei acustice închise este ca frecvența de rezonanță a sistemului se deplasează către frecvențele înalte. Volumul de aer cuprins în incintă acționează ca un resort, elasticitatea sa cuplându-se cu elasticitatea sistemului oscilant al difuzorului și provocând în acest fel creșterea frecvenței de rezonanță.

***Incinte bassreflex:***

Sunt o soluție de montaj acustic pentru difuzoarele cu radiație directă, care utilizează, pentru radiația frontală, undele acustice generate de ambele fețe ale difuzorului. Acest lucru este realizat prin incinta bassreflex sau inversare de fază. O astfel de incintă are o deschidere amplasată pe aceeași față pe care se află fixat difuzorul. Când se aplică o tensiune variabilă de audio frecvență la bornele bobinei mobile, membrana difuzorului începe să se deplaseze, aerul din interiorul incintei suferind, după caz, comprimări și destinderi. Dacă are loc o comprimare, atunci se acționează, prin intermediul aerului din interiorul incintei, asupra masei de aer din „deschidere”, aceasta având tendința de a se deplasa spre exterior. Astfel, masa de aer din „deschidere” se comportă și ea ca un piston, fiind pusă în condiții de radiație acustică asemănătoare cu cele ale membranei. De aceea este considerată ca o a doua membrană și se numește membrană fictivă. Prin introducerea ei crește mult randamentul difuzorului la frecvențe joase.

**Difuzoare electrodinamice cu radiație directă.**

Datorită faptului că membrana unui difuzor cu radiație directă are o încărcare redusă, ea fiind în contact direct cu aerul și, în consecință, un randament scăzut (1÷5%), s-au căutat alte soluții constructive, realizându-se difuzoare cu cameră de compresie, care pot avea un randament de până la 40-50%. Difuzoarele cu cameră de compresie și pâlnie se numesc difuzoare cu radiație indirectă.

***Construcția:***

Un difuzor cu camera de compresie, este construit, ca orice difuzor electrodinamic, dintr-un ansamblu magnet și un sistem oscilant format din membrana și bobina mobilă. În plus, apare o piesă de închidere, care delimitează camera de compresie.

Bobina mobilă se găsește în întrefierul circular al ansamblului magnet și este fixată rigid de membrana circulară. Membrana este rigidă fiind construită dintr-o foiță de duraluminiu sau din țesătură impregnată cu lac de bachelită și are posibilitatea să vibreze ca un piston rigid. Ea este



prinsă elastic pe șasiu cu ajutorul unei suspensii (guler plat sau goflat), de obicei din același material cu membrana.

Piesa din fața membranei închide o cameră cu aer de dimensiuni reduse, în care are loc comprimarea aerului. Această cameră se numește camera de compresie și vine în contact cu mediul înconjurător prin intermediul unei pâlnii. Secțiunea gâtului pâlniei trebuie să fie mai mică decât suprafața membranei. Pâlnia se execută din tablă de oțel sau aluminiu, cu o deschidere sau mai multe deschideri, astfel asigurând dispersia frecvențelor înalte și acoperind cât mai uniform zona care trebuie sonorizată.

Secțiunea pâlniilor variază de-a lungul axei lor de simetrie, astfel pâlniile pot fi: conice, exponențiale, hiperbolice și parabolice.

*Principiul de funcționare:*

Sub acțiunea curentului de audiofrecvență, care trece prin bobina mobilă, sistemul oscilant începe să vibreze. Membrana acționează asupra aerului din camera de compresie, producând comprimarea și dilatarea lui.

În cazul frecvențelor joase, viteza mică a aerului împins de membrană, în momentul când intră în gâtul îngust al pâlniei crește cu raportul:

$$n = \frac{S_m}{S_g}$$

unde:

- Sm – suprafața membranei;
- Sg – suprafața gâtului pâlniei.

Datorită acestei transformări randamentul difuzorului crește. Odată cu creșterea frecvenței acest raport scade. Scăderea este cu atât mai mare cu cât volumul camerei de compresie este mai mare. Rezultă că o cameră de compresie mare nu are randament bun la frecvențe înalte, deci ea trebuie să fie cât mai mică (înălțimea). Dar o înălțime mică a camerei de compresie limitează amplitudinea frecvențelor joase. În concluzie, dimensiunile camerei de compresie trebuie să satisfacă ambele cerințe, adoptându-se o soluție de mijloc.

*Utilizări:*

Difuzorul electrodinamic ca radiație indirectă se utilizează:

- la stațiile de comandă în cazul fimarilor cu figurație mare;
- pentru redarea frecvențelor înalte în sisteme combinate de redare a sunetului pe benzi de frecvențe joase și înalte (agregate de difuzoare) din sălile de cinematograful și de ascultare din studiouri.

**Caracteristici tehnice ale difuzoarelor**

*Caracteristica de frecvență:* Este reprezentarea grafică a variației nivelului de presiune acustică dată de un difuzor, în funcție de frecvență, măsurată dintr-un punct specific al mediului, difuzorul fiind alimentat cu tensiune constantă sau de curent constant. Neuniformitatea caracteristicilor de frecvență este abaterea, în decibeli, de la caracteristica de referință stabilită prin norma internă a unui tip de difuzor.

Domeniu nominal de frecvență al unui difuzor este mai mic decât domeniu efectiv de frecvență pe care producătorul îl dă difuzorului respectiv.

Domeniu efectiv de frecvență este cuprins între frecvența limită superioară și frecvența limită inferioară (care se consideră egală cu frecvența de rezonanță).

Pentru redarea corectă a sunetelor pe banda de frecvență 35 – 20.000 Hz, cu abatere de maxim  $\pm 6$  dB, se utilizează mai multe tipuri de difuzoare deoarece un singur difuzor, chiar dacă este de bandă largă, nu poate asigura un nivel acceptabil al distorsiunilor pe întreg domeniu.

Domeniu de frecvențe solicitat la redarea filmelor este în funcție de viteza purtătorului (respectiv lățimea filmului), și anume:

- la 35 mm 40 – 9.000 Hz ( $v = 456$  mm/s)
- la 16 mm 40 – 7.000 Hz ( $v = 182,88$  mm/s)

Într-un sistem clasic cu 3 căi, fiecare difuzor asigură redarea pe una dintre benzile de frecvență, și anume:

- joase 35 – 500 Hz
- medii 500 – 3.500 Hz
- înalte 3.500 – 20.000 Hz

*Impedanța nominală a difuzorului:* Se notează cu  $Z$ , se măsoară în  $\Omega$  și reprezintă cea mai mică valoare a modulului impedanței electrice, în domeniu nominal de frecvență, măsurată la bornele difuzorului.

*Puterea difuzorului:* În general este cunoscută sub următoarele 2 forme: Puterea nominală este valoarea puterii dată de constructor pentru difuzor, care asigură reproducerea satisfăcătoare a unui program normal de muzică și vorbire pe o perioadă prelungită. În general, puterile nominale ale difuzoarelor sunt tipizate. Puterea limitată de utilizare (puterea maximă) reprezintă valoarea puterii dată de constructor pentru difuzor, pentru domeniu de frecvență nominală, pe baza rezultatelor încercărilor cu un semnal de zgomot specific și care nu trebuie depășit în timpul utilizării, pentru a nu se ajunge la deteriorări ale sistemului oscilant al difuzorului.

*Caracteristica de directivitate:* Reprezintă variația presiunii acustice pe diferite direcții de propagare a undei acustice, la o distanță precizată de producător. Pe măsură ce crește frecvența, energia radiată este concentrată într-o zonă îngustă de-a lungul axei difuzorului. Experimentele au evidențiat fenomene acustice de refracție și difracție, asemănătoare celor întâlnite în optică. În general, o undă sonoră poate fi întârziată funcție de indicele de refracție acustică a mediului, indice determinat de prezența unor obstacole artificiale de mici dimensiuni sau de lungimea drumului radiației acustice, cu ajutorul unor planuri înclinate sau canale curbe.

*Distorsiunile:* Distorsiunile sunt abateri de la forma inițială a semnalului de audiofrecvență, în timpul redării lui de către difuzor. Difuzoarele pot introduce două forme de distorsiuni: liniare și neliniare. Distorsiunile liniare sunt redări inegale ale semnalelor de diferite frecvențe. Distorsiunile neliniare sunt provocate de apariția unei componente cu frecvențe diferite de cele ale semnalului aplicat difuzorului.

## Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Urechea umană este sensibilă la vibrații ale aerului cu frecvențe cuprinse între:
  - a) 20Hz – 20KHz
  - b) 10Hz – 14KHz
  - c) 15Hz – 16KHz
  - d) 20Hz – 25KHz
  
2. DAC reprezintă:
  - a) Controler audio digital;
  - b) Convertor audio digital;
  - c) Procesor audio digital;
  - d) Efect audio digital;
  
3. ADC reprezintă:
  - a) Controler audio digital;
  - b) Convertor audio digital;
  - c) Procesor audio digital;
  - d) Efect audio digital;
  
4. Semnalul analogic la intrarea în placa de sunet variază în:
  - a) Amplitudine și frecvență;
  - b) Frecvență;
  - c) Amplitudine;
  - d) Nivel audio;
  
5. Tensiunea de alimentare de tip PHANTOM are valoarea de:
  - a) 48V
  - b) 32V
  - c) 24V
  - d) 12V
  
6. Valoarea impedanței pentru cablurile coaxiale utilizate în Tv este de:
  - a) 50  $\Omega$
  - b) 80  $\Omega$
  - c) 75  $\Omega$
  - d) 100  $\Omega$
  
7. Raportul semnal / zgomot se exprimă în:
  - a) db
  - b) V
  - c) A
  - d) Hz
  
8. Rezistența de ieșire a amplificatoarelor de putere trebuie să fie:
  - a) Scăzută;
  - b) Ridicată;
  - c) Medie;
  - d) Nu contează;
  
9. Impedanța difuzoarelor se măsoară în:
  - a)  $\Omega$

- b) V
- c) W
- d) Hz

10. Viteza eficace de deplasare a membranei difuzorului se măsoară în:

- a) m/s
- b) Ns/m
- c)  $W/m^3$
- d)  $W/m^2$

Răspunsuri corecte: 1A, 2A, 3B, 4A, 5A, 6C, 7A, 8A, 9A, 10A

## CAPITOLUL 7

## APLICAȚII MULTIMEDIA

## 7.1 Senzațiile vizuale

*Senzațiile vizuale* sunt rezultatul acțiunii undelor electromagnetice asupra analizatorilor vizuali. Undele electromagnetice se propagă de la surse naturale de lumină (soare), de la surse artificiale sau de la corpurile de iluminat. O parte a radiațiilor sunt absorbite, cealaltă parte sunt reflectate de către obiecte. Undele reflectate stimulează ochiul omului care vede obiectele colorate într-o nuanță cromatică corespunzătoare lungimilor de undă reflectate. Dacă un obiect absoarbe toate undele luminoase este perceput ca negru sau întunecat. Dacă undele luminoase sunt reflectate în egală măsură, obiectul este văzut alb, iar dacă le reflectă selectiv, obiectul este văzut ca având una din cele șapte culori ale spectrului: roșu, oranj, galben, verde, albastru, indigo, violet.

Senzațiile vizuale se caracterizează prin *luminozitate, ton cromatic și saturație*. *Luminozitatea* exprimă locul pe care se află culoarea, între culorile extreme: alb și negru. *Tonul cromatic* este dat de lungimea de undă care îi corespunde (câți microni are) și diferențiază culorile între ele. *Saturația* reprezintă puritatea culorii. Obiectele reflectă o lungime de undă de bază, corespunzătoare culorii cu cea mai mare pondere în totalul undelor reflectate, dar și alte lungimi de undă, reflectate într-o proporție mai mică, culoarea corespunzătoare lor fiind cenușiul. Combinarea acestor caracteristici ale senzației vizuale conduce la vizualizarea unui număr mare de nuanțe, cinci sute pentru omul obișnuit, câteva mii pentru un pictor.

## 7.2 Conceptul de imagine

Termenul *imagine* provine din latinescul "*imago*" și poate fi definit ca ansamblul percepțiilor pe care un individ le are față de un obiect. Dar percepția noastră asupra lumii nu este suma percepției unor părți componente, ci o percepție globală care cuprinde totalitatea așteptărilor, ideilor și sentimentelor pe care le are o persoană față de un obiect. Imaginea este portretul subiectiv, impregnat psihologic și cultural al realității.

Putem spune că *imaginea este un mediu prin care se comunică o informație vizuală, atât prin formă, cât și prin conținut*.

O operă de artă rezultă dintr-un amestec între un obiect material, dotat cu proprietăți fizice și o imagine vizuală și auditivă. La începuturi producția artistică era integrată unor funcții sociale, utilitare, magice, politice, religioase. Mai târziu a apărut cultul reprezentării pure, nevoia de a crea fără altă finalitate decât arta pentru artă, imaginile fiind conservate în scop estetic, pentru a produce plăcere. Artistul creează o altă imagine a lumii, creează imagini pentru a obiectiva experiențe senzoriale, afective, imaginare sporindu-le bogăția și intensitatea. Prin această reprezentare artistul comunică ceea ce este simțit, văzut, trăit favorizând participarea interindividuală. Receptarea imaginii artistice se face pe mai multe niveluri. Anumite opere se limitează la spectacole, deschid teritorii ale jocului – teatru, cinema, muzică. În alte opere trăirea spectaculară este însoțită de reverberații spirituale - tablouri, cărți, sculpturi, fotografii – care permit o mai bună cunoaștere de sine. În alt plan, arta oferă imagini perfecționate, deschide perspective, oferă posibilitatea visării și accesul la fericire. Estetizarea vieții este semnul că ființa iubește armonia, că aspiră să aibă o viață care să se desfășoare cu intensitatea frumuseții operei de artă. Imaginea constituie oglinda vieții spiritului, îndemn la gândirea profundă și o garanție a sensului când oferă prilej de reflecție.

*Imaginea* obiectului presupune recunoașterea obiectului și a situației particulare în care acesta este prezentat. Imaginea ca obiect ideal solicită înțelegerea intențiilor autorului, descifrarea mesajului conținut și transpus în imagine. Deci, prin decodificare naturală subiectul este recunoscut, iar prin decodificare culturală, simbolică, imaginea este înțeleasă, deoarece, ca obiect ideal, ea spune mai mult decât arată.

### 7.3 Fotografia

Permanent, prin fața ochilor, cu o viteză ce adesea devine amețitoare, se derulează imagini din cele mai diverse surse. De pe ecranul televizorului sau de pe *display*-ul telefonului mobil, de pe afișele publicitare, de pe etichetele unor produse sau dintr-o banală deplasare în cotidian, suntem asaltați de imagini care doresc să ne transmită un mesaj, precum și “n” “ imagini care așteaptă să fie remarcate și immortalizate.

Fotografiile se constituie într-o materializare a memoriei. Din aceasta multitudine de fotografii, doar o mică parte atrag atenția și sunt reținute în memorie. Oare ce elemente diferențiază puținele imagini reținute de foarte numeroasele care vor fi uitate? Fotografia este arta de-a comunica “ceva” care impresionează, care trezește curiozitatea. Fotografia este pasiunea de a comunica altor persoane emoțiile stârnite de “ceva”. Pentru generațiile vechi, fotografiile reprezentau un mijloc de a păstra amintirile. Pentru generația tânără, fotografiile realizate cu camera digitală sau cu telefonul mobil reprezintă dorința de a immortaliza aspecte inedite sau amuzante din cotidian.

Există o multitudine de căi de abordare a fotografiei, cu opțiuni variate în ceea ce privește stilurile, genurile și tehnicile abordate: de la instantaneul cotidian la fotografia dintr-un reportaj autonom, la colajul regizat, de la fotografia publicitară la fotografia conceptuală. Fotografia nu mai trăiește autonom, apelând tot mai des la extensia sau la conjugarea limbajului și expresiilor fotografice cu noile medii uzuale: TV, video, internet, etc.

Imaginile pot fi compuse pe cale optică sau electronică. Singurul criteriu valabil rămâne exigența abordării, în cunoștință de cauză, a acestor varietăți de imagini, prin descifrarea limbajului specific al fotografiei ca ramură distinctă a artelor plastice. Interpretarea oricărei imagini fotografice depinde atât de intenția celui care o privește, cât și de intenția realizatorului.

Fotografia este o reprezentare vizuală directă a unui subiect sau eveniment fără a fi o copie perfectă a realității.

Fotografia este limbaj pictural. Limbajul devine folositor dacă cineva are ceva de comunicat, ceva care merită să fie spus. Limbajul pictural al fotografiei este mai puțin abstract și, prin urmare, mai simplu de înțeles decât cuvintele.

“Citirea” unei imagini înseamnă mai mult decât cuprinderea dintr-o singură privire, imediat și în mod global a întregii cantități de informație oferită de imagine. Privitorul trebuie să fie o persoană pe care s-o intereseze subiectul și să-l înțeleagă pentru a citi informațiile și a le interpreta. Căutările permanente, novatoare, experimentele, valorificarea unor unghiuri deosebite sunt doar câteva dintre posibilitățile care pot fi folosite pentru reținerea atenției privitorilor.

Pentru a reține atenția cuiva, o fotografie trebuie să aibă ceva de comunicat, să aibă conținut, să fie informativă, educativă, interesantă, amuzantă sau mobilizatoare. Conținutul poate fi încorporat în fotografii într-o varietate aproape nelimitată.

#### 7.3.1 Aparatul de fotografiat clasic

În diversitatea lor, toate aparatele fotografice clasice au în componere aceleași subansambluri de bază (*fig. 7.1*). Cele mai importante elemente ale aparatelor foto sunt:

- camera obscură

- obiectivul
- obturatorul
- vizorul
- sistemul de punere la punct (reglare a clarității)
- mecanismul de transport al peliculei

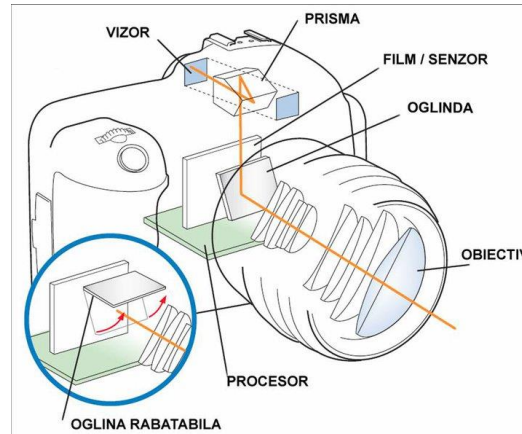


Fig. 7.1. Părțile componente ale unui aparat de fotografiat

Deși au o realizare constructivă diferită (în funcție de soluția aleasă de firma constructoare), rolul elementelor componente este același la toate aparatele fotografice.

*Camera obscură* (corpul aparatului) este constituită dintr-o cutie pe al cărei perete anterior este montat obiectivul, iar pe peretele opus se derulează materialul fotosensibil (filmul). Camera împiedică pătrunderea luminii din exterior spre filmul fotografic asupra căruia se va proiecta imaginea subiectului fotografiat.

*Obiectivul* este cea mai importantă parte a aparatului foto. Cu ajutorul obiectivului se creează imaginea subiectului pe materialul fotosensibil care se află în interiorul aparatului foto. Obiectivele fotografice moderne sunt sisteme optice convergente complexe, formate din lentile situate într-o montură metalică sau din bachelită.



Fig. 7.2. Obiectiv foto

Principala caracteristică a obiectivului este *distanța focală*, a cărei mărime este inscripționată pe montura obiectivului. Distanța focală depinde de construcția obiectivului și este determinată de distanța de la planul optic principal posterior al obiectivului până la focarul principal al lui.

Distanța focală a unui obiectiv se măsoară în milimetri și determină *unghiul de câmp*. În funcție de distanța focală, obiectivele se împart în:

- *superangulare*, cu distanța focală până la 40mm;

- *obiective normale*, cu distanța focală de 50mm;
- *teleobiective*, cu distanța focală peste 70mm.

Aceste valori sunt valabile pentru filmul de 35mm și cresc odată cu dimensiunile filmului folosit, astfel că, de exemplu, pentru un aparat cu film 6x6cm, un obiectiv de 85mm este normal.

*Luminozitatea* reprezintă o altă caracteristică a obiectivului. Ea este legată de raportul dintre iluminarea câmpului imaginii (în planul peliculei) creată de obiectiv și strălucirea subiectului fotografiat. Cu cât luminozitatea obiectivului este mai mare, cu atât iluminarea subiectului poate fi mai mică pentru a obține aceeași fotografie și cu atât sensibilitatea materialului fotografic poate fi mai mică pentru același timp de expunere. Luminozitatea obiectivului poate fi determinată prin cunoașterea diametrului deschiderii utile a obiectivului și distanța focală a acestuia. Prin *deschidere utilă* se înțelege orificiul prin care trece fascicolul de lumină prin obiectiv, spre interiorul aparatului foto. Acest orificiu este determinat de diafragma. *Diafragma* se compune din câteva plăcuțe metalice situate într-o montură, prevăzută la exterior cu inel, cu ajutorul căruia poate fi modificată deschiderea utilă a obiectivului. Prin aceasta poate fi reglată cantitatea de lumină ce ajunge la filmul fotografic.

Raportul dintre diametrul deschiderii utile a obiectivului și distanța focală a acestuia, exprimat sub formă de fracție, unde numărătorul este 1, iar numitorul reprezintă raportul dintre distanța focală și diametrul deschiderii utile, este denumit *deschidere relativă*. Pătratul deschiderii relative maxime (cu diafragma complet deschisă), se constituie într-o măsură a *luminozității* obiectivelor.

*Puterea de separație* constituie calitatea obiectivului de a reproduce distinct în imagine punctele sau liniile foarte apropiate ale subiectului fotografiat (detaliile). În centrul câmpului, puterea de separare este maximă, iar spre extremitățile acestuia puterea de separare devine mai mică.

*Diafragma*. Diafragma controlează deschiderea obiectivului și determină cantitatea de lumină care ajunge pe film. Se masoară cu ajutorul numărului  $f$ , care este de fapt un raport între diametrul fizic al deschiderii și distanța focală, astfel încât, indiferent de obiectiv, o anumită valoare a diafragmei înseamnă aceeași cantitate de lumină intrată în aparat. De obicei, este controlată cu ajutorul unui inel de pe obiectiv.

Diafragma ia valori din scala 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 64 etc., fiecare valoare reprezentând jumătate din cantitatea de lumină admisă de valoarea precedentă. De exemplu, o diafragma  $f/1,4$  admite de două ori mai multă lumină decât  $f/2$ .

*Obturatorul*. Aparatele fotografice moderne sunt dotate cu dispozitive complicate și precise pentru reglarea timpilor de expunere scurți de ordinul zecimilor, sutimilor sau miimilor de secundă. Aceste dispozitive se numesc obturatoare și sunt de mai multe tipuri:

- *obturatoare cu perdea*, care se montează în interiorul aparatului. Perdeaua este confecționată dintr-o țesătură de mătase cauciucată, are o deschidere sub formă de fantă și este înfășurată pe 2 bobine; una dintre aceste bobine este prevăzută cu un arc care determină viteza de deplasare a perdelei;
- *obturatoare centrale* - se montează între lentilele obiectivului și formează un ansamblu, împreună cu montura obiectivului. Reglarea cantității de lumină ce trece prin obturatoarele centrale se realizează cu ajutorul unui mecanism. La obturatoarele centrale întregul câmp al imaginii este iluminat aproape concomitent în timpul expunerii și astfel acest obturator nu are inconveniențele specifice obturatorului cu perdea, care expune imaginea pe zone succesive.

*Vizorul*. Vizorul permite vizualizarea imaginii înainte de a fi înregistrată pe film, permițând controlarea compoziției și, în funcție de tipul aparatului, a clarității.

În funcție de tipul de vizor, aparatele fotografice se împart în:

- aparate foto cu vizare prin obiectiv (*SLR - Single Lens Reflex*) - cu ajutorul unei oglinzi, care se ridică în momentul expunerii, fotografia poate vedea exact imaginea care se va înregistra pe film;



- aparate foto cu vizare laterală - vizorul nu este pe aceeași axă cu obiectivul, ci lateral față de acesta, ceea ce înseamnă că imaginea văzută prin vizor nu este identică cu imaginea care se înregistrează (eroare de paralaxă).

*Sistemul de transport.* La aparatele mai vechi, acesta este o pârghie în partea de sus, dreapta a corpului acestora, însă la majoritatea aparatelor moderne sistemul este automat.

Unele aparate permit controlarea acestui sistem, oferind posibilitatea antrenării cadru cu cadru, fie continuă (aparatură declanșează continuu, câteva cadre pe secundă, atât cât este ținut apăsat butonul de declanșare), fie prin expunere multiplă (obturatorul este armat, însă filmul este menținut pe poziție pentru expunerea unei imagini suplimentare).

### *Imaginea argentică*

Pelicula fotografică alb/negru este constituită dintr-un strat fotosensibil depus pe un suport oarecare. Stratul fotosensibil se depune pe suport sub forma unei pelicule fine de gelatină, cu o grosime de numai câțiva microni și se numește emulsie fotografică. Suportul este constituit dintr-un material flexibil, omogen, elastic, rezistent, cu adaos de substanțe plastifiante și pe care se depune *emulsia fotosensibilă*. Din punct de vedere al compoziției, există 3 tipuri: suport de nitroceluloză (folosit la începutul cinematografeiei), suport de tip acetat de celuloză și suport de poliester.

Materialele fotografice se clasifică în:

- a) *negative* – pe care se face fotografierea;
- b) *pozitive* – pe care se copiază, după negativ, imaginile fotografice;
- c) *reversibile* – se obține imaginea pozitivă pe același material pe care s-a efectuat fotografierea.

Materialele fotografice se execută sub formă de film perforat, rolfilm, planfilm, plăci fotografice, foi sau suluri de hârtie foto.

Subiectele fotografice se compun dintr-un număr de detalii; fiecare dintre aceste detalii reflectă spre obiectivul aparatului fotografic o cantitate diferită de lumină și, prin urmare, are o anumită strălucire. Strălucirea unui detaliu depinde de iluminarea și de capacitatea de reflexie a acestuia. Cu cât strălucirea detaliului fotografiat este mai mare, cu atât și cantitatea de lumină reflectată va fi mai mare și iluminarea zonei din stratul sensibil pe care se desenează imaginea detaliului va fi mai intensă, determinând o mai mare înnegrire a ei. Din cauza strălucirilor variabile ale detaliilor subiectului, diferitele zone ale stratului sensibil vor fi supuse la expuneri diferite, chiar dacă la fotografiere durata de expunere a fost aceeași pentru toate detaliile. După dezvoltare, materialele fotografice prezintă o ușoară înnegrire atât a porțiunilor ce au fost expuse luminii, cât și a celor care nu au venit în contact cu lumina. Această ușoară înnegrire rezultată fără participarea luminii – prin procesul de dezvoltare, constituie voalul chimic și se întinde pe întreaga suprafață a stratului sensibil, micșorând transparența generală a imaginii.

La peliculele color emulsia fotosensibilă aplicată pe suport este compusă din suprapunerea a trei straturi fotosensibile, care diferă între ele prin sensibilitatea cromatică. Stratul superior este sensibil numai la radiațiile albastre, fiind numit și strat sensibil la albastru. Stratul din mijloc, în afară de sensibilitatea naturală a halogenurii de argint la radiațiile albastre ale spectrului, este mai sensibilizat la radiațiile verzi. Stratul inferior, care vine în contact direct cu suportul, alături de sensibilitatea normală la radiațiile albastre, este sensibilizat pentru radiațiile roșii. Pe partea exterioară a suportului se depune un strat antihalo care, la filmele negative, este de culoare verde, iar la cele reversibile este de culoare cafenie. Stratul antihalo se compune dintr-un colorant dizolvat într-o masă de ceară. Stratul poate fi deteriorat cu ușurință, necesitând o manipulare cu o deosebită atenție. În timpul fotografierii, fiecare detaliu al subiectului formează în stratul sensibil o imagine fotografică latentă corespunzătoare detaliului respectiv. Redarea corectă a culorii se va obține numai în situația în care, pe film, toate cele trei straturi vor avea sensibilitatea identică față de zona albastră, verde și roșie a spectrului. Filmele de calitate superioară au cele 3 straturi de emulsie echilibrate între ele în ceea ce privește sensibilitatea la lumină.

### 7.3.2. Camere de fotografiat digitale

Aparatele foto digitale seamăna destul de mult cu aparatele clasice pe film. Diferența între aparatele digitale și cele tradiționale este mediul care este impresionat de lumină: la aparatele tradiționale acesta este filmul, negativ sau pozitiv, iar la cele digitale este un senzor CCD sau CMOS, în principiu de dimensiuni mai reduse decât cele ale fotografeei de film de 35mm, senzor care este alcătuit din milioane de diode fotosensibile numite fotosit sau fotoelement. Fiecare fotoelement reprezintă un singur pixel (*picture element*) din viitoarea fotografie.

Când se apasă declanșatorul camerei digitale, o celula fotosensibilă măsoară cantitatea de lumină ce intră prin obiectiv și stabilește parametrii optimi (timp de expunere/diafragma) pentru realizarea fotografiei. Apoi, la deschiderea obturatorului, fiecare fotoelement de pe senzor măsoară strălucirea luminii incidente, acumulând o anumită sarcină electrică. Dacă pe fotoelement cade mai multă lumină, atunci sarcina electrică va fi mai mare. Odată cu închiderea obturatorului, cantitatea de energie electrică este măsurată și convertită într-un număr digital. Imaginea este reconstruită cu această serie de numere ce redau strălucirea și culoarea fiecărui pixel.

Fotoelementii de pe senzorul ce captează imaginea pot înregistra doar strălucirea luminii, însă nu pot capta culoarea. Ei înregistrează pe o scară de griuri o serie de 256 de tonuri, care pleacă de la alb pur și se termină cu negru pur. Cum reușește aparatul digital să creeze o imagine color după strălucirea înregistrată de fiecare diodă este o poveste interesantă.

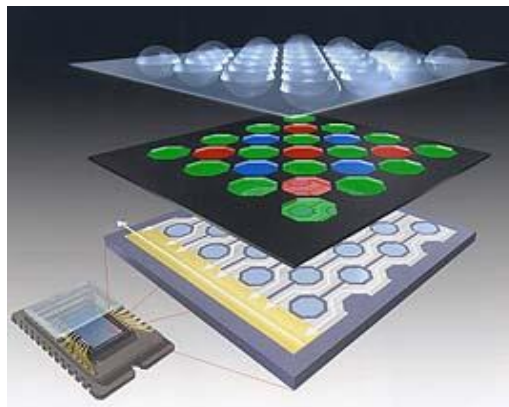


Fig. 7.3. Pattern Bayer

Culorile dintr-o imagine sunt de obicei bazate pe cele trei culori primare: roșu, verde și albastru (*red, green, blue – RGB.*) Acest sistem este numit *aditiv*, deoarece dacă amestecăm cantități egale din fiecare culoare obținem alb.

Asfel, dacă peste fotoelementii se plasează filtre roșii, abastre și verzi, prin combinarea acestor culori se obțin imagini color. Cei mai mulți producători de senzori folosesc *pattern-ul Bayer* (fig. 9.3), care folosește de două ori mai multe filtre verzi decât albastre și roșii, aceasta pentru că ochiul uman este mult mai sensibil la verde (culoare ce se află la mijlocul spectrului) decât la celelalte două culori. Unii producători folosesc alt sistem, cu patru culori, sistem numit *CYGM* (*Cyan, Yellow, Green, Magenta*), dispuse în număr egal (fig. 7.4).

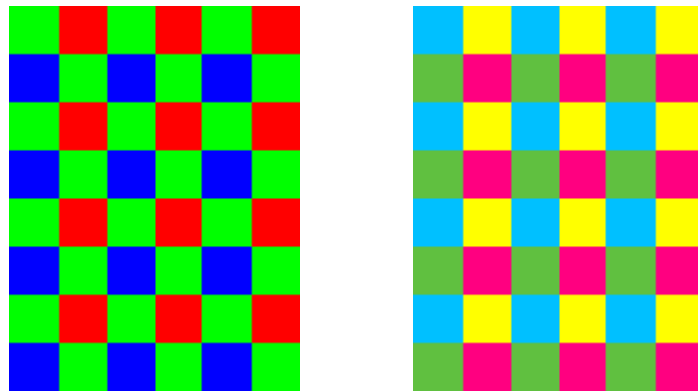


Fig. 7.4. Pattern Bayer 3 culori (RGB)

Pattern Bayer 4 culori (CYGM)

Folosind câte un filtru pentru fiecare culoare, fiecare pixel înregistrează strălucirea luminii ce trece prin filtru, adică a lungimii de undă corespunzătoare culorii filtrului, celelalte două culori fiind blocate de filtru (fig 7.5). De exemplu, pixelul cu un filtru roșu înregistrează doar strălucirea luminii roșii. Culoarea fiecărui pixel este calculată folosind valorile pixelilor învecinați, proces cunoscut sub numele de *interpolare*.

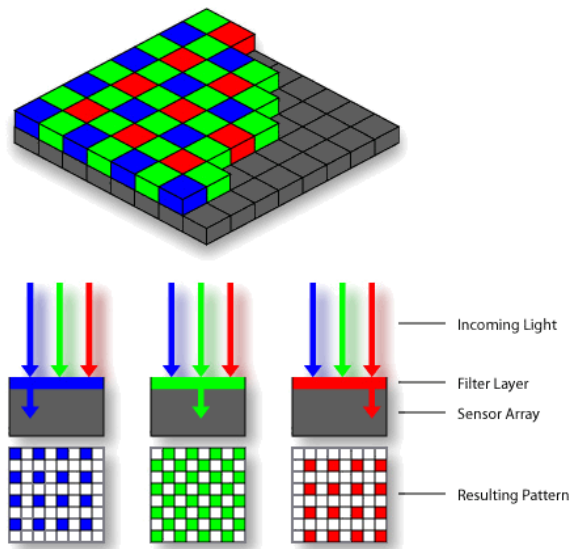


Fig. 7.5. Dispunerea filtrelor de culoare pe matricea Bayer

Combinând valorile de culoare ale pixelilor învecinați cu cea măsurată de fotoelement se obține culoarea pixelului din fotografie (fiecare culoare poate fi obținută combinând o anumită cantitate de roșu, verde și albastru). Deci, dacă un pixel înregistrează culoarea albastru deschis, iar cei din jur înregistrează culorile roșu și verde deschis (toate cele trei culori având aceeași strălucire), atunci culoarea pixelului din imagine va fi albă. Acest proces de calculare a valorii fiecărui pixel folosind culorile din jur are nevoie de o anumită putere de calcul. Fiecare aparat digital este prevăzut cu un microprocesor ce rezolvă milioane de calcule în fracțiuni de secundă în momentul în care se apasă declanșatorul.

Informația dată de fotoelemente este citită linie cu linie. Fiecare linie este transmisă individual la memoria internă a aparatului. Până să intre în memorie, fiecare linie trece printr-o serie de filtre (digitale), cum ar fi balansul de alb și mici corecții de culoare. Apoi imaginea este construită linie cu linie în memoria internă a aparatului, necomprimată sau comprimată. Comprimarea se face după algoritmul JPEG.

La aparatele clasice, alegerea filmului este esențială, de tipul de peliculă depinzând colorile fotografiei, tonurile și granulația. Anumite pelicule reproduc mai bine culorile calde, altele sunt excelente pentru culori reci precum verdele și albastrul, iar dacă nu ne convin culorile putem să schimbăm tipul de peliculă. La camerele digitale, "filmul" nu se poate schimba. Desigur, fiecare tip de senzor are anumite calități de reproducere cât mai exactă a culorilor.

Marea majoritate a aparatelor digitale este echipată cu *senzori CCD* (fig. 7.6). Tehnologia CCD a fost implementată prima dată în telescoapele astronomice și în scannere. Numele, *Charge Coupled Devices*, vine de la modul în care este transmisă sarcina electrică după expunere: odată ce expunerea s-a încheiat, fiecare fotoelement este încărcat cu o anumită sarcină electrică. Primul rând de pixeli își transferă sarcinile într-o zonă unde sunt amplificate și trecute printr-un convertor analog-digital. Când acest proces a fost terminat cu prima linie, pixelii de aceasta nu mai au sarcină electrică. Fiecare linie este cuplată cu cea de deasupra, pixel cu pixel. A doua linie își transferă sarcina pixelilor de pe prima linie, care o transferă în zona unde sarcina e amplificată și convertită în date. Astfel, linie cu linie fiecare pixel își transmite sarcina mai departe. Senzorii CCD folosesc sistemul Bayer - RGB (*red, green, blue*) cu de două ori mai mulți pixeli verzi decât roșii și albaștri.

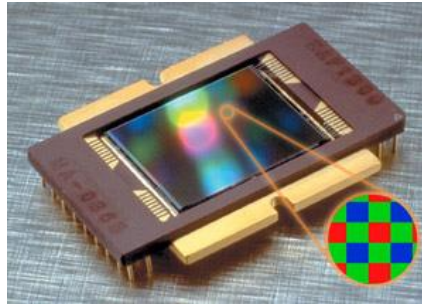


Fig. 7.6. Senzor CCD

*Senzorii CMOS* (*Complementary Metal Oxide Semiconductor* – fig.7.7) sunt fabricați în unitățile de producție alături de procesore, memorii și alte circuite realizate pe cip-uri de silicon, rezultând costuri de fabricație mai mici comparativ cu ale senzorilor CCD, care necesită o linie de producție dedicată, implicând costuri mult mai mari. Practic, senzorii CMOS se pot produce și într-o fabrică de microprocesoare de calculator, costurile fiind astfel reduse cu aproximativ două treimi. Diferența de costuri de producție este însă mai mare, pentru că la senzorii CMOS circuitele ce procesează informația se află pe senzor, pe când la senzorii CCD ele sunt separate.

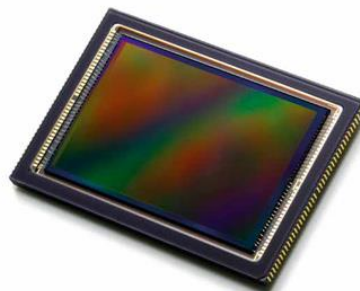


Fig. 7.7. Senzor CMOS

O caracteristică importantă a unui senzor foto este dată de numărul de megapixeli, dar acesta este strâns legat de dimensiunea senzorului: una înseamnă 10-20 de megapixeli pe un senzor cu suprafață mare și alta este "înghesuirea" acestora pe o suprafață fizică mai mică.

Calitatea imaginii este direct proporțională cu dimensiunea senzorului: cu cât senzorul este mai mare cu atât imaginea este mai bună. De exemplu, cel mai bun senzor de pe aparatele DSLR

uzuale este cel în format *full-frame*, adică formatul pe care îl are fotografia filmului foto de 35mm (fig. 7.8), calitatea descrescând odată cu scăderea dimensiunilor sensorului.

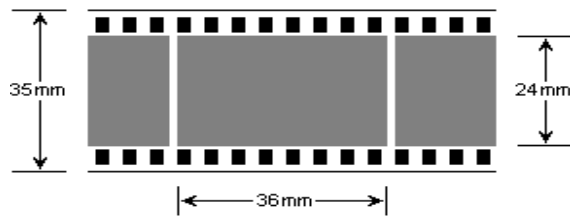


Fig. 7.8. Dimensiunile fotografiei de film de 35 mm

Un sensor cu 4000 de fotocelule orizontale întinse pe 5 mm va simți altfel fotonii decât unul care are același număr de celule pe 35 mm. Un sensor de mici dimensiuni produce imagini cu mai mult ”zgomot de fond” comparativ cu o cameră echipată cu un sensor mai mare.

Senzorul *full-frame* este un sensor care are dimensiunile unei fotografii de film de 35mm (film clasic), respectiv 36x24mm. Este considerat senzorul de referință.

Costul de producție al unui senzor *full frame* este foarte ridicat. Ca să existe pe piață camere DSLR accesibile ca preț s-au dezvoltat senzori de imagine de dimensiuni mai mici. Pentru aceștia trebuie luat în considerație așa numitul ”*factor de crop*” (factor de multiplicare), care este dat de raportul dintre diagonala senzorului *full frame* și diagonala senzorului de imagine mai mic.

Distanța focală a obiectivului este în strânsă corelație cu dimensiunea senzorului. De exemplu, pentru a obține o imagine *wide* cu o cameră echipată cu un senzor *full frame* se folosește un obiectiv cu distanță focală scurtă – 16 mm. Același obiectiv pus pe o cameră cu senzor ASP-C va genera – datorită decupajului (*crop*-ului față de *full frame*) – o imagine echivalentă obiectivului cu distanța focală de 24 mm, ceea ce nu este chiar o imagine *wide* (fig.7.9).

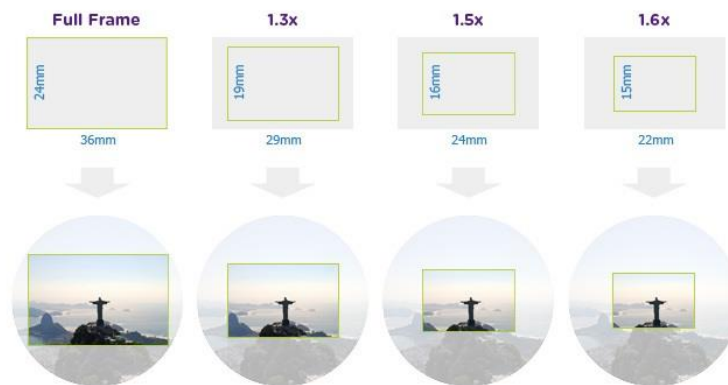


Fig. 7.9. Factorul de crop și imaginile rezultate folosind același tip de obiectiv

## 7.4. Estetica imaginii fotografice

Fotografia are multe calități pentru care este considerată artă, de la precizia științifică la viziunea poetică și lirică. Fotografia face uz de o tehnică din ce în ce mai rafinată care cere un nivel înalt de cunoștințe, atât tehnice, cât și artistice.

### 7.4.1. Organizarea în plan a imaginii

**Plasarea subiectului** în cadrul imaginii se face după principii devenite clasice, care au în vedere punerea lui la maximum de valoare. Cadrul imaginii fotografice (fig. 7.10) este standardizat și se caracterizează prin raportul laturilor. La aparatele obișnuite, tip leica, filmul are dimensiunea 24x36 mm, având raportul laturilor 3/4, ceea ce oferă o formă echilibrată și estetică.



Fig. 7.10. Încadratura de 3/4 a fotografeii de film și a „micului ecran”.

**Linii și puncte forte ale cadrului.** Unind mijloacele laturilor cadrului (fig.7.11), se obțin axele de simetrie, iar din intersecția lor rezultă centrul de simetrie al cadrului. Dacă ne ațintim câteva clipe privirea asupra acestui punct, vom constata că nu-l mai vedem decât pe el, restul câmpului cadrului, cu cât este mai mare, cu atât estompează până la dispariție. Acesta este motivul pentru care subiectul nu se plasează în centrul de simetrie al cadrului: excesul de simetrie face să scadă importanța celorlalte elemente compoziționale ale imaginii; de aceea, el este socotit un punct slab (ca efect) al cadrului.

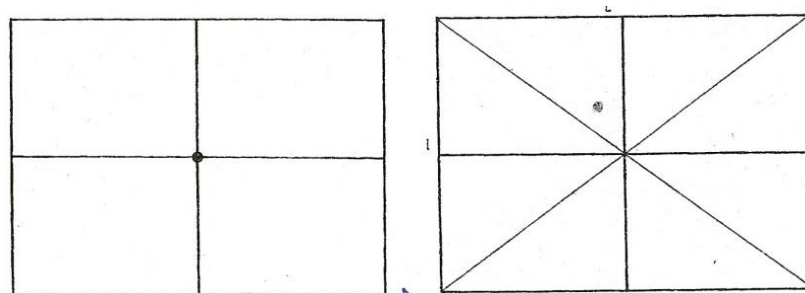


Fig. 7.11. Diviziunea simetrică simplă pe orizontală, verticală și diagonală

**Diviziunea de aur (regula treimilor).** Împărțind fiecare latură a cadrului în trei părți egale și unind punctele omoloage de pe laturile opuse se va obține un caroiaj de patru drepte și patru puncte, *dreptele și punctele forte ale cadrului*. (fig. 7.12). Ele oferă cele mai indicate poziții de plasare a unui element compozițional principal în cadrul imaginii. Astfel, un turn, de exemplu, situat într-un peisaj în centrul de simetrie al imaginii va pierde mult din efect, mai ales dacă formatul este pătrat, pentru că simetria divizează atât atenția, cât și privirea, care este condusă, fie spre o jumătate, fie spre cealaltă a imaginii, tinzând să ocolească tocmai elementul principal al subiectului.



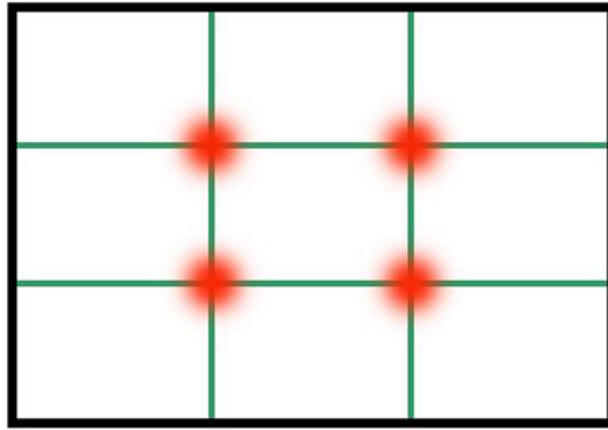


Fig. 7.12. Împărțirea cadrului conform diviziunii de aur. Dreptele și punctele de aur (forte).

Dimpotrivă, așezându-l după una din axele forte ale imaginii (fig. 7.13) efectul sporește întrucât privirea alunecă de la sine către subiect și rămâne fixată pe el, așadar: simetria trebuie evitată folosind liniile și punctele forte ale cadrului. Acest fel de a proceda este natural și logic, nu numai estetic.



Fig. 7.13. Plasarea subiectului în cadru respectând regula treimilor

**Linia orizontului.** Pentru a evita simetria, linia de orizont (fig. 7.14) a unui peisaj marin sau de câmpie nu se suprapune de principiu peste axa orizontală de simetrie a cadrului pentru a nu obliga ochiul să privească sau sus sau jos, în loc de a privi și sus și jos, adică întregul câmp al imaginii. Ea trebuie suprapusă peste linia forte orizontală cea mai de jos a cadrului. În acest caz, lipsa de detalii – cum sunt norii de exemplu, în partea de deasupra orizontului, produce un efect dezolant, de gol, care strică imaginii. Suprapunerea ei pe orizontala forte superioară, produce o impresie de strivire a detaliilor aflate în partea de jos, de exemplu un peisaj marin cu o barcă în prim-plan, la linia inferioară a cadrului, ar părea copleșită de masa de apă de deasupra ei. În anumite situații, pentru sublinierea unei idei, linia orizontului poate fi plasată și axa orizontală de simetrie a cadrului.. Subiectul sau elementele principale nu se plasează niciodată la marginile sau colțurile cadrului imaginii.



Fig.7.14. Linia orizontului

#### 7.4.2. Organizarea în adâncime a imaginii

În desfășurarea în adâncime a subiectului, se disting trei planuri (fig. 7.15):

- 1) *prim-planul*;
- 2) *planul de mijloc*, în care se situează de obicei subiectul;
- 3) *planul de fundal*, pe care se proiectează subiectul.

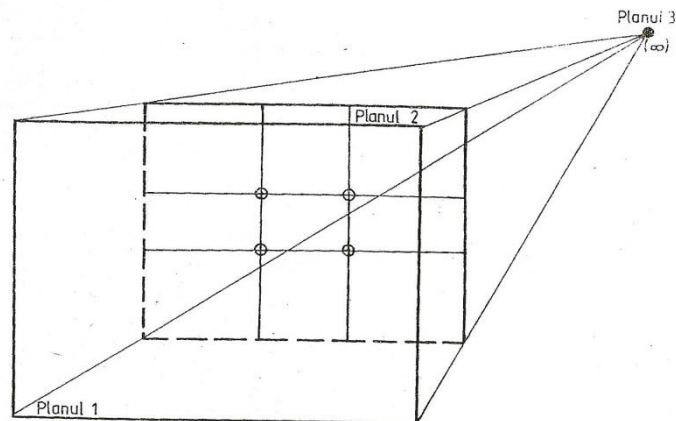


Fig. 7.15. Dispunerea în adâncime a celor trei planuri

a) Primul plan este cel care se vede dintâi când privim imaginea și cuprinde elementele compoziționale ale subiectului situate cel mai în față, mai aproape de noi, cum sunt frunzișul unor ramuri sau niște arbori, un grilaj, o ușă etc. Primul plan are rolul de a conduce privirea spre planul de mijloc, în care se situează, de obicei, subiectul. Prezența prim-planului în fotografie nu constituie o condiție și nu este necesară întotdeauna.

b) Planul subiectului conține elementele compoziționale principale ale subiectului, între care există o legătură de idei.

c) Fondul creează spațiul, ambianța în care se desfășoară acțiunea subiectului. Un subiect interesant, proiectat însă pe un fond nepotrivit, își poate pierde total valoarea artistică. Un fundal este nepotrivit atunci când culoarea lui este asemănătoare cu a subiectului sau prea contrastant față de acesta. Rolul fundalului este să scoată în evidență subiectul și pentru aceasta trebuie să-i fie subordonat ca tonalitate, claritate.

#### 7.4.3. Perspectiva

Pentru ca fotografia să păstreze și să redea aceeași impresie de relief pe care o avem privind obiectele în realitate, trebuie ca mărimea relativă, ordinea spațială și culoarea



elementelor să respecte anumite reguli care sunt date de perspectivă. Dacă ne referim la forma și mărimea relativă a elementelor, avem perspectiva liniară, iar dacă ne referim la variația tonalității culorilor, avem perspectiva aeriană. Perspectiva se poate modifica prin folosirea unor obiective cu distanță focală diferită sau modificarea înălțimii punctului de stație.

#### 7.4.5. Relieful (plastica imaginii)

Impresia de relief rezultă din jocul de lumini și umbre asupra volumelor proprii ale unui corp. Pentru ca acest lucru să se întâmple, trebuie ca obiectul asupra căruia cade lumina să aibă elemente situate în diferite planuri. Ne dăm mai bine seama de toate acestea observând cele două extreme ale iluminării materiale: o zi cenușie, fără soare, în care totul apare șters, lipsit de viață și parcă lipsit de fondul de care de-abia se detașează și, dimpotrivă: o zi cu soare, în care lumina creează distanțele între plane, evidențiind detaliile. Maximum de relief îl obținem atunci când umbrele sunt cele mai lungi – se întâmplă dimineața și seara, la răsăritul și apusul soarelui, când lumina cade lateral asupra subiectului. Trebuie reținut că lumina de după-amiază dă o plastică mai accentuată, mai sculpturală, decât cea de dimineață, care este mai estompată, mai picturală. Lumina dimineții va fi mai favorabilă fotografierii figurilor brăzdate de riduri, cum sunt acelea ale persoanelor foarte în vârstă. Lumina după-amiezii este mai favorabilă figurilor netede, candidă, suavă, cum sunt acelea ale copiilor și tinerelor. Pentru monumentele istorice sau arhitecturale există, în funcție de amplasarea lor și orientarea față de soare, o anumită oră din zi, ce diferă după anotimp, în care lumina convine cel mai bine redării plastice a lor. Nu poate fi considerat timp pierdut dacă înainte de a fotografia un astfel de subiect, i se studiază evoluția luminii și efectele plastice, de-a lungul unei zile. Lumina de zi, cea mai favorabilă, este aceea care vine din spatele aparatului foto, prin stânga sau prin dreapta fotografului.

#### 7.4.6. Linii, suprafețe, volume

Din punct de vedere grafic, o imagine se compune din linii drepte, frânțe și curbe care închid ce delimitează suprafețe și volume. Îmbinarea armonioasă și echilibrată a acestor elemente grafice ne vor da o senzație estetică: senzația de frumos care ne face plăcere. Prin forma și direcția lor în cadrul imaginii, elementele grafice contribuie la crearea elementului psihic al fotografiei asupra privitorului.

**Linii drepte** – cu cât sunt mai lungi, dau impresia de continuu, de monoton, de repaus, în general. În funcție de orientarea lor în planul imaginii, ele mai sugerează:

- *verticală* – caracteristica arborilor înalți, lucrurilor zvelte, trezește ideea de demnitate, de maiestuos. Ele lasă impresia de stabilitate și, uneori, de severitate cu cât sunt mai înalte;
- *orizontală* – este legată de senzația de calm, de liniște, de nesfârșit, precum întinderea mării. Excesul de linii drepte, orizontale sau verticale obosește ochiul dacă nu intervin și alte elemente care să întrerupă această monotonie.

**Diagonalele** dau un accent dinamic imaginii:

- *diagonala forte* (stânga jos – dreapta sus) sugerează ideea de efort, fiind în sensul urcușului;
- *diagonala slabă* (stânga sus – dreapta jos) sugerează ideea de coborâre și este mai dinamică decât prima întrucât, datorită atracției gravitaționale, coborâm mai repede decât urcăm.

**Linii curbe** – sunt cele care dau imaginii grație. Liniile curbate în jos (cu concavitatea în sus), au un caracter vesel și succesiunea lor dă impresia de rapiditate. Liniile curbate în sus (cu

concavitățile în jos), sugerează tristețea, resemnarea, amintind de sălciiile plângărețe de pe malul apelor.

Liniile curbate la stânga, la dreapta sau în spirală, sugerează agitația, instabilitatea, cu tendința de revenire la orizontală, la repaus, ca o minge ce se rostogolește, pentru a se opri în cele din urmă. Repetarea, cu oarecare regularitate, a unei curbe, creează ideea de ritm ce se propagă.

**Liniile frânte**, verticale și orizontale, cum sunt fulgerul, crestele munților, dau impresia de energie, de asprime. Cu cât unghiurile frângerilor sunt mai ascuțite, cu atât aceste efecte sunt mai pronunțate și caracterul lor mai dinamic. Și aici apare efectul de ritm, dacă frângerile se succed oarecum regulat.

Liniile care se încrucișează în toate direcțiile, conduc ochiul în afara imaginii și derutează privirea, dacă fotografia nu conține elemente opuse care să le echilibreze.

**Suprafețele**, indiferent de forma lor, contribuie la tonalitatea psihologică a imaginii prin senzația care o produc. Suprafețele mari, neîntrerupte, sunt statice și monotone. Suprafețele mici, cu tonuri sau culori variate, însuflețesc imaginea, sugerând varietate, mișcare, neastâmpăr. Suprafețele luminate dau un efect calm, prietenos, sugerând buna dispoziție, ca de exemplu reflexele de lumină pe suprafața ușor încrețită de vânt a unui loc. Suprafețele întunecate posomorăsc imaginea, dându-i un caracter grav, neliniștit, cum este un cer cu nori amenințători de furtună, un zid înalt, întunecat. Suprafețele triunghiulare creează senzații asemănătoare cu cele date de liniile frânte. Triunghiul este forma cea mai comună care intervine în construcția imaginii, de exemplu capul și umerii într-un portret. Triunghiul dă impresia de stabilitate când este așezat pe o latură.

**Volumele.** După cum liniile delimitează suprafețe, suprafețele delimitează volume pe care jocul de umbre și lumini le scoate mai bine în relief, dând valențe plastice fotografiei. Repartizarea lor justă și echilibrată pe suprafața imaginii, este de mai importantă, mai ales în fotografiile de arhitectură.

#### 7.4.7. Încadraturi

Elementul fundamental de limbaj al fotografului, cineastului și teleastului este încadratura fotografică, planul de film, respectiv planul video.

Există o sistematizare a planurilor în funcție de dimensiunile lor, iar acestea sunt ordonate în raport cu figura umană (fig. 7.16)

1. *Plan detaliu* (PD) — un detaliu de obiect sau față (nas, gură, ochi)
2. *Gross plan* (GP) — fața prezentată aproape în întregime, tăiată la jumătatea frunții sau a bărbiei sau tăiată atât la jumătatea frunții cât și a bărbiei.
3. *Prim plan* (PP) — personajul încadrat la nivelul pieptului.
4. *Plan mediu* (PM) — prin aceasta denumire se înțeleg diferite încadraturi mai largi decât prim planul și care pot merge până la jumătatea coapsei. Uneori, planul care se termină la jumătatea coapsei mai este numit "*plan american de televiziune*".
5. *Plan american* (PAm) — cadru apărut în filmele Western, limitat la jumătatea gambei.
6. *Plan întreg* (PI) — persoana înfașătată în întregime, cu lufturi corespunzătoare la limitele de sus și jos ale cadrului.
7. *Plan general* (PG) — un cadru cu mai multe personaje, personaje și obiecte sau un peisaj.
8. *Plan ansamblu* (P Ans) — planul general larg care ofera spectatorului o privire de ansamblu.



Fig. 7.16. Incadraturi

#### 7.4.8. Culoarea

Noțiunea de culoare se referă simultan la două fenomene:

- senzația subiectivă de culoare;
- proprietatea unui corp de a fi colorat.

Aceste două fenomene, profund deosebite prin mecanismul lor intim, au o caracteristică comună: depind de lumină, căci în întuneric dispar atât senzația cromatică, cât și culoarea corpurilor. Culorile, în afară de senzația vizuală, obiectivă, mai produc asupra noastră și senzații subiective, de ordin afectiv.

După senzația pe care o produc, culorile au fost împărțite în:

- *culori calde*: galben, portocaliu, roșu, sunt asemănătoare cu culoarea surselor calorice, dând senzația de lumină și căldură;
- *culori reci*: albastru, verde, violet, dau senzația de frig și obscuritate.

Cerul albastru, senin, însorit, are efect activ, însuflețitor, prin contrast cu lumina de lună care acționează pasiv și trezește dorințe nedefinite.

Chipul roșiatic al unui om poate însemna febră sau mânie, iar o culoare gălbuie denotă boală. Un cer roșu anunță o vreme amenințătoare. Roșul, în general, este iritant. Culoarea neagră este apăsătoare, funebră, fiind legată de doliu. Culoarea albă dă senzație de puritate, de optimism. Tonurile galbene sunt cele mai luminoase și mai calde. Tonurile verzi sunt odihnitoare, dar reci. Fotografia color nu trebuie doar să înregistreze mecanic culorile, ci să le redea veridic, îmbinându-le armonios, așa cum sunt și în natură.

## 7.5. Informații audio-vizuale în format digital

### 7.5.1 Multimedia

Multimedia reprezintă o combinație a unor date având diverse forme precum: text, audio, imagini, animații, video și structuri interactive. Aceste aplicații au de obicei ca suport dispozitive electronice de calcul precum calculatoare, laptopuri, tablete sau telefoane inteligente. În ultima vreme pe lângă termenul de multimedia se mai folosește și cel de „*rich media*” pentru a desemna structuri sau aplicații multimedia interactive sau cel de hipermedia pentru a semnifica structuri de date multimedia interconectate neliniar.

Omul percepe lumea înconjurătoare, în principal, prin intermediul canalelor audio- vizuale, ca rezultat al prelucrării de către creier al imaginilor și sunetelor recepționate. Imaginile sunt formate din obiecte, sunt lumini în formă analogică, un număr infinit de culori și detalii. Pe de altă parte, elementul audio reprezintă o întindere infinită de amplitudine și frecvență. Digital însă lumina și sunetul nu sunt reprezentate infinitesimal. Când elementele analogice sunt convertite în formă digitală, valorile infinite ale elementelor (semnalelor) analogice trebuie reduse la o scară finită de biți și bytes (1 byte = 8 biți). Acest lucru este realizat via *eșantionare* (a spațiului și timpului) și *cuantizare*, elemente importante în ceea ce se numește operația de compresie a datelor. La modul general compresia permite alegerea unui anumit format de fișier și obținerea unui material audio-video, cu anumite pierderi de calitate în funcție de parametrii folosiți. Metodele de compresie se bazează pe limitările psiho-acustice și vizuale ale omului și permit obținerea de materiale la o calitate și o mărime acceptabile pentru diverse aplicații și medii.

Înțelegerea unor parametri specifici care intervin în acest proces și a unor termeni suplimentari este necesară:

*Rata de bit (bit rate)* face referire la numărul de biți stocați într-o unitate de timp în momentul înregistrării (se exprimă de obicei în bps - biți/secundă sau multipli ai acestuia kbs - kilobiți/secundă sau Mbps - megabiți/secundă).

*Numărul de canale audio (Audio Channels)* diferă ca și valoare, se discută de sunetul mono (1 canal) sau stereo (2 canale). Prezentul aduce cu el însă și alte valori: 4 canale (*quadraphonic*) și atât de doritul sunet surround cu 6-8 canale.

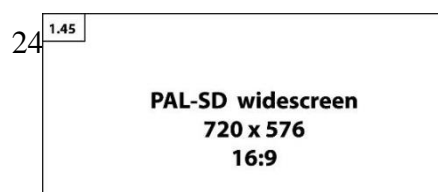
*Rezoluția video (Video Frame Size)* - se referă la dimensiunea în pixeli a clipului video care se transmite. O rezoluție ridicată presupune și un fișier de dimensiuni mari, ceea ce în cazul unui material video publicat de exemplu pe Web poate fi un dezavantaj. Despre rezoluție se vorbește și în cazul alegerii și editării imaginilor dintr-o aplicație multimedia. Dimensiunile pe orizontală și verticală a acestuia trebuie la rândul lor raportate la valorile unui ecran de calculator. Pot fi aceste valori 1024 x 768, 1280 x 960 , 1280 x 1024 etc.

*Numărul de cadre pe secundă (Frame Rate fps)* este important deoarece cu cât sunt mai multe cadre pe secundă, cu atât este mai bună reprezentarea. Pentru ca o transmisie (video) să pară continuă, se folosește un minim de 15 cadre pe secundă.

*Raportul de aspect (Aspect Ratio – fig. 7.17)* pentru o imagine presupune raportul dintre lungimea și înălțimea ecranului (l/h) având valori de 4/3 în materialele video clasice (SD) sau 16/9 atunci când discutăm de înaltă definiție (HD).

Materialele digitale standard (SD) sau de înaltă definiție (HD) fac referire de cele mai multe ori la domeniul televiziunii digitale sau cinematografilei, dar se aplică și oricărui conținut video salvat local sau postat pe Web sub formă de clipuri video, filme, scurt metraje etc.

*Standardul SD* implică fie un raport de aspect de 4:3 al imaginii, o rezoluție de 720x576, pixel de 1.09, fie varianta ecran lat (*widescreen*) cu raport de aspect 16:9, rezoluție 720x576, pixel de 1.45.



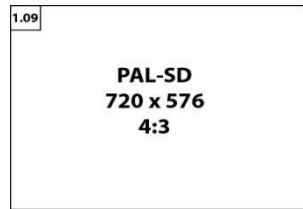


Fig. 7.17. PAL-SD vs. PAL-SD ecran lat

Materialul de înaltă definiție reprezintă o rezoluție (fig. 7.18 și 7.19) mai mare decât cea a sistemelor clasice: 1280x720, 1920x1080, 1440x1080, 3840x2160. HD este difuzat în prezent doar sub formă digitală, chiar dacă implementările inițiale lucrau în mod analogic.

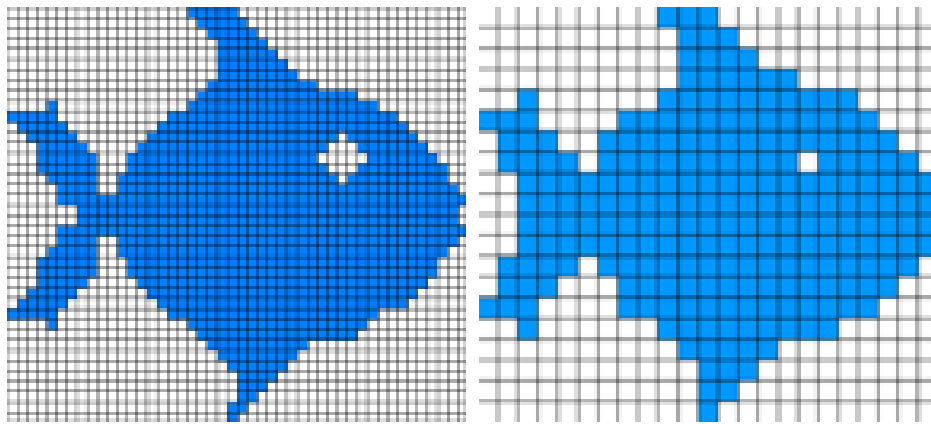


Fig. 7.18. Rezoluție HD vs. rezoluție SD

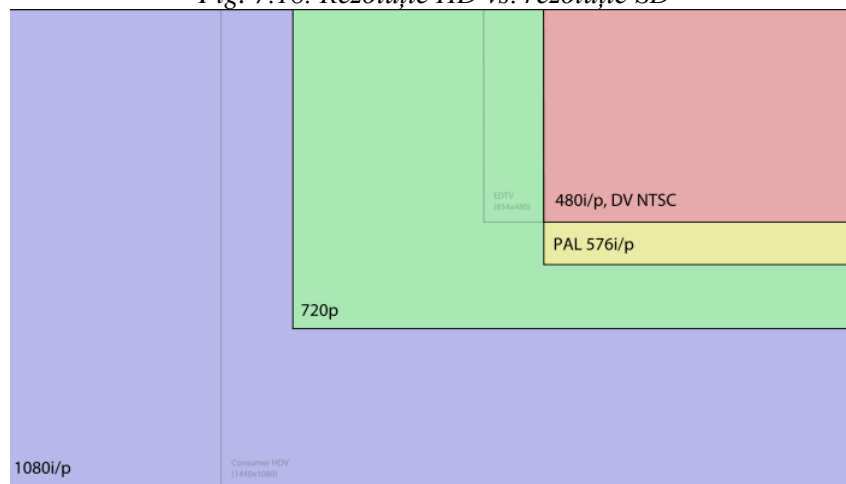


Fig. 7.19. Rezoluții HD. Rezoluții SD

## 7.5.2. Imaginea digitală

O imagine digitală este o structură bidimensională (imagine în "2D" sau două dimensiuni), ca o mulțime finită de valori digitale (numerice), codificate după un anumit sistem. Dacă a fost produsă printr-un procedeu fotografic se mai numește și fotografie digitală.

Valorile se referă în esență la cele măsurate pentru tensiunea electrică ce rezultă în urma "transformării" în curent electric a sarcinilor electrice colectate de pixeli.

Un circuit electric poate fi folosit ca formă de comunicare prin folosirea codului (sistemului) binar asociat comportării circuitului electric - semnal electric prezent (0), semnal electric absent (1).

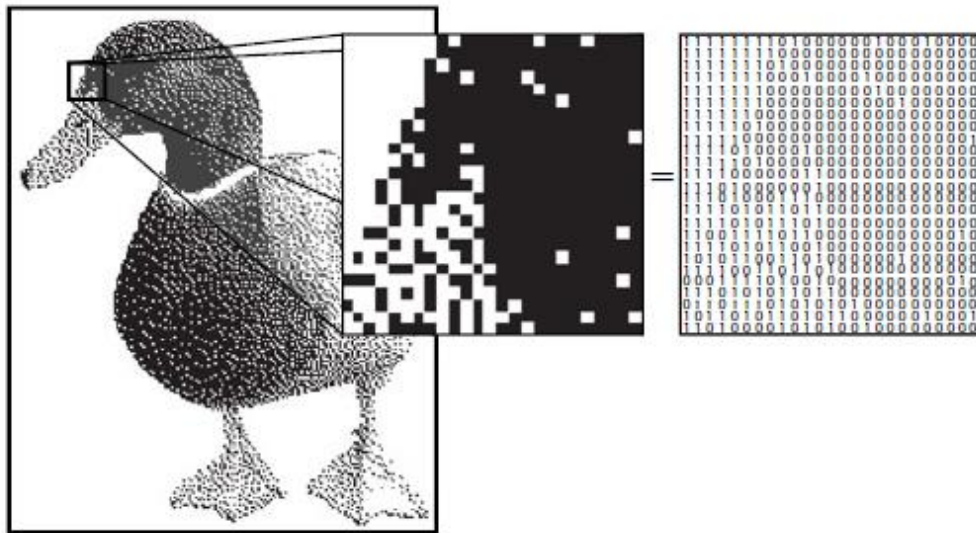


Fig. 7.20. Imagine digitală alb/negru

O imagine digitală „alb negru” (fig. 7.20) folosește pentru descrierea unui pixel doar două valori – 1 pentru alb și 0 pentru negru.

Din acest motiv spunem că avem o „imagine pe 1 bit” (*1-bit image*) - (pentru că  $2^2 = 2$ , ceea ce înseamnă că avem 1 bit).

Pentru o imagine digitală „color” sunt necesare mai multe valori pentru a descrie pixelii.

În acest caz ne referim la *color depth* (cel mai adesea fiind numită și *bit depth*).

Pentru o imagine digitală pe 8 bit vom avea 256 de valori diferite ( $2^8 = 256$ ) per pixel cu care să-i descriem.

Cu 256 de nuanțe se poate reprezenta un grad mai fin de detalii decât am putea cu doar două opțiuni de culoare ca în imaginile pe 1 bit.



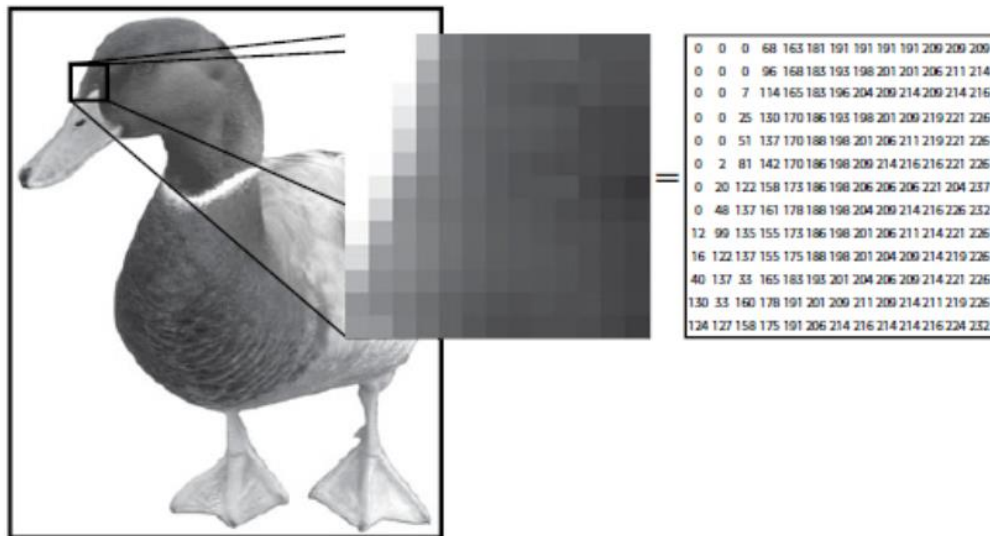


Fig. 7.21 Imagine digitală pe 8 bit

Pentru imaginile digitale *full-color*, se folosește o adâncime de culoare (*color depth*) chiar mai mare - 24 biți per pixel (fig. 7.22).

Cu 24 de biți se pot reprezenta aproximativ 16 milioane de culori, ceea ce înseamnă imagini de calitate superioară.

R: 68	R: 70	R: 71	R: 73	R: 76	R: 74	R: 71	R: 72	R: 76
G: 43	G: 43	G: 44	G: 43	G: 43	G: 41	G: 42	G: 44	G: 54
B: 70	B: 72	B: 70	B: 66	B: 65	B: 69	B: 70	B: 67	B: 61
R: 71	R: 71	R: 69	R: 70	R: 69	R: 72	R: 87	R:110	R:128
G: 44	G: 44	G: 42	G: 43	G: 41	G: 46	G: 64	G: 90	G:116
B: 70	B: 67	B: 65	B: 67	B: 67	B: 62	B: 55	B: 51	B: 41
R: 72	R: 70	R: 69	R: 74	R: 81	R:102	R:132	R:148	R:151
G: 44	G: 44	G: 43	G: 49	G: 64	G: 90	G:121	G:138	G:144
B: 73	B: 70	B: 68	B: 64	B: 54	B: 40	B: 30	B: 25	B: 19
R: 72	R: 75	R: 92	R:115	R:130	R:143	R:152	R:151	R:153
G: 44	G: 47	G: 70	G: 96	G:118	G:133	G:140	G:143	G:148
B: 66	B: 62	B: 53	B: 44	B: 23	B: 11	B: 11	B: 13	B: 18
R: 75	R:103	R:129	R:135	R:145	R:151	R:153	R:157	R:164
G: 56	G: 89	G:120	G:126	G:135	G:141	G:143	G:145	G:150
B: 53	B: 47	B: 42	B: 27	B: 15	B: 7	B: 8	B: 15	B: 15
R:115	R:136	R:131	R:142	R:151	R:153	R:157	R:160	R:164
G:102	G:128	G:126	G:133	G:142	G:143	G:146	G:150	G:155
B: 45	B: 37	B: 12	B: 11	B: 18	B: 13	B: 10	B: 18	B: 30
R:135	R:128	R:141	R:153	R:151	R:153	R:160	R:163	R:165
G:127	G:124	G:133	G:143	G:143	G:145	G:151	G:154	G:154
B: 29	B: 14	B: 7	B: 7	B: 6	B: 9	B: 19	B: 24	B: 21

Fig. 7.22. Tabloul cu valorile binare pentru nuanțe de culori este exprimat în sistem de numerație zecimal.

### 7.5.3. Digitalizare. Conversia analog-digital

„Digitalizarea” imaginii are la bază transformarea unui semnal analog în unul digital.

Cuvântul *digit* se traduce din limba engleză ca *cifră* ceea ce ne induce un prim răspuns cu privire la ceea ce înseamnă „digitalizare” - „transformarea în cifre” .

Conceptul face referire de fapt la utilizarea codului binar pentru transmiterea unei informații.

Dar ce înseamnă semnal analog?

Pentru fluxul luminos incident putem folosi sinonimul de *semnal* ( *orice cantitate care variază în timp sau spațiu*), însă deoarece „cantitatea de lumină” (numărul de fotoni) variază continuu în unitatea de timp – la momentul  $t$  avem un număr  $x$  de fotoni, la momentul  $t_1$  avem un număr  $x_1$  de fotoni - spunem că este *un semnal cu variație continuă*: semnal analog.

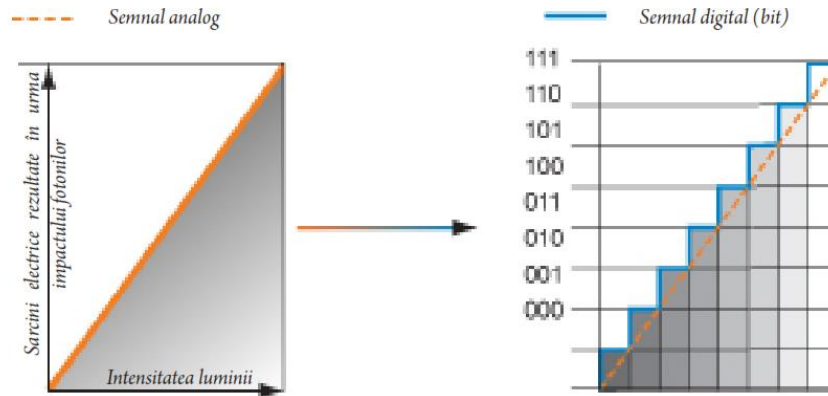


Fig.7.23. Conversia analog-digital

*Voltajul generat de pixeli este direct proporțional cu cantitatea de lumină primită și variază proporțional cu schimbarea intensității luminii*

Transformarea semnalului analog în semnal digital - cod binar - presupune două etape:

1. *Sampling* sau *Rasterization*

În această etapă are loc măsurarea intensității semnalului analog într-un moment de timp și asocierea cu o valoare finită.

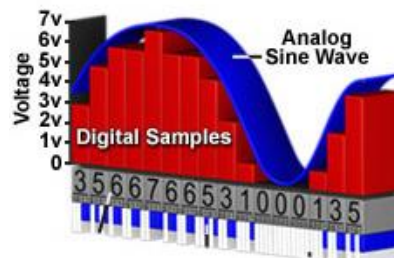


Fig. 7.24. Sampling

În acest caz se măsoară valoarea tensiunii electrice obținute de la fiecare pixel pentru „intensitatea” fluxului luminos în și la momentul  $t$ .

Când are loc măsurarea ținându-se cont de timp, acest proces este numit *sampling*, iar *frecvența de sampling* (*sampling frequency*) reprezintă timpul scurs între două măsurători.

Când măsurarea ține cont de distanța dintre punctele de măsurare – folosim termenul de *rasterization* - și obținem *rezoluția*.

Veți găsi ca sinonim pentru denumirea imaginilor digitale și denumirea de *imagini raster*.

În cazul imaginilor digitale color pentru semnalul analog - cantitatea de lumină - se „fac” doar 3 măsurători (*sample*) pentru a se identifica valorile ce corespund culorilor roșu (R), verde (G - green), albastru (B-blue).



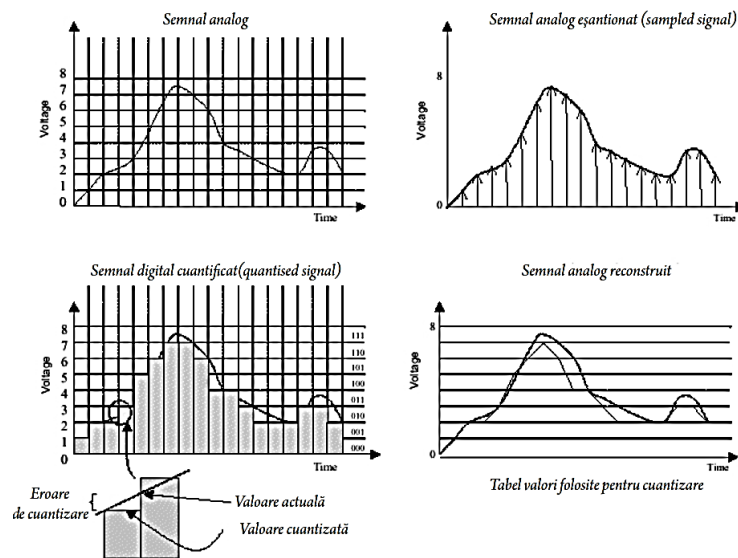
Calitatea semnalului eșantionat (*sampled signal*) este corelată cu frecvența de eșantionare (*sampling frequency*): cu cât este mai mare frecvența de eșantionare cu atât este mai bună calitatea semnalului eșantionat.

Frecvența minimă de eșantionare (*Nyquist frequency*) este definită ca fiind *frecvența de eșantionare care trebuie să fie de două ori cât cea mai mare frecvență a semnalului analogic*.

Dacă eșantionarea are loc sub valoare acestei frecvențe apar artefacte („defecte”) ale imaginii cum ar fi distorsiuni, efectul Moire, etc.

2. *Quantization* (cuantificarea) - este a doua etapă din „digitizarea” imaginii digitale (fig.9.25).

În cazul în care valorile individuale măsurate pentru diferite intervale de timp sunt approximate cu o anumită precizie - care necesită doar un anumit număr de cifre - procesul de aproximare a acestor valori exact - ca număr fix de cifre sau de biți- este numit cuantizare.



Fif. 7.25. Cuantificarea

Transformarea din analog în digital se face cu ajutorul unui circuit electric denumit convertor analogic – digital.

Am prezentat mai detaliat etapele digitalizării unui semnal analog pentru că atunci când ne referim la cantitatea de lumină și la transformarea ei din semnal analog în semnal digital pentru construirea unei imaginii digitale apar o serie de „defecte” - în aceste etape - ce influențează percepția imaginii de către ochiul uman.

Efectul *Aliasing* apare atunci când semnalele analogice diferite devin imposibil de distins când are loc eșantionarea (*sampling*).

În cazul imaginilor digitale dacă frecvența de eșantionare a semnalului analog (*sampling rate*) este mai mică decât valoarea limită a frecvenței de eșantionare (*Nyquist frequency limit*) atunci artefactele sau defectele de tip *aliasing* se manifestă sub forma așa numitelor „jaggies” sau „stairstpes” - în imagini liniile curbate sau cele în diagonală par a fi zimțate (fig. 7.26); liniile de contur apar ca niște „trepte abrupte” în loc să fie „line” (*smoth*).

Un artefact al imaginii reprezintă orice element al imaginii digitale obținute care nu se regăsește în imaginea originală, cea reală.

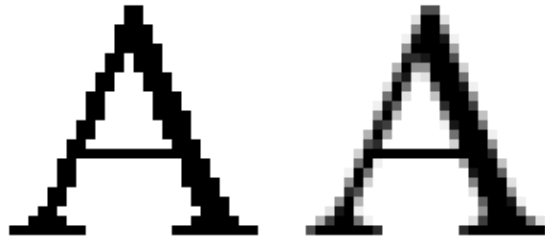


Fig. 7.26. Exemplu de efect aliasing al literei A scrisă cu Times New Roman.  
În stânga: imagine „aliased”, în dreapta: imagine „antialiased”

Artefactele imaginilor digitale sunt numeroase, au diverse surse și metode de reducere și sunt greu de clasificat. Ele afectează în principal calitatea imaginii.

Atributele ce definesc calitatea unei imagini digitale (*image quality attributes*) sunt:

1. Contrastul - (*tone*);
2. Culoarea - (*colour*);
3. Rezoluția - (*resolution*);
4. Claritatea - (*sharpness*);
5. „Zgomotul” - (*noise*).

În concluzie, imaginile digitale pot fi produse și plecând de la imagini tradiționale, analogice, prin digitalizare. Acestea imagini analogice se împart mai întâi în numeroase elemente infime ca suprafață numite pixeli, și anume sub formă de raster grafic sau hartă de tip raster, fiecare pixel primind (având) două coordonate plane. Apoi caracteristicile de luminosită și culoare ale fiecărui pixel, eventual împreună cu coordonatele sale (dacă acestea nu sunt implicite), sunt codificate conform mai multor sisteme, rezultatul final al acestei digitalizări fiind un șir de numere care sunt memorate cu ajutorul calculatoarelor. În mod obișnuit, imaginile digitale și pixelii lor sunt stocate în memorii de computere, sau și pe benzi magnetice video digitale. Luate ca atare, imaginile digitale și pixelii nu se pot vedea, deoarece ele sunt doar înșiruri de numere. În mod teoretic memorarea lor ar putea fi realizată și prin simpla notare a șirului de numere pe hârtie, ceea ce însă este împiedicat în practică de lungimea uriașă a șirului. Pentru a ocupa / consuma mai puțin loc în memorie, imaginile digitale pot fi stocate, sau și transmise sub forme comprimate, urmând să fie decomprimate la destinație după necesități.

Imaginile digitale pot fi create cu ajutorul unei multitudini de dispozitive tehnice, așa cum ar fi aparate de fotografiat digitale, aparate de filmat digitale, scanere de imagine, mașini de măsurat coordonate, radare aeriene și multe altele. Imaginile digitale mai pot fi de asemenea obținute și/sau sintetizate (create) din diferite alte date ne-imagistice, eventual "artificiale", așa cum ar fi funcții matematice, modele bidimensionale și tridimensionale, grafică computerizată ș.a

#### 7.5.4. Afișarea imaginilor digitale

Deși pixelii și imaginile digitale nu pot fi văzute în mod nemijlocit, până la urmă scopul folosirii lor este tot obținerea unor imagini reale, care să poată fi deci văzute de către om. Acestea se realizează cu ajutorul unor altor dispozitive tehnice, consacrate acestui scop, cum ar fi imprimantele (normale sau stereolitografice), ecranele (*display*-urile) de calculator, proiectoarele de imagini ș.a. Aceste imagini reale, de fapt analogice (deoarece rareori pixelii sunt reprezentați cu acuratețe), sunt denumite tot "imagini digitale", dacă provin din imaginile digitale din memoria calculatorului.

Domeniul cunoscut sub numele de procesare a imaginilor digitale studiază algoritmi transformărilor numerice ale acestora în vederea obținerii efectelor dorite.

### 7.5.5. Tipuri de imagini

Fiecare pixel al unei imagini în 2D este asociat pe de-o parte cu poziția sa relativă pe imagine, și deține pe de altă parte un număr de valori caracteristice ale semnalului de lumină emis de pixelul respectiv. Semnalele digitale pot fi clasificate conform numărului și naturii valorilor semnalului în: binare (*di-* sau *bi-nivel*), scală gri, color, fals color, multi spectrale .

Termenul de imagine digitală se aplică de asemenea și datelor asociate cu punctele unei regiuni din spațiu, tridimensionale, așa cum ar fi aceea produsă de un echipament tomografic, sau și de camere de luat vederi / aparate fotografice.

### 7.5.6. Formate de fișiere de imagine

Imaginile statice pot fi de variate tipuri: mici, mari, colorate sau alb-negru, geometrice, abstracte, de calitate fotografică, schițe sau desene. Indiferent de forma, culoarea și semnificația lor, imaginile sunt generate și afișate pe ecranul calculatorului în două moduri: ca *imagini bitmap* (colecție de puncte) sau ca *imagini vectoriale* (descrieri matematice).

În general, imaginile bitmap sunt folosite la afișarea fotografiilor și a desenelor complexe conținând detalii amănunțite. Imaginile vectoriale se folosesc pentru reprezentarea liniilor, cercurilor, poligoanelor și a altor forme geometrice care pot fi exprimate matematic prin coordonate, unghiuri și distanțe. Un contur astfel desenat poate fi umplut cu o anumită culoare sau cu o anumită textură și tratat ca un obiect grafic de sine stătător ce poate fi mărit, micșorat și deplasat.

Calitatea cu care sunt afișate imaginile depinde de rezoluția monitorului folosit, cât și de performanțele adaptorului grafic cu care este echipat calculatorul.

#### *Imagini bitmap*

Un bitmap este o matrice de puncte care descrie comportamentul, mai exact culoarea, fiecărui element al ei. Matricea este bidimensională dacă bitmap-ul este monocrom (cu o adâncime de un singur bit), adică punctele matricii pot fi fie aprinse (albe), fie stinse (negre). Imaginea pe care calculatorul trebuie să o afișeze pe monitor este tot în format bitmap, de aceea se aplică exact aceleași reguli ca și pentru rezoluția și adâncimea de culoare a unui monitor: cu cât este mai mare numărul de biți de culoare, cu atât mai multe culori pot fi afișate. Între punctele unei imagini bitmap nu există relații matematice, de aceea un bitmap obișnuit ocupă spațiu -în memorie sau pe disc- proporțional cu dimensiunile, rezoluția și numărul de culori. Complexitatea imaginii nu are influență asupra dimensiunilor ei pe disc, o fotografie de o anumită dimensiune ocupând la fel de mult ca și un dreptunghi alb de aceleași dimensiuni, evident la aceeași rezoluție și număr de culori.

Bitmap-urile pot proveni și din surse externe cum ar fi scanner-ele sau aparatele foto digitale care funcționează tot pe principiul matricii de puncte, putând fi prelucrate ca atare.

Reprezentarea imaginii sub formă de matrice are numeroase dezavantaje. Orice metodă de compresie a acestui tip de imagine duce la o degradare a acesteia proporțională cu rata de compresie.

Cu toate acestea există numeroase formate de fișiere care păstrază imaginea sub forma unei matrici de puncte, precum:

*Formatul PCX (PC PaintBrush File Format)* recunoscut pe platforma Windows – Paint Brush; el poate trata imaginea codificată pe 8 biți (256 culori), de dimensiune maximă 64.000 \* 64.000 pixeli;

*Formatul TIFF (Tag Image File Format)* este foarte cunoscut pentru stocarea și transferul imaginilor scanate; acest format folosește mai mulți algoritmi de compresie: *JPEG*, *RLE* sau *LZW (Lempel-Ziv-Welch)*; majoritatea programelor pot gestiona acest format de fișier;

*Formatul BMP (Microsoft Windows Bitmap)* este formatul tradițional care stochează imaginea bitmap, definit de Microsoft pentru interfața sa grafică; imaginea stocată poate fi comprimată sau nu *RLE*, poate fi monocromă sau în culori pe 24 sau 32 de biți;

*Formatul ICO (Icon Resource File)* este un format bitmap, pentru imagini de dimensiuni reduse și este folosit de Windows pentru reprezentarea icon-urilor program; acest tip de fișier acceptă definiția unei imagini în numeroase rezoluții și culori.

*Formatul JPG (Joint Photographics Experts Group)* este folosit pentru imaginile bitmap, comprimate conform standardului *JPEG*; este avantajos deoarece deține date de compresie *JPEG* diferite, definite clar de utilizator, în funcție de spațiul pe hard disc sau în funcție de calitatea imaginii ce se dorește a fi obținută; are rate de compresie foarte mari, fără a pierde din calitatea imaginii;

*Formatul GIF (Graphics Interchange Format)* este foarte răspândit și folosit pentru transferul de imagini bitmap, de maxim 64K\*64K pixeli, între noduri situate la distanță, datorită ratelor mari de compresie pe care le acceptă; formatul a fost dezvoltat de CompuServe, pentru a facilita tranzitul informațiilor grafice în domeniul telecomunicațiilor și permite o rată avantajoasă de comprimare prin metoda *LZW*;

*Formatul DIB (Device Independent Bitmap)* este un format de tip bitmap al unui fișier imagine, frecvent întâlnit în enciclopediile tematice multimedia. Poate exista ca format de sine stătător sau poate fi ascuns într-un fișier de *format RIFF (Resource Interchange File Format)*. Pentru aplicațiile sub Windows este preferat acest format. *Fișierul RIFF DIB* mai este recunoscut și după extensia *RDI*.

### ***Imagini vectoriale***

Modelele grafice vectoriale sunt descrise și desenate pe ecran folosind doar o fracțiune din memoria necesară pentru afișarea aceluiași model ca și bitmap. Economia de spațiu se explică prin faptul că toate obiectele grafice sunt descrise într-un limbaj matematic, folosind vectori, curbe și coordonate carteziane.

Avantajele imaginilor vectoriale sunt în primul rând dimensiunile reduse ale fișierelor și în al doilea rând scalabilitatea.

Dezavantajul major al graficii vectoriale este lipsa de realism a imaginilor generate, fiind foarte grea dacă nu chiar imposibilă crearea unei imagini de calitate fotografică doar din elemente vectoriale. În plus, puterea de calcul necesară pentru afișarea unei imagini bitmap este mult mai mică decât pentru o imagine grafică de complexitate asemănătoare, deoarece formatul grafic constă într-o descriere abstractă, care trebuie interpretată apriori reprezentării. De aceea, în aplicații unde puterea de calcul sau timpul de afișare este critic, reprezentarea bitmap va fi preferată.

Spre deosebire de imaginea matriceală, stocarea *imaginilor vectoriale* este independentă de scara de afișaj, ceea ce permite o modificare a dimensiunii acesteia fără a-i afecta calitatea. *Imaginea vectorială* poate apare într-o mare varietate de fișiere:

*Formatul DXF (Auto CAD Drawing exchange Format)*, care este standardul de stocare pentru imaginea vectorială, recunoscut în proiectarea asistată de calculator, dezvoltat de Autodesk, pentru programul Auto CAD; acest format nu dispune de nici un algoritm de compresie și nu poate gestiona mai mult de 256 culori, dar poate păstra date tridimensionale;

*Formatul EPS (Encapsulated Postscript)*, este formatul limbajului Postscript, definit de societatea Adobe; deține informația comprimată conform standardului *JPEG* și admite orice dimensiune a imaginii de stocat; sub acest tip de format se vehiculează informația în aplicații de punere în pagină sau în aplicații de prezentare;

*Formatul CGM (Computer Graphics Metafile)* este caracteristic unui meta-fișier care poate conține o imagine de orice dimensiune; este acceptat de *organismele de standardizare ANSI și ISO* și a fost creat pentru a facilita schimbul de date între platforme diferite; sub acest format se pot gestiona atât *imagini vectoriale* cât și *imagini bitmap*; formatul *CGM* specific unui metafișier conține fluxul de informații între o aplicație grafică supusă *standardului GKS* și perifericul pe care îl utilizează, în mai multe variante de codificare: tip caracter, binar și codaj utilizator.

### 7.5.7. Compresia imaginilor

Dezavantajul major al formatului bitmap constă în mărimea fișierului corespunzător unei imagini. O dimensiune mare a fișierelor nu este dezavantajoasă doar pentru stocare, ci și pentru întârzierile ce apar în cazul transmiterii acestor informații pe un canal de comunicație, de exemplu Internet. Din fericire există tehnici de compresie a imaginilor care pot reduce substanțial dimensiunile unui fișier cu o rată de până la 25 la 1.

Compresia de imagini se bazează pe diferite tehnici și algoritmi de compresie și se împarte în două categorii: compresia cu pierderi și compresia fără pierderi.

**Compresia fără pierderi** permite refacerea (reconstrucția) perfectă a imaginii originale, folosind diverse artificii matematice. Una dintre cele mai răspândite metode de codare fără pierderi este *codarea RL (run length - lungimea cursei)*, unde se codează numărul de biți de "0" între doi biți de "1" succesivi, adică este codată lungimea "cursei de 0".

*Codarea LZW (Lempel - Zif - Welch)* este tot o metodă de codare fără pierderi, adecvată mai ales pentru imagini conținând arii mari de o singură culoare.

**Compresia cu pierderi** reface imaginea asemănător dar nu identic cu originalul, permițând rate de compresie mult mai mari față de codarea fără pierderi, folosind tehnici de codare predictivă și de codare prin transformări.

Codarea predictivă exploatează redundanța existentă în imagine, în vreme ce codarea prin transformări realizează modificarea structurii de date a imaginii în altă matrice, astfel încât o mare cantitate din informație este împachetată pe un număr mult mai mic de biți.

*Codarea JPEG (Joint Photographic Expert Group)* este o metodă standardizată ISO și reduce dimensiunile unui fișier bitmap cu rate cuprinse între 2:1 și 30:1, depinzând de tipul de imagine și de cantitatea de informație discreditată. Acest tip de codare funcționează prin eliminarea din imaginea originală a tuturor componentelor de înaltă frecvență și compresia informației rămase.

### 7.5.8. Vizualizarea imaginilor digitale

Există numeroase programe care pot face ca o imagine digitală din memoria computerului unde a fost stocată să devină vizibilă. Astfel, imaginile de tipul GIF, JPEG și PNG pot fi prezentate foarte convenabil doar prin utilizarea unui web browser, pentru că acestea sunt formatele de codificare a imaginilor cele mai răspândite. Și formatul SVG este utilizat din ce în ce mai frecvent, fiind format standard al W3C. De obicei, programele speciale de vizualizare a imaginilor, numite *viewers*, oferă și posibilitatea prezentării mai multor imagini într-o anumită ordine și cu o anumită viteză, această funcție constituind așa-numita "*slideshow utility*".

Pe de altă parte, imaginile digitale stocate pe benzi video, care reprezintă de obicei imagini în mișcare, pot fi vizualizate prin intermediul aparatelor numite "*video player*", care le transformă în semnale pentru monitorul de TV.

Fotografiile digitale pot fi transformate de către computer în fotografii vizibile, dar și de către alte dispozitive speciale, cum ar fi "*digital picture frame*" (rame foto digitale), precum și alte aparate.

### 7.5.9. Dispozitive foto-video-captoare

#### *Camere foto digitale*

Camera foto digitală sau camera digitală captează imagini și/sau secvențe audio-video prin intermediul unui senzor de imagine. Spre deosebire de camerele foto cu film, majoritatea camerelor foto digitale pot fi folosite atât pentru fotografiere cât și pentru filmare. În funcție de construcția lor camerele foto pot fi împărțite în:

a) *camere foto compacte (Point-and-Shoot)* care sunt folosite de cei care preferă dimensiuni reduse și greutate mică pentru a putea duce cu ușurință aparatul foto. Ele sunt accesibile ca preț și sunt ușor de folosit având moduri automate (presetări) de fotografiere pentru diferite condiții. Dezavantajele acestora sunt: viteză redusă, aberații optice, imposibilitatea de a face fotografii de calitate în condiții de iluminare slabe. Vizarea se face fie printr-un dispozitiv optic care permite vizualizarea scenei dintr-un punct diferit față de cel al senzorului sau prin intermediul ecranului situat pe partea din spatele aparatului și care transmite imaginea preluată de la senzorul de imagine. Senzorul folosit în aparate DSLR are o arie de aproximativ 3,5 cm<sup>2</sup> sau redusă cu 1,5 (1,6), în timp ce la un aparat compact au arii de 0,43 cm<sup>2</sup> respectiv 0,29 cm<sup>2</sup>;



b) *camere foto bridge* care sunt cele care fac legătura între camerele compacte și cele profesionale. Acestea sunt mai voluminoase decât aparatele foto compacte și totuși mai mici decât DSLR-urile. Ele oferă opțiuni de fotografie asemănătoare DSLR-urilor, mai puțin schimbarea lentilelor. Calitatea fotografiilor făcute cu aparatele *bridge* este mai bună decât a celor obținute cu aparate foto compacte dar mai slabă decât cele obținute cu aparate foto DSLR;



c) *camere DSLR (Digital Single Lens Reflex)* care sunt aparate foto din clasa superioară, având această denumire datorită modului de direcționare a luminii. Aceste camere sunt de dimensiuni mari, oferă o calitate foarte bună a imaginii și una dintre caracteristicile care le diferențiază de restul aparatelor este faptul că obiectivele acestora pot fi schimbate în funcție de necesități. Se pot realiza fotografii în condiții de iluminare slabe, cunosc viteză crescută de fotografiere (viteza de declanșare și numărul de cadre pe secundă). Pe lângă costul ridicat de achiziție, un dezavantaj semnificativ al acestora este greutatea și gabaritul mărit. Obținerea unor imagini de calitate cu ajutorul unui aparat foto DSLR presupune cunoștințe avansate de fotografie și operare a acestuia. Aparatele DSLR permit vizarea direct prin obiectiv prin

intermediul unei oglinzi sau pentaprisme care direcționează o parte din lumină către vizor (fig. 7.27).

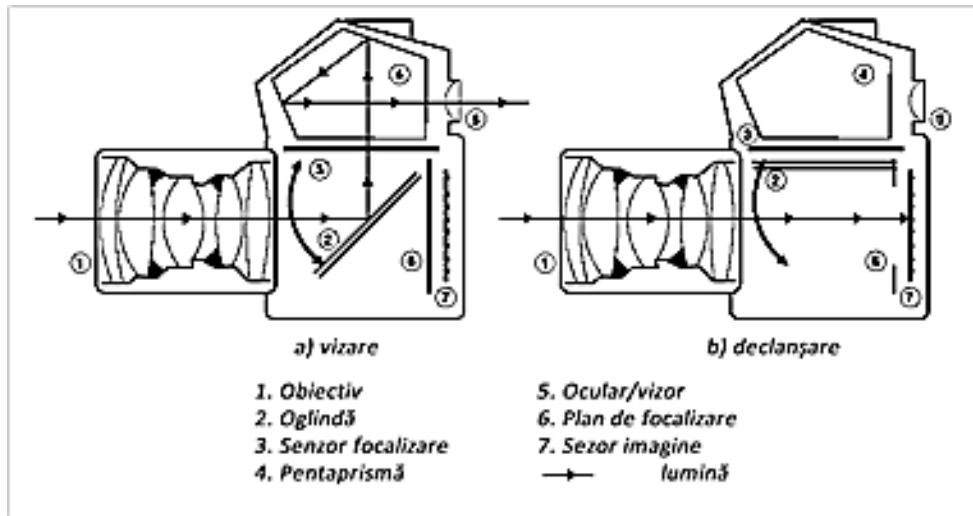


Fig. 7.27. Principiu de funcționare aparat DSLR

Obiectivele DSLR pot fi categorisite în (fig. 7.28):

- a) obiective de tip *All around* utilizate pentru a fotografia pe mai multe plaje focale;
- b) obiective de tip *Macro* destinate în primul rând obținerii de imagini cu scară mare de reproducere, majoritatea lor atingând raportul de 1:1, deci imaginea subiectului pe captor va avea aceeași dimensiune cu subiectul, iar câmpul încadrat va avea aceeași dimensiune cu senzorul de imagine;
- c) obiective fixe (standard) permit captarea imaginilor în condiții asemănătoare percepției ochiului uman. Aceste obiective sunt folosite cu precădere în cazul fotografiei care implică subiecți umani, fotografiei de portret, acolo unde deformările de perspectiva sunt deranjante.
- d) obiective de tip *Tele* și *Super - Tele* utilizate pentru fotografierea subiectelor îndepărtate. Acestea au distanțe focale cuprinse între 55 - 200 mm, 70 - 300 mm, 200 mm fix, 100 - 300 mm, 80 - 300 mm;
- e) obiective de tip *Wide* și *Ultra - Wide* folosite atât în fotografia de peisaj cât și în cazul fotografiei interioare;
- f) obiective de tip *Lensbaby* în cazul în care subiectul este în prim plan, în jurul lui se va crea un efect de blur (de neclaritate) care crește gradual. Focalizarea pe *Lensbaby* se face prin comprimarea obiectivului și alegerea punctului de focus prin mișcarea tubului obiectivului.

*All around   Macro   Standard   Teleobiectiv   Wide   Lensbaby*



Fig. 7.28. Tipuri de obiective pentru camerele foto DSLR

. *Camere video digitale*

**Camera video digitală** (*digital camcorder*) reprezintă un dispozitiv electronic care combină o camera video și un video recorder într-o singură unitate (*fig. 7.29*). Imaginile video sunt stocate pe casete, hardisk-uri în miniatură, pe DVD-uri sau memorii flash și pot fi transferate pe un calculator prin intermediul porturilor USB sau *Fireware*, ori al unor plăci de captura dedicate.



*Fig. 7.29. Camere video digitale*

Camera video are rolul de a prelua informația luminoasă a fiecărei secvențe video captate, de a o prelucra la o formă standard, cerută, printr-un semnal video. Elementul cheie al unei camere video este captatorul video, care este un dispozitiv de transfer de sarcină *CCD* (*Charge Coupled Device*) ce dispune de o fereastră activă de focalizare compusă din celule elementare capacitive de tip *MOS* (*Metal Oxide Semiconductor*).

În funcție de modul de organizare al celulelor, există *captatoare video cu transfer între linii CCD-IT* (*Charge Coupled Device Interligne Transfer*) și *captatoare video cu transfer între cadre CCD-FT* (*Charge Coupled Device Frame Transfer*).

- *CCD-IT*: captator ce plasează celulele fotosensibile alături de zonele de memorie și registrele de decalaj, ceea ce diminuează suprafața activă la aproximativ 1/3, pierzând detaliile fine de imagine.
- *CCD-FT*: captator ce organizează celulele fotosensibile și memoriile asociate pe 2 zone distincte, permițând transferul la nivel de bloc al sarcinilor electrice, la baleierea completă a unei imagini cadru.
- *CCD-FIT* (*Charge Coupled Device Frame Interligne Transfer*): este versiunea mixtă de captator, ce intercalează *registrele de decalaj* la nivelul fiecărei celule fotosensibile, acestea preluând sarcinile electrice acumulate, pe care le transferă apoi la nivel de bloc, la terminarea explorării unui cadru; registrele intermediare lucrând practic ca și obturatori electronici pentru captatorul IT.

În funcție de modalitatea de a capta și trata informația de culoare, *camerele video* pot fi *mono* sau *tri-captator*.

- *Camera Mono CCD* lucrează cu filtru cu benzi fine verticale, roșii, verzi, albastre, care separă semnalul color captat. Rezoluția și sensibilitatea acesteia sunt slabe și sunt recomandate doar pentru aplicații puțin pretențioase și cu utilizare temporară.
- *Camera Tri CCD* lucrează cu un sistem de prisme analizoare, în trei fascicole, de culori diferite: roșu, verde și albastru (RGB), fiecare fascicol luminos fiind tratat separat, apoi codificat video color YUV. Sincronizarea trebuie să fie perfectă, deoarece cele trei analizoare prelucrează informația aceluiași pixel.

YUV definește modul de transmisie a imaginilor color în sistemele de televiziune PAL, NTSC și SECAM. Prescurtarea reprezintă imaginea pe componentele ei: una pentru luminozitatea imaginii (luminanță) și două pentru culori (crominanță).



Rezoluția imaginii (exprimată în pixeli), sensibilitatea la lumină, diafragma, zoom-ul, nivelul de profunzime, raportul zgomot/semnal util sunt doar câțiva dintre parametrii ce trebuie luați în considerare la alegerea unei camere video.

### Scanere

Dispozitivele de tip *scanner* convertesc o imagine, un text, o poză, sau un grafic într-un echivalent computerizat care va fi stocat pe disc sub forma unui fișier grafic. Un scanner funcționează pe principiul citirii optice a informației, aidoma unui copiator: o sursă de lumină este plimbată deasupra suprafeței de scanat, reflexia fiind captată de elemente fotosensibile (fig. 9.30). Pentru scannere monocrome este nevoie de un singur element, pentru cele color de trei, corespunzând culorilor RGB (*Red- Green-Blue*). Fiecare fotoelement dispune de un filtru ce permite trecerea doar a componentei necesare a luminii (în speță roșu, verde sau albastru), partea electronică a scanner-ului ocupându-se ulterior de recompunerea imaginii. Fotoelementele mai sunt denumite și elemente **CCD** (*Charged Coupled Device* - dispozitiv cu transfer de sarcină) și constau dintr-o arie matriceală împănată cu mici elemente fotosensibile a căror capacitate variază în funcție de intensitatea luminii incidente.

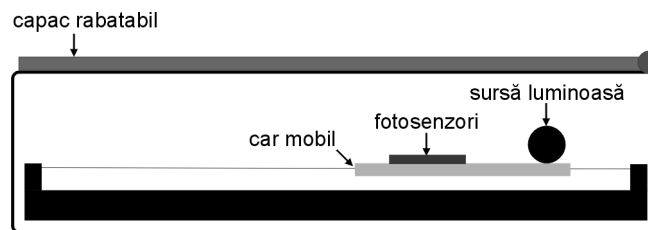


Fig. 7.30. Componentele unui scanner

Rezoluția unui scanner este principala sa caracteristică, putând varia de la 100 la 1200 dpi (dots per inch - puncte per inch). Cu cât rezoluția este mai mare, cu atât calitatea unei imagini scanate este mai bună, dar implicit fișerul aferent are dimensiuni mai mari. Dacă finalitatea imaginii scanate constă doar în afișarea pe ecranul PC-ului, atunci rezoluția imaginii scanate nu trebuie să fie mai mare de 100 dpi, având în vedere rezoluția monitoarelor obișnuite (72 sau cel mult 96 dpi). Pentru imagini care vor fi eventual tipărite, o rezoluție de 300 dpi este mai mult decât suficientă. Constructiv, scannerele se pot împărți în:

a) *Scannere plate*: sunt de dimensiunile unei imprimante laser, dispunând de un car mobil pe care se află o sursă de lumină și, deasemena, elementul fotosensibil. Carul baleiază liniar documentul oferind astfel secvențial informații traductorului, care la rândul lui înmagazinează aceste informații în format digital într-o memorie.

b) *Scannere cu tambur*: documentul ce trebuie scanat este înfășurat pe un tambur. Dispozitivele fotoelectrice sunt în acest caz imobile, baleierea imaginii fiind executată prin rotirea tamburului cu o anumită viteză. Acest tip de scanner oferă rezoluții superioare față de cel plat și este folosit în general în aplicații profesionale de genul celor tipografice. Dezavantajul constă în imposibilitatea scanării paginilor unei cărți din cauza particularităților constructive.

c) *Scannere de mână*: sunt folosite uzual la aplicații mai puțin pretențioase. Un scanner de mână este de dimensiuni reduse, cu o lățime cuprinsă între 10 și 20 cm. Parcurgerea documentului se face prin mișcarea manuală a dispozitivului pe deasupra originalului, o dată pentru imagini monocrome și de trei ori pentru imagini color. Mișcarea cât mai dreaptă și mai uniformă a scanner-ului este un element esențial pentru obținerea unor rezultate bune, mai ales în cazul imaginilor color unde cele trei mișcări consecutive trebuie să ducă la o suprapunere perfectă a celor trei componente de culoare.

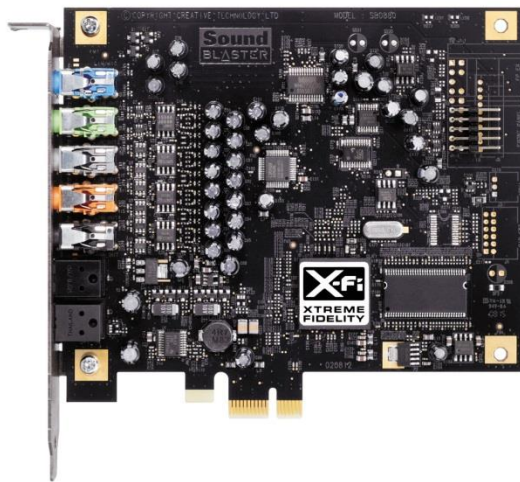
Scanerele moderne folosesc drept cititor de imagine de obicei un senzor de tip CCD (*Charged Coupled Device*) sau un senzor cu contact de tip *CIS Image Sensor*, în timp ce fabricatele mai vechi foloseau un tub fotomultiplicator.

O altă categorie de scanere o constituie chiar aparatele fotografice digitale actuale, normale sau și speciale („reprografice”). Acestea fac deja concurență masivă scanerelor clasice, din cauza rezoluției lor mari și a eliminării neclarităților din trecut cauzate de tremurat (prin procedee stabilizatoare *anti-shake*). Alte avantaje ale aparatelor de fotografiat digitale: sunt rapide, portabile, potrivite și pentru cărți cu cotor gros, alte documente foarte groase și chiar pentru obiecte reale, în volum. Dezavantajele lor, uneori greu de evitat, sunt distorsiuni nelineare, reflexii ale luminii sau umbre și un contrast mai scăzut. Cele mai moderne tehnologii de scanare sunt în stare să creeze (în calculator) modele în 3D foarte fidele („fotorealiste”), după obiecte reale colorate.

### 7.5.10. Placa de sunet

Placa de sunet (*fig. 7.31*) este componenta sistemului care se ocupă cu tot ceea ce înseamnă sunet, de la mesajele sonore ale sistemului de operare, până la muzica și efectele din jocuri. Se atașează sistemului folosind interfața PCI (sau PCI Express) sau poate fi înlocuită cu o soluție *on-board*, prezentă în *southbridge*-ul chipsetului plăcii de bază.

Toate plăcile audio oferă sunet multicanal, precum și o serie de efecte implementate direct în hardware. Diferențele calitative ale sunetului procesat sunt date de performanța procesorului audio și a codecului.



*Fig. 7.31. Placa de Sunet Creative 7.1 X-Fi Titanium PCI Express*

#### ***Parțile componente ale plăcii de sunet***

O placă de sunet conține:

- Un procesor de semnal digital (DSP) care controlează comutațiile
- Un convertor digital-analog (ADC) pentru audio cu intrare în computer
- Memorie read-only (ROM) sau memorie Flash pentru stocare de date
- Interfață pentru instrumente muzicale digitale (MIDI) pentru conectarea echipamentelor muzicale externe
- Mufe de tip Jack pentru conectarea semnalului audio de intrare/ieșire a echipamentelor de redare-captare sunet

Plăcile de sunet curente se instalează în slot-ul PCI (sau PCI Express). Calculatoarele de ultimă generație încorporează placa de sunet ca un chipset direct pe placa de bază. SoundBlaster Pro este considerat factorul standard pentru plăcile de sunet.

### ***Conectarea plăcilor de sunet***

Plăcile de sunet pot fi conectate la:

- căști
- difuzoare cu amplificator încorporat
- sursă de intrare analogică
- microfon
- radio
- CD player
- sursă de intrare digitală
- casetă audio digitală (DAT)
- CD-ROM
- sursă de ieșire analogică
- sursa de ieșire digitală

Plăcile de sunet foarte performante oferă ieșiri pentru 4sau 5 difuzoare și o interfață de ieșire digitală printr-o mufă. O placă de sunet digitală este practic pentru aplicații care au nevoie de sunet digital, cum ar CD-R și DAT. Rămânând digital fără conversie de la sau către analog ajută să prevină ceea ce este numit „pierdere generațională”. Plăcile de sunet digitale au intrări și ieșiri digitale, pentru a putea transfera date de pe DAT, DVD sau CD direct pe hard disk-ul din calculator.

### ***Performanțe impuse unei plăci de sunet:***

- să reproducă muzică înregistrată, (de pe CD-uri sau fișiere audio, cum sunt wav sau MP3), de la jocuri sau de pe DVD-uri
- să înregistreze audio în diferite formate media de pe diferite surse externe
- să sintetizeze sunetul
- să proceseze sunetul existent

DAC (controler audio digital) și ADC-ul (convertor analog-digital) aduc modul pentru transmiterea în și în afara plăcii de sunet, în timp ce DSP-ul (procesor de sunet digital) supraveghează procesul. DSP-ul se mai ocupă și cu oricare altă alterație a sunetului, cum ar fi ecoul sau sunetul 3D.

Plăcile de sunet foarte sofisticate au un suport mai mare pentru instrumente MIDI.

Folosind un program de muzică, un instrument echipat cu MIDI poate fi atașat la placa de sunet pentru a-ți permite să vezi pe ecran notele muzicale a melodiei tale.

### ***Producerea sunetului cu ajutorul unei plăci de sunet:***

Microfonul conectat la calculatorului tău captează un semnal audio. Placa de sunet creează un fișier audio în format wav din intrarea de date din microfon. Procesul de transformare a acelu sunet într-un fișier ce va fi înregistrat pe calculator este următorul:

- Placa de sunet primește un semnal analog (în formă unor valuri) din jack-ul de intrare de microfon. Semnalele analogice primite variază și în amplitudine și în frecvență.
- Software-ul din calculator selectează care intrări vor fi folosite, depinzând dacă sunetul este mixat cu un CD din CD-ROM.
- Semnalul analog în formă de “val” mixat este procesat în timp-real de un convertor analog- digital (ADC), creând o ieșire binară (digitală) de 0-uri și 1-uri.

- Ieșirea digitală de la ADC trece în DSP. DSP-ul este programat de o serie de instrucțiuni stocate într-un alt chip de pe placa de sunet. Una din instrucțiunile DSP-ului este să comprime informația digitală pentru a păstră spațiu liber.

- Semnalul de ieșire din DSP este transmis în bus-ul de date al calculatorului prin modul de conectare a plăcii de sunet.

- Informația digitală este procesată de procesorul calculatorului și trimis către controlerul hard-disk-ului. Apoi este trimis pe hard-disk ca un fișier wav înregistrat.

Pentru a asculta un fișier wav înregistrat, procesul este inversat:

- Informația digitală este citită de pe hard disk și trimisă către procesorul central.

- Procesorul central trimite apoi informația către DSP-ul de pe placa de sunet.

- DSP-ul decompresază informația digitală.

- Informația digitală decompresată din DSP este procesată în timp real de către circuitul convertorului digital-analog (DAC), creând un semnal analog pe care îl auzi în căști sau în difuzoare, depinzând la ce este conectat jack-ul de ieșire a plăcii de sunet.

### ***Conectoarele principale ale unei plăci de sunet***

Cele mai multe plăci de sunet au aceleași conectoare principale (*fig. 7.32*). Aceste conectoare minijack de 1/8 inci asigură mijloacele de transmitere a semnalelor de la adaptor la boxe, căști și amplificatoare stereo, precum și de recepționare a sunetelor de la microfon, CD player, casetofon sau amplificator. În orice caz, setul fundamental de conexiuni inclus pe majoritatea placilor audio este următorul:

- *Conector stereo de ieșire de linie sau audio* ( verde deschis ). Conectorul de semnal de ieșire de linie este utilizat pentru transmiterea semnalelor sonore de la adaptorul audio la un dispozitiv din exteriorul calculatorului.
- *Conector stereo de intrare de linie sau audio* ( albastru deschis ). Prin intermediul acestui conector se pot înregistra sau mixa semnale sonore de la o sursă externă.
- *Conectorul de intrare pentru microfon sau semnal mono* ( roz sau roșu ). Conectorul pentru intrare de semnal mono este folosit spre a conecta un microfon pentru înregistrarea sunetelor pe disc.
- *Conectorul pentru joystick* (auriu). Este un conector D cu 15 pini, la care se poate atasa orice joystick standard sau controller de joc. Există și un adaptor Y opțional, astfel încât portul de joystick suporta uneori două dispozitive.
- *Conector MIDI* (auriu). Adaptoarele audio folosesc, în mod obișnuit, același port de joystick și drept conector MIDI. Doi dintre pinii conectorului sunt desemnați să transporte semnale la și de la un dispozitiv MIDI.

Pe lângă conexiunile externe, cele mai multe plăci de sunet posedă cel puțin unul și, posibil, multiple conectoare audio interne. Cele mai multe adaptoare audio dispun de un conector intern de 4 pini, pe care îl folosește pentru a conecta o unitate internă CD-ROM direct la adaptorul audio.

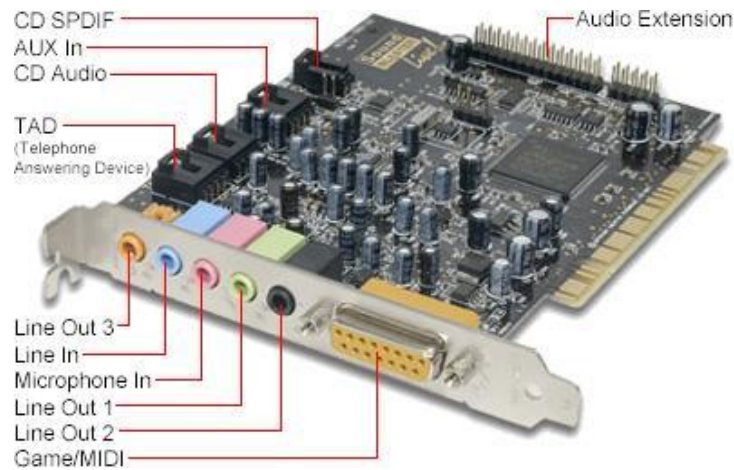


Fig. 7.32. Conectoarele plăcii de sunet Creative SB Live 5.1 Digital

*Conectoare pentru caracteristici superioare:*

Multe dintre cele mai noi plăci de sunet care sunt destinate aplicațiilor profesionale, pentru redarea audio dolby stereo și producere de sunet utilizează și au conectoare suplimentare pentru a permite aceste utilizări:

- *Intrare si iesire SPDIF.* Interfața digitală recepționează semnalele audio digitale direct de la dispozitivele compatibile, fără a le mai converti, în format analogic.
- *CD SPDIF.* Conectează unitățile CD-ROM compatibile cu interfața SPDIF la intrarea digitală a plăcii de sunet.
- *Intrarea TAD.* Conectează modemurile interne cu suport pentru robot telefonic la placa de sunet pentru prelucrarea mesajelor vocale.
- *Ieșire digitală DIN.* Aceasta permite conectarea sistemelor de boxe digitale multidifuzor, pentru utilizare cu seria SoundBlaster
- *Intrarea auxiliară.* Oferă intrare pentru altă sursă de sunet precum o placă de tuner TV.
- *Intrare I2S.* Aceasta permite plăcii de sunet să accepte intrare audio digitală de la sursa externă, precum AC-3 decodat pe două canale de la recorderul DVD și camera video MPEG-2.
- *Port USB.* Această intrare permite plăcii de sunet să se conecteze la boxe USB, controlere de jocuri și alte tipuri de dispozitive USB.
- *IEEE-1394.* Această intrare permite plăcii de sunet să se conecteze la videocasetofoane digitale, scannere, unități de hard disc și alte dispozitive.
- Uneori, aceste conectoare suplimentare se găsesc chiar pe placă, iar uneori ele sunt atasate unei cutii de adaptare internă sau externă, unei plăci suplimentare sau unui rack extern.

**Comprimare datelor**

Practic, toate plăcile de sunet actuale pot produce cu ușurință sunete de calitate CD, esantionate la 44,1 kHz. La această rată, fișierele înregistrate pot consuma peste 10 MB pentru fiecare minut de înregistrare. Cei mai mulți producători de adaptoare audio folosesc un algoritm denumit comprimare prin modularea adaptivă diferențială a impulsurilor în cod, denumit și IMA-ADPCM. Cel mai cunoscut standard de comprimare este standardul Motion Pictures Experts Grup (MPEG), care se aplica pentru comprimare atât audio cât și video. Metoda MPEG în sine asigură un factor potențial de comprimare de 30:1 și, în mare parte datorită acestui fapt, sunt disponibile acum discuri MPEG DVD și CD-ROM cu filme. Schema de compresie a sunetului

MP3 este un format MPEG; ea poate fi redată de versiunile recente ale programelor Windows Media Player, Winamp precum și alte playere.

### ***Procesarea audio 3D***

Unele plăci audio 3D realizează parțial sau integral procesarea necesară pentru 3D folosind procesorul computerului, pe când altele folosesc un procesor de semnal digital puternic, care realizează procesarea chiar pe adaptorul audio. Plăcile care folosesc procesarea pe computerul gazdă pentru 3D pot cauza căderi importante ale frecvenței cadrelor (cadre pe secunda de animație) când sunetul 3D este activat, dacă gazda folosește procesoare sub 1 GHz, pe când plăcile cu propriile lor procesoare audio 3D pe placă au modificări mici în frecvența cadrelor, fie că sunetul 3D este activat, fie că nu este.

### **Formate de fișiere audio**

Sunt două aspecte de care trebuie ținut cont când vine vorba de un fișier audio, și anume:

- *formatul de fișier* (containerul) – și:
- *formatul audio* (conținutul efectiv).

*Formatul de fișier* se referă la faptul că același material audio poate fi scris pe *hard-disk* sub mai multe forme. Informația poate fi comprimată sau necomprimată, iar, în cazul în care este comprimată, compresia poate fi făcută cu pierderi sau fără pierderi.

### ***Fișiere audio fără compresie***

- Fișierele de tip **WAV** conțin informația audio necomprimată. Nu sunt folosite prea des în practică din două motive: ocupă prea mult spațiu pe disc și nu pot conține informații de tip metadata.
- Formatul **AIFF** (*Audio Interchange File Format*) a fost dezvoltat în 1988 de *Apple Computer* și *Electronic Arts* și e folosit pentru a stoca date audio în format necomprimat PCM. Ca și formatul **WAV**, folosește cam 10 MB pentru un minut de muzică stocată la un *sample rate* de 44,1 kHz, 16 biți per sample și este mai mult folosit de aplicații profesionale audio-video, unde formatul său îl face rapid de manipulat, în ciuda fișierelor de mari dimensiuni.

### ***Fișiere audio cu compresie***

Referitor la compresie, ea trebuie privită asemeni unei operații de arhivare (gen *zip* sau *rar*) dar o arhivare optimizată pentru fișiere care conțin material audio. În mare, sunt două tipuri de compresie – cu pierderi (*lossy*) și fără pierderi (*loseless*).

#### **1. Compresia fără pierderi (*loseless*)**

Compresia fără pierderi (*loseless*) conține materialul audio nealterat, dar așezat astfel încât să ocupe aproximativ de două ori mai puțin spațiu pe disc.

Cel mai cunoscut encoder de acest tip, devenit standard în ultimii ani, este **FLAC** (*Free Loseless Audio Codec*) iar fișierele rezultate au extensia *flac* .

Un alt encoder *loseless* care a cunoscut o oarecare popularitate în urmă cu mai multă vreme este **Monkey's Audio** iar fișierele rezultate au extensia *ape* . Cum este posibilă scrierea informației audio într-un volum de două ori mai mic fără să se piardă nici cele mai mici detalii ? În definitiv este vorba despre matematică. Sunt mai multe astfel de tehnici numerice folosite, toate avînd ca scop o compactare cât mai bună fără ca materialul original să fie trunchiat. Trebuie menționat că aceste encodere *loseless* au setări de calitate, dar aceste setări se referă

strict la obținerea unui fișier cât mai compact cu prețul utilizării unor calcule mai complexe și, implicit, a necesității unei puteri mai mari de procesare.

**WavPack** este un format de compresie fără pierderi *open-source*, dezvoltat de David Bryant. Acesta folosește predicție liniară implementată în matematica numerelor întregi, cu folosirea unei ponderi în funcție de nivelul de codare folosit. Stocarea se face printr-o codare puțin mai ineficientă decât codarea Rice, dar mai eficientă din punct de vedere al necesității inexistente de *buffering* în codare/decodare.

## 2. Compresia cu pierderi (*lossy*)

Compresia cu pierderi (*lossy*) a fost și a rămas extrem de populară în principal datorită performanțelor excepționale obținute în micșorarea fișierelor.

**mp3** (*MPEG Audio Layer III*), primul format de fișier audio comprimat, a devenit un sinonim cu noțiunea de fișier audio în a doua parte a anilor '90 deoarece putea comprima un original la mai puțin de o zecime din dimensiunea lui inițială, cu o pierdere de calitate acceptabilă

Metodele matematice de compactare a unui fișier audio fără a altera conținutul originalului își ating limitele producând rate de compresie de circa 50%. Pentru a mări eficiența compresiei, este nevoie să se renunțe la părți din materialul original, părți considerate fie inaudibile, fie ne semnificative. Pentru ca acest lucru să se poată petrece fără rezultate neplăcute în momentul audiției, s-a apelat la psihoacustică. Fundamentul științific pe care se bazează mp3 a început să fie dezvoltată spre finele anilor '70 la universitatea Erlangen-Nuremberg. Profesorul Dieter Seitzer încerca să găsească o metodă cât mai eficientă de a transmite sunet prin linia telefonică iar cercetările sale au fost dezvoltate de un student, Karlheinz Brandenburg, care a făcut din compresia audio o teză de doctorat. Un grup de 15 cercetători și-au petrecut următorii 20 de ani încercând să rezolve problema lui Seitzer. Ideile erau curajoase dar tehnica de calcul pe care o aveau la dispoziție era mult prea slabă.

Psihoacustica studiază modul în care creierul uman percepe sunetele și le interpretează. De exemplu, efectul Haas spune că, dacă două sunete identice ajung la ureche din două direcții diferite la un interval de timp foarte scurt, noi le auzim ca pe un singur sunet provenit din prima direcție care a fost percepută. Din acest motiv cel de-al doilea sunet poate fi dispensabil. Urechea umană percepe o gamă limitată de frecvențe, în mod convențional fiind considerat ca spectru audio intervalul dintre 20 Hz și 20,000 Hz. Realitatea este că puțini dintre noi aud întregul spectru sonor, odată cu înaintarea în vârstă acuitatea auditivă este limitată la circa 16 – 17 kHz, astfel încât codecul poate tăia frecvențele superioare. Mai mult, auzul nu este liniar în raport cu frecvența sunetului, urechea fiind mult mai sensibilă la frecvențele medii (zona vocilor umane) decât la joasele extreme sau înaltele extreme, așa că se poate renunța și la acestea. Cercetările au condus la criterii din ce în ce mai complexe și rafinate conform cărora informația sonoră să poată fi împărțită în *esențială* și *dispensabilă*. Prin 1991, tehnica de calcul a devenit suficient de performantă astfel încât cercetările să poată avea o aplicabilitate concretă în lumea reală. Începând din 1987 s-a implicat institutul de cercetări Fraunhofer iar procesul de standardizare demarat s-a finalizat prin acceptarea **mp3** ca un standard pentru compresie audio (*ISO-MPEG-1 Audio Layer 3*, mai exact). Lucrurile au explodat abia după ce amatorii au descoperit că această tehnologie poate fi utilizată în distribuirea muzicii prin internet.

Renunțarea la diverse părți din materialul audio care urmează a fi comprimat se face în funcție de gradul de compresie dorit de utilizator (acea setare de "*bitrate*") – cu cât mai mic, cu atât se taie mai agresiv din materialul original (setările sub 128 kb/s sunt considerate ca producând o calitate slabă, iar peste 192 kb/s una bună). Bineînțeles că encoderele apărute au strategii diverse iar acest lucru face ca programe diferite să ducă la rezultate diferite, chiar dacă vorbim despre același format (mp3) și chiar și despre același *bitrate*. Astfel avem utilizatori care preferă un encoder în dauna altuia (*Lame, Fraunhofer, BladeEnc, GoGo, Xing, etc.*), toate producând același format de fișier, și anume **mp3**.

Trebuie menționat că alături de **mp3** mai există și alți algoritmi *lossy*, cum ar fi: **AAC**, **OggVorbis**, **WMA** sau chiar celebrul **ATRAC** folosit pentru MiniDisc (celebrul MiniDisc SONY folosea un algoritm de compresie cu pierderi).

*Formatul AAC (Advanced Audio Encoding)*. Conceput pentru a fi succesorul formatului **mp3**, **AAC** este un algoritm standardizat ISO/IEC pentru encodarea audio cu pierdere. Teste “oarbe” au demonstrat că folosite la același *bitrate*, **AAC** demonstrează calitate mai ridicată și transparență superioară față de **mp3**. Capabil să încapsuleze 48 de canale cu lățime de bandă integrală (pana la 96 kHz), plus 16 canale de efecte de joasă frecvență, transparența de fidelitate înaltă poate fi atinsă folosind un parametru de *bitrate* variabil ~128kbps. Deși superior în complexitate, design și calitate formatului **mp3** pe care ar fi trebuit să îl înlocuiască, **AAC** nu are avantaje decisive asupra **mp3**, care s-a dovedit foarte robust în ciuda multor neajunsuri și mai are de câștigat mult teren chiar și pentru a-l ajunge din urmă pe acesta.

*Formatul WMA (Windows Media Audio)*. **WMA** poate fi folosit cu referire atât la formatul audio, cât și la codecurile proprietare *Microsoft* (dezvoltatorul acestei metode de stocare audio digitală). **WMA** are posibilitatea de codare cu pierdere de calitate, dar și fără pierdere de calitate (*WMA Lossless*). A fost dezvoltat pentru a concura cu formatul **mp3** și se aseamănă mult în design cu **Vorbis OGG** și **AAC**. Rezultate de comparare între **WMA** și competitorii săi demonstrează că abia din 2004, odată cu apariția codecului WM9, **WMA** a început să concureze calitativ pe piață.

*Formatul Vorbis/OGG* - format gratuit *open-source* de codare audio cu pierdere de calitate, sprijinit de *Xiph. Org Foundation*, conceput în momentul în care se vorbea despre aplicarea unor taxe de licențiere pentru **mp3**. Pentru că este *open-source* are avantaje clare asupra altor formate pentru multe aplicații. De asemenea, pentru că a fost sprijinit de comunitatea *open-source*, a fost întotdeauna din punct de vedere calitativ în cursă pentru a fi cel mai bun codec cu pierdere de calitate. Testele de ascultare arată că se descurcă mai bine la *bitrate*-uri scăzute decât majoritatea formatelor concurente, iar la *bitrate*-uri mari, unde majoritatea lumii nu mai sesizează diferența, ascultători antrenați pretind că are performanțe mai bune.

### 7.5.12. Formate audio

Formatul audio depinde de modul în care s-a făcut conversia din analogic în digital. La ora actuală sunt două formate cu care se lucrează în audio: PCM și DSD (fig. 7.33). Ambele fac în esență același lucru, aproximează forma de undă analogică și o convertesc în format digital, dar modul în care fac acest lucru este total diferit (adică DSD nu este un PCM mai bun ci este cu totul altceva).

**PCM (Pulse-code Modulation)** este celebru fiindcă se află în spatele CD-ului Audio, cel mai răspândit format digital la ora actuală. Pe scurt, PCM folosește intervale de timp egale la care citește valoarea amplitudinii semnalului audio, ca pe o funcție  $f(timp) = amplitudine$ . Cu cât intervalele de timp sunt mai mici sau finețea citirii amplitudinii este mai mare, cu atât unda originală va fi mai fidel reprezentată și refăcută la redare, dar și dimensiunea fișierului rezultat va fi mai mare. În cazul CD-ului Audio a fost nevoie ca aceste valori să fie alese astfel încât materialul care putea fi pus pe un CD să aibe o dimensiune acceptabilă, și anume de aproximativ 75 de minute. În acest mod s-a ajuns la alegerea unei scale de 16 bit pentru amplitudine (2 la puterea a 16-a – se pot stoca valori între 0 și 65,536) și a unei frecvențe de eșantionare de 44.1 kHz (adică într-o secundă se fac 44,100 de citiri ale amplitudinii). Pentru a putea încadra semnalul audio pe scala amplitudinii de 16 bit a fost nevoie să se introducă o limită superioară a frecvenței audio, stabilită la 22.05 kHz conform condiției pusă de teorema Nyquist (pentru a reuși determinarea precisă a materialului audio, avem nevoie de un sampling-rate de două ori mai mare decât valoarea maximă a frecvenței din original), orice sunet aflat peste această limită fiind tăiat de un filtru amplasat înainte de conversia analog-digitală.



Dacă alegem la digitizare o rată de eșantionare mai mare ( citiri mai dese ) și o scală mai mare de valori pentru amplitudine ( citiri mai fine ) obținem o rezoluție superioară ( comparativ cu CD-Audio, considerat standardul de calitate în digital ). De exemplu *HiRes 24/96* înseamnă o scală de 24 bit ( 2 la a 24-a sau valori de la 0 la 16,777,215 ) la 96 kHz ( 96,000 de citiri pe secundă ) iar *24/192* înseamnă tot o reprezentare a amplitudinii semnalului în 24 bit dar cu de două ori mai multe citiri pe secundă ( 192,000 ). Această creștere a rezoluției aduce după sine o creștere direct proporțională a dimensiunii fișierelor rezultate, în mod uzual fiind stocate în format *FLAC* – dacă un fișier *16/44* are o dimensiune fizică, același material înregistrat în *24/96* va fi de trei ori mai mare. Înafară de creșterea fineței aproximărilor, *HiRes* a adus după sine și creșterea frecvențelor audio maxime care pot fi prezente pe o înregistrare, acestea mergând mult înafara spectrului pe care-l poate auzi urechea umană, în domeniul ultrasunetelor ( 48,000 Hz pentru *24/96* ). Fișierele *PCM 24/96* au fost devenit standard pentru înalta rezoluție în stereo odată cu apariția *DVD-Audio* dar continuă să fie populare în ciuda dispariției acestui mediu fizic.

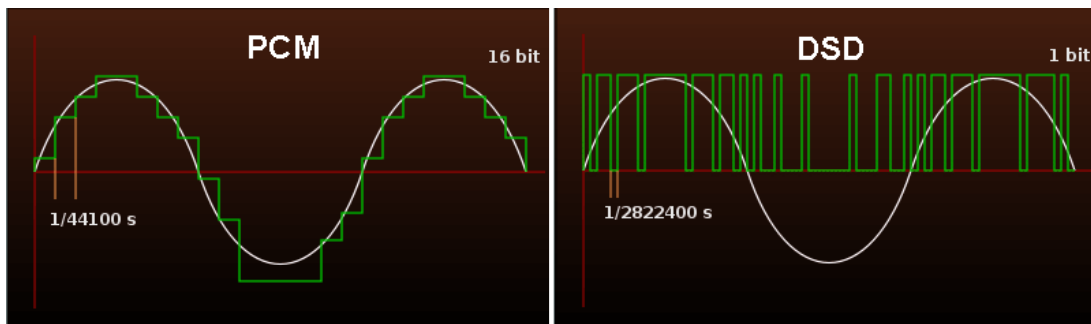


Fig. 7.33. *PCM vs DSD*

**DSD (Direct Stream Digital)** a fost dezvoltat pentru a fi folosit pe *SACD*-ul dezvoltat de *SONY* în 2000 (*Super-Audio CD*), este *HiRes* prin definiție și se bazează pe o filosofie total diferită față de *PCM*. Pe scurt, *DSD* folosește doar un singur bit pentru amplitudinea semnalului ( 0 sau 1 ) dar înregistrează variațiile acestuia cu o rată de 2.8224 MHz ( 2,822,400 de citiri pe secundă ). Putem face o analogie cu o pedală de accelerație a unui autovehicul. Să zicem că *PCM* are o pedală cu o cursă foarte lungă pe care putem apăsa mai puțin sau mai mult, în trepte, în timp ce *DSD* are o pedală extrem de scurtă cu care dăm șprîțuri mai rare sau mai dese în funcție de cât de repede vrem să mergem.

Din motivele expuse mai sus, o comparație directă între *DSD* și *PCM* se poate face doar subiectiv, prin audiția rezultatului. Neîfiind compatibile, nu se poate face o conversie “curată” din *PCM* în *DSD* sau invers și se folosesc tehnici care implică mici pierderi de informație în cazul în care se face o conversie. Fișierele *DSD* sunt în formatul *DSF* (stereo) sau *DFF* (multicanal) și pot fi redade de anumite playere software pe *PC*-uri.

## Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Senzațiile vizuale se caracterizează prin:
  - a. contrast
  - b. luminanță
  - c. luminozitate, ton cromatic și saturație
  - d. lungimea de undă
  
2. Distanța focală a unui obiectiv determină:
  - a. deschiderea relativă
  - b. planul de punere la punct
  - c. deschiderea utilă
  - d. unghiul de câmp
  
3. Pixelul cu filtru roșu înregistrează strălucirea lungimii de undă corespunzătoare culorii:
  - a. albastru
  - b. roșu
  - c. galben
  - d. verde
  
4. Dreptele și punctele forte ale cadrului indică:
  - a. axele de simetrie
  - b. raportul laturilor cadrului
  - c. pozițiile de plasare a elementelor compoziționale principale
  - d. dispunerea planurilor principale ale imaginii
  
5. Rezoluția video se referă la:
  - a. numărul de cadre pe secundă
  - b. dimensiunea în pixeli a imaginii
  - c. numărul de biți stocați în unitatea de timp
  - d. raportul dintre lungimea și înălțimea cadrului
  
6. Pentru imaginile digitale *full-color* se folosește o adâncime de culoare de:
  - a. 8 biți/pixel
  - b. 48 biți/pixel
  - c. 24 biți/pixel
  - d.  $2^8$  pixeli
  
7. Voltajul generat de pixeli este direct proporțional cu:
  - a. frecvența de *sampling*
  - b. cantitatea de lumină primită
  - c. lungimea de undă a radiației luminoase
  - d. tipul de senzor
  
8. Un artefact al imaginii reprezintă:
  - a. caracteristicile de lumină și culoare ale unui pixel
  - b. fluxul incident de fotoni
  - c. frecvența de eșantionare
  - d. un element al imaginii digitale care nu se regăsește în imaginea reală
  
9. Care dintre următoarele formate de imagine este de tip vectorial:
  - a. GIF
  - b. JPG

- c. DXF
  - d. RIFF DIB
10. Care dintre formatele de fișiere audio de mai jos reprezintă fișiere audio fără compresie:
- a. AIFF
  - b. FLAC
  - c. mp3
  - d. WMA

Răspunsuri corecte: 1C, 2D, 3B, 4C, 5B, 6C, 7B, 8D, 9D, 10A

## CAPITOLUL 8

## SUNETUL ÎN PRODUCȚIILE CINE-TV

## 8.1. Sunetul în producția Tv

Până de curând, în producțiile de televiziune, s-a acordat o mai mare atenție elementelor video decât celor audio. Un sunet bun era atunci când înțelegeai ceea ce se vorbea; un sunet prost fiind atunci când nu înțelegeai nimic. După apariția echipamentelor stereo, cu *surround 5.1*, a sistemelor *Home theatre*, așteptările publicului au urcat vertiginos. Înainte de a discuta câteva elemente de bază ale producțiilor audio, va trebui să explicăm mai întâi conceptul de sunet.

*Sunetul*, din punct de vedere fiziologic, constituie senzația produsă asupra organului auditiv de către vibrațiile materiale ale corpurilor și transmise pe calea undelor acustice. Urechea umană este sensibilă la vibrații ale aerului cu frecvențe între 20 Hz și 20 kHz, cu un maxim de sensibilitate auditivă în jur de 3500 Hz.

Orice perturbație (energie mecanică) propagată printr-un mediu material sub forma unei unde se numește sunet. Se includ și vibrațiile la frecvențe din afara domeniului de sensibilitate al urechii: infrasunete (sub 20 Hz) și ultrasunete (peste 20 kHz).

Un caz particular de sunet este zgomotul, care se remarcă prin lipsa obiectivă sau subiectivă a unei încărcături informaționale. Zgomotul deranjează fie prin senzația neplăcută pe care o produce, fie prin efectul negativ asupra transmiterii de informație.

Din punct de vedere muzical (sau estetic), sunetul este o entitate caracterizată de patru atribute: *înălțime, durată, intensitate și timbru*.

- *Înălțimii* îi corespunde frecvența (măsurată în Hz).
- *Durata* (sau valoarea) reprezintă caracteristica sunetului de a fi mai lung sau mai scurt în timp. Aceasta se calculează din momentul impactului până la dispariția ultimei vibrații sonore percepute.
- *Intensității* îi corespunde nivelul de intensitate sonoră (măsurat în dB).
- *Timbrul* se referă la una dintre calitățile de bază ale sunetului muzical, anume complexul de însușiri care permit diferențierea unor surse sonore mai mult sau mai puțin asemănătoare, precum vocile omenești sau instrumentele muzicale. Timbrul este considerat ca fiind de o însemnătate la fel de mare pentru personalitatea sunetului, cu acelea ale înălțimii, desfășurării în timp (duratei) și a intensității sonore. Cel mai adesea, timbrul este delimitat după sursa sonoră, în timbru vocal și timbru instrumental

## 8.1.1. Tipuri de sunete:

*Sunet asociat* - semnal de frecvență audio care însoțește imaginea de televiziune.

*Sunet complex* - sunet compus din mai multe sunete pure.

*Sunet reverberat* - sunet care persistă după ce o sursă sonoră încetează să emită, prelungind sunetul inițial un timp finit.

*Sunet vobulat* - sunet a cărui frecvență variază periodic în jurul unei valori medii, folosit în măsurători electroacustice.

### 8.1.2. Caracteristici ale sunetului:

- *Amplitudinea* este caracteristica undelor sonore pe care o percepem ca volum.
  - *Frecvența* unui sunet este numărul de perioade, sau oscilații, pe care o undă sonoră le efectuează într-un timp dat. Frecvența este măsurată în hertzi, sau perioade pe secunda. Undele sonore se propagă și la frecvențe mari și la frecvențe joase.
  - *Intensitatea sunetului* este măsurată în decibeli (dB). De exemplu, intensitatea la minimul auzului este 0 dB, intensitatea șoaptelor este în medie 10 dB, iar intensitatea fosnetului de frunze este de 20 dB.
  - *Reflexia*. Rezultatul reflexiei sunetului este ecoul. Un megafon este un tub de tip cornet care formează o rază de unde sonore, reflectând unele dintre razele divergente din părțile tubului. Un tub similar poate aduna undele sonore dacă se îndreaptă spre sursa sonoră capătul mai mare; astfel de aparat este urechea externă a omului.
  - *Refractia*: sunetul, într-un mediu cu densitate uniformă, se deplasează înainte într-o linie dreaptă dar ca și în cazul luminii, sunetul este supus refracției, care îndepărtează undele sonore de direcția lor originală.
  - *Viteza sunetului*. Frecvența unei unde sonore este o măsură a numărului de unde care trec printr-un punct dat într-o secundă. Distanța dintre două vârfuri succesive ale unei (ventre) se numește lungime de undă. Produsul dintre lungimea de undă și frecvență este egal cu viteza de propagare a undei, și este aceeași pentru sunetele de orice frecvență (dacă sunetul se propagă în același mediu la aceeași temperatură).
- În producțiile de televiziune, sunt două caracteristici importante care trebuie controlate: *intensitatea și frecvența*.

#### *Intensitatea sunetului*

Deși intensitatea sunetului este măsurată în mod obișnuit în decibeli (dB), aceste termen se referă de fapt la două lucruri distincte. Mai întâi, presiunea intensității sunetului (dBSPL), care este o măsură a puterii acustice. Acestea sunt sunetele pe care le auzim direct cu urechea. Aceste sunete ating și chiar depășesc 135 de decibeli, limita de la care sunetul devine dureros și de la care pot apărea leziuni severe și permanente ale urechii. (Leziunile, care sunt ireversibile, pot trece neobservate, ceea ce explică probabil de ce un adult din alte țări cu o medie de vârstă de 50 de ani aude mai bine decât mulți dintre tinerii americani.) Muzicienii care se află mereu în preajma unor sunete puternice folosesc căști speciale – care atenuază nivelul sunetului dar care nu distorsionează frecvența sunetului. În tabelul de mai jos sunt redate diferite sunete și intensitatea lor corespunzătoare:

Intensitatea (dB)	Exemplificare
140	Pragul dureros
130	Avion cu reacție în timpul decolării
120	Motorul pornit al avionului cu reacție
110	Concert rock
100	Ciocan pneumatic
90	Zgomot de stradă
80	Zgomotul trenului
70	Aspirator
50-60	Zgomot într-un birou aglomerat
40	Conversație
20	Liniștea într-un studiu TV
10	Sunetele naturii
0	Prag auditiv

Fig.8.1. Intensitatea diverselor tipuri de sunete

A doua utilizare a termenului de decibel,  $dBm$  (la nivel de referință de 1 miliwatt) este o unitate pentru puterea electrică. În producția audio, suntem interesați în primul rând de  $dBm$ , care reprezintă puterea electrică de intrare a semnalului în diferite echipamente audio.

Două tipuri de aparate VU (*vumetre*, aparate care măsoară semnalul audio în unități de volum), folosite pe scară largă, măsoară intensitatea sunetului și anume: aparate VU digitale și analogice.

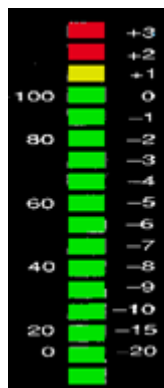


Fig.8.2. Scală Vumetru

Scala de la 0 la 100 din ilustrația din fig. 8.2. indică procentul de modulație (procentul de semnal maxim) iar pe scala din dreapta sunt ilustrați decibeli. Contrar logicii, 0dBm (sau mai simplu 0dB pe un aparat VU) nu semnifică inexistența sunetului, ci tocmai invers un nivel de sunet dezirabil.

Punctul de 0dB este doar un punct de referință. Așadar este posibil să avem sunete care măsoară valori negative în decibeli, așa cum se pot înregistra grade Celsius sau Fahrenheit negative. Aparatul VU din fig. 8.3. este un aparat de măsurare analogic, care se folosește încă de la începuturile radioului.



Fig.8.3. Vumetru analogic

Deși sunt ușor de utilizat, aceste aparate nu răspund foarte prompt la izbucnirile scurte ale unor sunete puternice. Nivelul de decibeli cu care pătrunde sunetul în echipamente trebuie controlat cu atenție. Dacă lăsăm semnalul să treacă prin echipament la un nivel foarte scăzut, atunci când vom mări nivelul la o amplitudine (nivel audio) normală, vom induce un zgomot puternic. Dacă nivelul este prea mare (cu mult peste 0dB sau aproape de zonele roșii de pe cadranul aparatului de măsură VU), vor rezulta distorsiuni – mai ales în cazul materialelor audio digitale.

### ***Frecvența***

Frecvența are legătură cu înălțimea de bază a sunetului – dacă este înalt sau jos. O frecvență de 20 Hz se va auzi ca o notă extrem de joasă a unei orgi – aproape ca un uruit. La celălalt capăt al scalei un sunet cu de

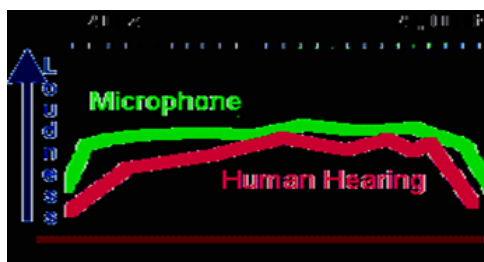
20,000Hz va cel mai înalt sunet ce poate fi distins de urechea umană, chiar mai înalt decât cea mai înaltă notă a unei viori sau a unei pianine.

Frecvența sunetului se măsoară în Herți (Hz) sau cicluri pe secundă (CPS). O persoană cu un auz extrem de fin va fi capabilă să audă sunetele din intervalul 20-20,000 Hz. Din moment ce ambele capete ale intervalului

20-20.000 sunt limite extreme, un interval utilizat mai des în televiziune este cel de 50-15,000Hz. Deși acesta nu acoperă prea bine întregul interval care poate fi auzit de către cei cu un auz fin, acest interval acoperă cam toate sunetele obișnuite.

### ***Relația frecvență-intensitate***

Deși din punct de vedere tehnic sunetele de anumite frecvențe pot fi egale ca intensitate, oamenii nu le percep ca fiind la fel de puternice. Linia roșie din fig. 8.4. arată (în mare) frecvența răspunsurilor auzului uman la diferite frecvențe de sunet. Datorită sensibilității scăzute a urechii față de frecvențele înalte și joase, aceste sunete trebuie să aibă o intensitate mai mare pentru a fi percepute ca fiind la fel ca alte sunete de alte frecvențe.



*Fig.8.4. Frecvența răspunsurilor auzului uman la diferite frecvențe de sunet*

Toate microfoanele de bună calitate (linia verde) sunt relativ stabile în intervalul 50-15.000 Hz.

#### **8.1.3. Condiții de audiție**

Echipamentele și condițiile de audiție influențează de asemenea, modul în care percepem diferite frecvențe. Pentru a compensa aceste probleme, putem ajusta basul și înaltele aparatelor de redare. Echipamentele sofisticate vor include un egalizator grafic (fig. 8.5.), care reprezintă un pas tehnologic important ce permite ajustarea individuală a intensității anumitor benzi de frecvențe.

Un egalizator grafic poate fi necesar pentru a uni segmente audio înregistrate în condiții diferite sau pur și simplu pentru a personaliza redarea audio în funcție de acustica anumitei zone. Observați că egalizatorul din figura 8.5. poate controla 9 arii (benzi) de frecvențe.

Orice echipament audio – microfon, amplificator, aparat de înregistrare sau boxă – pot afecta în mod negativ fidelitatea sunetului. Totuși, microfonul (aparatură cu care se captează undele sonore și se transformă în curent electric) și boxe (aparatură care transformă curentul electric în unde sonore) reprezintă cele mai slabe verigi din lanțul calității audio. La anumite nivele este posibil să utilizezi egalizatoare grafice și aparate similare pentru a curăța frecvența de răspuns a unui microfon cu performanțe modeste. Totuși, nici chiar cele mai sofisticate tehnici

audio nu pot face minuni. Astfel, cu cât este mai bun semnalul audio, cu atât va fi mai bine pentru produsul final.



Fig. 8.5. Egalizator Grafic

#### 8.1.4. Acustica incintei

Sunetul, chiar și cel înregistrat și redat, este de foarte multe ori afectat de acustica unei camere sau studiou, chiar mai mult decât ne putem da seama. În efortul de a crea studiouri complet insonorizate, primele stații de radio foloseau carpete pentru podele și straturi groase de materiale insonorizate pe pereți. Deși experimentul a avut succes și s-a atins insonorizarea perfectă, rezultatul a fost unul cu care nu eram obișnuiți. Astfel, un nivel foarte mic de reverberație este de dorit fiind mai aproape de realitate.

În fig. 8.6 sunt prezentate două tipuri de materiale insonorizante.



Fig. 8.6. Materiale insonorizante

O încăpere cu podea acoperită în gresie și pereți paraleli din panouri dure, va reflecta sunetul atât de mult încât va face neinteligibil discursul unui om. Uneori este de dorit ca în aceste situații să amplasați în cameră obiecte care absorb sunetele – canapele sau covoare – pentru a rupe reflexia sunetelor și a reduce reverberația.

O încăpere ideală pentru a înregistra sau reda sunete are un nivel suficient de reverberație pentru a suna realist, dar nu atât de mare încât să facă neinteligibil un discurs.

## 8.2. Metode de înregistrare și redare a sunetului

### 8.2.1. Microfoane

În studioul TV, microfonul este prima verigă din lanțul sistemului audio.

Microfoanele sunt echipamente electro-mecanice care transformă undele sonore (sunetele) în impulsuri electrice (altfel spus, un microfon este un traductor electroacustic).



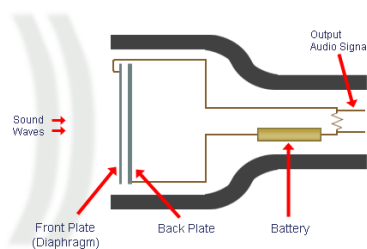
Microfonul funcționează pe principiul că undele sonore care se propagă prin aer pot fi captate de un dispozitiv și apoi transformate în impulsuri electrice folosind diferite tehnologii constructive. Impulsurile electrice rezultate în urma acestei conversii sunt de ordinul milivolților, fiind nevoie ca acestea să fie amplificate pentru a putea fi apoi reproduse la un nivel acceptabil.

În funcție de destinația lor, microfoanele sunt construite folosind tehnologii diferite pentru a obține maximul de fidelitate și direcționalitate în redarea sunetelor.

### *Clasificarea microfoanelor*

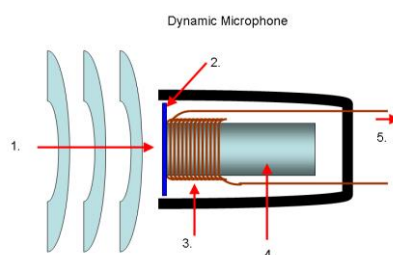
#### *1. După modul de transformare a energiei acustice:*

- *Microfoane cu condensator:* în acest caz membrana capsulei microfonului constituie una din plăcile încărcate electric ale unui condensator, iar vibrațiile acesteia duc la modificarea ușoară a distanței dintre plăci, ceea ce poate fi apoi tradus prin modificarea tensiunii din sistem și transformarea diferențelor în impulsuri electrice (fig. 8.7.). Acest tip de microfoane este folosit atât în domeniul audio amator (microfoane ieftine pentru calculatoare, sisteme karaoke etc), cât și în domeniul înregistrărilor audio de înalta fidelitate (ex. în studiouri de înregistrari). Aceste tipuri de microfoane au nevoie de o sursă de alimentare cu curent pentru a face posibilă funcționarea condensatorului și preamplificarea semnalelor.



*Fig. 8.7. Microfon cu condensator*

- *Microfoane dinamice:* în acest caz o bobină mobilă este acționată mecanic de diafragma capsulei microfonului și se mișcă într-un câmp electric, producând prin fenomenul de inducție electromagnetică un curent electric de o anumită intensitate (fig. 8.8.). Deoarece o membrană nu poate să răspundă cu aceeași eficacitate undelor sonore de frecvențe diferite, de cele mai multe ori se folosesc mai multe membrane și bobine pentru a surprinde vibrațiile produse de un spectru mai larg de frecvențe și apoi se combină ieșirile acestora. Aceste tipuri de microfoane nu necesită alimentare cu curent decât în cazul în care au încorporat un modul de preamplificare. Microfoanele dinamice sunt mai rezistente și pot capta surse de sunet puternice, de aceea sunt foarte des folosite. Totodată nu fac zgomot atunci când sunt manevrate. Neajunsul este că sunetul nu este atât de rafinat ca la alte tipuri de microfoane, însă în *live* diferențele sunt neglijabile.



*Fig. 8.8. Microfon dinamic*

- *Microfoane piezoelectrice.* Funcționarea acestui tip de microfoane se bazează pe fenomenul de piezoelectricitate. Anumite materiale convertesc vibrațiile externe în curent electric. Acestea sunt foarte des folosite ca microfoane de contact pentru instrumentele muzicale.

### 2. Din punctul de vedere al alimentării:

- *Pasive:* energia acustică reglează cantitatea de energie electrică dintr-un circuit alimentat independent (este cazul microfoanelor electrostatice).
- *Active :* energia acustică se transformă direct în energie electrică (așa cum se întâmplă la microfonul electrodinamic sau piezoelectric).

### 3. Din punct de vedere al caracteristicii de directivitate:

Directivitatea are o importanță crucială pentru microfoanele de *live*, de la care îți dorești să capteze o anumită sursă de sunet, ignorând-o pe alta – de exemplu, nu vrei ca microfonul de voce să capteze și instrumentele aflate pe scenă. Fiecare tip de microfon are un tipar de captare diferit, pentru aplicații diferite (fig. 8.9):

- *Microfoanele cardioid (unidirecționale)* captează doar sunetele din fața microfonului. *Microfoanele hypercardioid* (cunoscute și sub numele de *supercardioid*) au o zonă de captare și mai îngustă.
- *Microfoane bidirecționale.*
- *Microfoanele omnidirecționale* preiau sunetul din toate direcțiile. Pot fi folosite la conferințe la care vorbesc mai multe persoane și nu există câte un microfon pentru fiecare, iar volumul general nu este foarte mare.

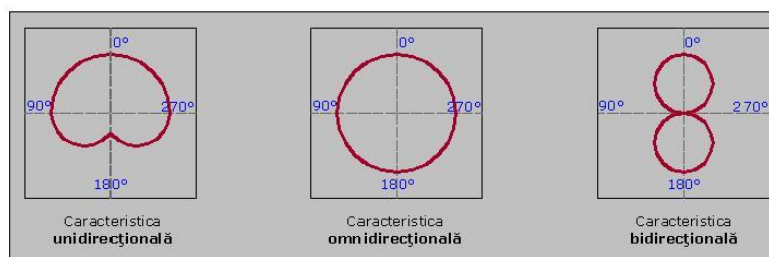


Fig. 8.9. Caracteristica de directivitate a microfoanelor

### 8.2.2. Microfoane folosite în televiziune:

*Microfoanele de mână (hand held).* Poate fi montat și pe camera de luat vederi și este folosit mai ales în interviurile făcute pe teren. Acesta este alegerea știriștilor de radio și televiziune care întâlnesc pe teren multe condiții dificile care îngreunează realizarea unor înregistrări audio.

*Microfoanele personale (personal mic, lavalier, clip-on mic).* Aceste microfoane oferă atât calitate audio, cât și dimensiuni de gabarit mici. Cu toate acestea, se recomandă să fie folosite mai mult pentru captarea sunetului din platouri. Nu sunt atât de fiabile precum cele dinamice, mai ales în cazul în care înregistrările trebuie să fie făcute în condiții meteo vitrege.

*Microfonul tip cască.* Acest microfon a fost proiectat special pentru comentarii sportivi. În mod normal, se folosește un microfon cu filtru pentru reducerea efectelor consoanelor ocluzive (filtrul pop). Căștile insonorizate redau două canale audio: canalul specific transmisiunii și canalul pentru indicațiile de regie.

*Microfoanele shotgun (girafa, boom)* sunt folosite pentru a se capta sunete mai ales în platourile TV, în care camerele de luate vederi sunt montate mai departe de actori și acestora li se impune să nu poarte microfoane de mână sau microfoane personale.

*Microfoane de rezonanță (boundary effect microphone)* numite și *PZ* sau *PZM*. Acest microfon captează, în mod special, sunetul reflectat. În anumite situații date, precum atunci când microfonul este pus pe tăblia unei mese, acest microfon are o putere de captare superioară altor microfoane.

*Microfoanele de contact (contact mics)*. Aceste microfoane captează sunetele când se află în contact direct cu sursa de acestora. Microfoanele de contact sunt montate, de obicei, pe instrumente muzicale și prezintă avantajul eliminării interferențelor provocate de prezența altor sunete și nu captează sunetele reflectate de alte obiecte învecinate.

Unele microfoane pot avea următoarele comutatoare:

*On/Off*: pornit/oprit.

*Low-cut filter*: reduce frecvențele joase. Dacă un vocal sau un lector are probleme cu consoanele și se aud „pocnete” la fiecare ”B” sau ”P”, sau efectul de proximitate devine o problema, se pornește acest filtru.

*PAD*. De la acest comutator se reduce sensibilitatea microfonului, eliminând sau reducând astfel distorsiunile.

### 8.2.3. Probleme ce pot apărea la amplasarea microfoanelor

#### a) *Efectul de proximitate.*

Cum se face că și cu ochii închiși puteți spune când o persoană vă vorbește de la 20 de centimetri sau de la 5 metri distanță?

O primă idee, ar putea fi aceea că atunci când o persoană vă vorbește de la o distanță de 20 de cm va vorbi mai tare decât cea amplasată la 5 metri distanță. Este doar o parte de adevăr, dar dacă vă gândiți mai bine e ceva mai mult decât atât. Veți dori să spuneți că vocea persoanei care vorbește lângă voi este „doar diferită” de cea a persoanei care vorbește de la o distanță mai mare. Acest „sună diferit” devine extrem de important atunci când se montează diferite scene la un loc. Sincronizarea benzilor audio fără a face observabilă (și enervantă) lipirea lor necesită înțelegerea a modului în care sunetul se modifică odată cu distanța.

Sunetul, în timpul parcurgerii distanței, pierde din frecvențele sale joase (bass-ul) și într-o mică măsură frecvențele înalte. Similar, microfoanele folosite la o distanță foarte mică creează ceea ce se numește efectul de proximitate – o redare exagerată a frecvențelor joase. Anumite microfoane au filtre speciale integrate pentru a reduce aceste frecvențe joase artificiale atunci când microfoanele se folosesc la distanțe foarte mici.

Când se folosesc microfoane direcționale amplasate la diferite distanțe, perspectiva sonoră sau audioprezența (balansul frecvențelor audio și al altor caracteristici acustice) va fi diferită de la un microfon la altul. În plus, diferite tipuri de microfoane și diferite condiții de audiție au caracteristici diferite care pot îngreuna procesul de editare audio. Aceste probleme se pot rezolva în cazul post-producției, când se pot adăuga diverse efecte de netezire a diferențelor observate. În această etapă de netezire, se utilizează egalizatoare grafice pentru a încerca cuplarea secvențelor audio dintre secvențe succesive.

Din moment ce obținerea unei potriviri perfecte între scene este greu de realizat, este mult mai simplu să țineți minte problemele generate de efectele de proximitate atunci când utilizați microfoane amplasate la distanțe diferite. Efectele de proximitate variază și în funcție de tipul de microfon folosit și de acustica locației în care vă aflați.

#### b) *Feedback-ul (microfonia)*

Feedback-ul (microfonia) are loc atunci când semnalul din boxe ajunge în microfon și este astfel amplificat din nou. Problema microfoniilor ține de mai mulți factori: amplasarea boxelor, setările mixerului și microfoane. Dacă se folosesc microfoane unidirecționale care nu sunt îndreptate către boxe și se evită efectul de proximitate, șansele sa se producă microfonie devin minime.

#### c) *Zgomotul dat de respirație:*

Consoanele puternice, cum ar fi “p” sau “b” pot produce zgomote. Aceeași problemă poate fi creată de suflu. Această problemă poate fi rezolvată cu un filtru ce se pune între vocal și microfon.

#### 8.2.4. Transmiterea sunetului

Semnalele de audiofrecvență (AF) captate de microfoane sau redade de magnetoscoape sunt transmise spre pupitrul de mixaj prin cabluri așa numite ecranate-simetrice (*balanced*). Ecranajul legat la masă are rolul de a împiedica interferența semnalului util pe cablu cu semnale parazite din exterior și invers. Semnalul simetric înseamnă același semnal transmis pe două fire, dar defazate cu 180°. Eventualele zgomote se vor suprapune pe cabluri cu același amplitudine, dar fazate.

Microfoanele furnizează semnale de nivel mic, care trebuie amplificate la nivel mare (nivel de linie). În cazul magnetoscoapelor, acestea cuprind preamplificatorii necesari amplificării semnalelor provenite de la capete. S-a stabilit un nivel unitar a valorii maxime a semnalelor AF în aplicații profesionale, și anume  $0\text{dB}=775\text{mV}$ . Așadar nivelul unui semnal se poate exprima în dB după formula  $\text{Niv}(\text{dB})=20\lg V(\text{mV})/775\text{mV}$ .

### 8.3. Echipamente de prelucrare a semnalelor AF

#### 8.3.1. Instalații de mixaj

Unitatea centrală și totodată cea mai complexă a instalației de sunet este pupitrul de mixaj sunet, care cuprinde o serie de circuite electronice care permit utilizatorului reglajele și corecțiile necesare obținerii unui rezultat din punct de vedere tehnic, fiziologic și artistic cât mai corect. Etajul de intrare este formată dintr-un preamplificator dotat cu reglaj al amplificării sau al câștigului (gain), de unde se reglează nivelul semnalului în vederea stabilirii unui maxim fără supramodularea următoarelor circuite. Acesta este urmată de un corector de ton sau egalizor de obicei pe 3-4 benzi, parametric sau full-parametric. Cu ajutorul acestui circuit se pot face corecții pe benzi de frecvență, de exemplu corectând acustica unei săli, neliniaritatea răspunsului în frecvență a microfoanelor sau a incintelor acustice, obținerea unor efecte sau reducerea nivelului de acroș sau microfonie (microfonia este reacția pozitivă rezultată de amplificarea excesivă a microfoanelor, amplasate în apropierea incintelor acustice). Desigur nu se recomandă modificarea exagerată a tonalităților deoarece strică naturaletatea sunetului original. Urmează “trimiterile” spre auxiliare, după denumire sunt o serie de ieșiri secundare care se pot folosi pentru sonorizarea platoului de filmare respectiv scenelor, utilizarea reverberatoarelor și a altor generatoare de efecte sonore sau intercomunicații. Cu ajutorul unui potențiomtru rectiliniu (*channel fader*) se reglează dozajul sau volumul pistei respective. Semnalele culese de pe cursorul potențiomtrilor de volum se însumează sau se mixează. Semnalul rezultat trece prin potențiomtrul de “general” sau master volume (*master fader*). Suma astfel obținută părăsește masa de mixaj.

Pupitrele de sunet sunt adaptate la necesități, de exemplu pupitele “live” sunt dotate cu auxiliare mai multe pentru sonorizarea scenei, pupitrele de imprimări au sisteme de intercomunicații între regie și studio, respectiv ieșiri directe pentru conectarea magnetofonelor multipistă. Mixerele de emisie sau broadcast sunt echipate cu generatoare de semnal test, intrări speciale de hibrid telefonic, amplificatoare controlate în tensiune sau VCA (*voltage controlled amplifier*). Există și pupitre digitale, capabile de a memora un număr de scene sau preseturi de utilizator, care se pot reîncărca la momentul dorit.

### 8.3.2. Echipamente auxiliare

Trebuie amintite aici procesoarele de dinamică, mai ales compresoarele, care reduc gama dinamică a semnalului pentru a împiedica apariția fenomenului de supramodulație și a mări inteligibilitatea sunetului.

În strânsă legătură cu instalațiile de mixaj se află echipamentele de înregistrare a sunetului, adică magnetofone, hard disc recordere, magnetoscoape, DAT recordere (*Digital Audio Tape*) și magnetofonele multipistă folosite în studiouri de imprimare.

Convorbirile telefonice “în direct” se realizează prin folosirea hibridului telefonic, care permite interconectarea unei linii telefonice automate cu pupitrul de sunet (bidirecțional).

Deși nu este un echipament “activ” trebuie amintită “centrala de legături” sau *patch-bay*-ul (similară cu centrala video) care de fapt este un câmp de jack-uri unde se regăsesc sosirile, plecările spre studio, intrările și ieșirile ale mixerului și a echipamentelor periferice. Legăturile se realizează cu cabluri scurte de înaltă calitate. Se ușurează astfel modificarea legăturilor, care altfel sunt mufate în spatele echipamentelor.

În muzica modernă și nu numai sunt necesare generatoare de efecte sonore, cum ar fi reverberația, întâzieri, chorus, flanger, octave-voice, voce de telefon sau de radio AM, etc. Parametrii ale acestor efecte sunt programate într-un procesor specializat, de unde o altă denumire – procesor de sunet. O necesitate o reprezintă re-sincronizarea sunetului cu imaginea în cazul în care se folosesc echipamente video digitale – se introduce în lanțul electro-acustic o linie de întâziere (*delay line*).

“Ascultarea” sunetului în regie de studio se realizează folosind incinte acustice de înaltă calitate, care se numesc monitoare de sunet. Acestea pot fi active sau pasive, în cazul pasivelor se folosesc amplificatoare de putere cu distorsiuni mici. O altă problemă care trebuie rezolvată este sonorizarea în platoul de filmare și intercomunicația în căștile crainicului.

## 8.4. Caracteristicile unui sunet de calitate

Parametrii care descriu calitatea unui semnal înregistrat:

a) *Fidelitatea*. Este un parametru care arată cât de mult seamănă semnalul înregistrat cu semnalul original (cel “auzit” de microfon) sau altfel spus, cât de distorsionat este semnalul înregistrat.

Fiecare aparat, montaj electronic sau chiar simplă componentă electronică prin care trece un semnal electric, transformă o anumită cantitate de energie din semnalul curat în alte semnale care nu seamănă absolut deloc cu semnalul original (curat). Aceste semnale poartă denumirea de *distorsiuni* și odată ce au fost create, nu pot fi niciodată scoase din semnalul util. Din acest motiv trebuie de la bun început să obții înregistrări audio fără distorsiuni audibile. Distorsiunile pot avea mai multe cauze și prin urmare pot fi de mai multe tipuri.

- *Distorsiuni de neliniaritate*, denumite și *distorsiunile armonice*, se caracterizează cel mai simplu cu un semnal sinusoidal. Acesta este un semnal periodic, adică forma lui de undă se repetă după o perioadă de timp, numită perioadă fundamentală. Inversul perioadei fundamentale se numește frecvența semnalului. Denumirea de semnal sinusoidal provine de la funcția matematică sin. Un semnal sinusoidal văzut pe osciloscop are următoarea formă (fig. 8.10.):



Fig. 8.10. Semnal sinusoidal

Semnalul sinusoidal este probabil cea mai naturală formă a unui semnal. Ca formă, seamănă cu forma la suprafața apei a unui val, cu deplasarea unui pendul care oscilează, cu tensiunea la un circuit LC pe care se aplică un impuls, etc. Fiind un semnal fundamental, se poate presupune că orice semnal periodic poate fi reprezentat printr-o sumă de sinusoidale. Orice semnal periodic are o frecvență, reprezentând frecvența semnalului sinusoidal de cea mai mică frecvență. Dar semnalul conține și alte sinusoidale în afară de aceasta, la dublul frecvenței fundamentale, triplul, etc.

Un exemplu este lovirea unei corzi. Deși vibrează la 1KHz, sunetul rezultat are în componență vibrații de 1KHz, 2KHz, 3KHz, 4KHz, etc, de diferite intensități. Acestea se numesc armonici și apar la multiplii întregi de perioadă fundamentală. Aceste armonici formează timbrul sunetului, sau mai general, pentru semnale, spectrul semnalului. Alt exemplu este semnalul dreptunghiular, care conține doar armonici impare ale frecvenței fundamentale (fig. 8.11.):

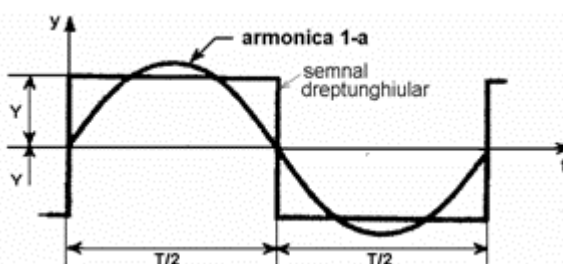


Fig. 8.11.

Un amplificator ar trebui doar să mărească semnalul, proces care nu introduce distorsiuni armonice fundamentale. În realitate însă, orice amplificator introduce armonici suplimentare. Suma armonicilor reprezintă un parametru, numit THD. Inițialele vin de la *Total Harmonic Distortion*, adică distorsiuni armonice totale. Apar din cauza neliniarității diferitelor componente active care fac parte dintr-un amplificator. Spre exemplu, dacă semnalul la intrarea unui tranzistor are amplitudine prea mare, tranzistorul va ieși din regim liniar și va intra în regim de saturație și/sau blocare, unde amplificarea este mult mai mică. Astfel vîrfurile semnalului vor fi atenuate și vor apărea distorsiuni THD. Este cazul clasic de *clipping*. Alt exemplu este reprezentat de distorsiunile de *crossover* din reglajul greșit al superdiodei, care reprezintă tot distorsiuni de neliniaritate. Distorsiunile de *crossover* apar indiferent de frecvența semnalului la intrare, atât timp cât nu apar și distorsiuni de amplitudine.

- *Distorsiunile de amplitudine*. Acestea sînt datorate faptului că unele frecvențe se amplifică mai mult decât altele. Un amplificator ideal amplifică la fel semnale de orice frecvență. Așa ceva nu există, iar ce se apropie cel mai mult de un asemenea amplificator este canalul Y de la osciloscop. Acesta poate amplifica egal frecvențe de la 0Hz pînă la zeci de Mhz. În cazul amplificatoarelor audio, un răspuns bun în bandă este mai greu de obținut, și chiar inutil. Urechea umană poate auzi în general semnale între 20Hz și 16KHz, și ar fi inutilă și dificilă realizarea unui amplificator de o bandă mai largă. Așadar, orice amplificator audio se va comporta ca și cum ar fi un filtru trece bandă, avînd două frecvențe de tăiere, la cele două capete a benzii de trecere. Capetele acestei benzi le găsim la frecvențele unde amplitudinea tensiunii la ieșirea amplificatorului scade cu 3dB față de răspunsul în banda de trecere. O variație de -3dB reprezintă scăderea la o valoare de 0,707 din valoarea inițială. Adică dacă un amplificator scoate la ieșire o tensiune de 5Vef în banda de trecere, atunci frecvențele limită sunt acolo unde tensiunea la ieșire scade la valorile de 3,53V.

Acest tip de distorsiuni duce la atenuarea frecvențelor de la capetele spectrului audio, iar unele instrumente muzicale de pe înregistrare se vor auzi mai slab.

- *Distorsiunile de fază* apar din cauza întîrzierii mai mari a sinusoidelor, în funcție de frecvență. Unele frecvențe ajung la ieșire mai defazate decît altele, în general, faza are o valoare

negativă pentru frecvențe joase, crește, are o zonă constantă pentru frecvențe medii, și crește la frecvențe înalte. Defazajul între intrare și ieșire, pentru diferite frecvențe, variază între -90 și +90 de grade.

Distorsiunile de fază nu alterează percepția sunetului.

- *Zgomotul (noise)* reprezintă zgomotul de bandă largă care apare la ieșire și este independent de semnalul de la intrare. Se aude în difuzoare sub forma unui fâșâit, similar cu sunetul unui radio FM care nu este pe post. Apare din mai multe cauze, în general din zgomotul intern al componentelor electronice pasive și active din etajele de intrare ale amplificatoarelor. O categorie aparte de zgomot este reprezentat de brumul de la rețea, un sunet continuu, cu frecvența fundamentală de 100Hz.

Din punct de vedere tehnic, fidelitatea este cel mai frecvent exprimată prin coeficientul de distorsiuni care, într-un mod foarte simplificat, arată cât % din energia semnalului obținut la ieșire conține distorsiuni. În ceea ce privește valorile pe care le poate lua coeficientul de distorsiuni: sub 0,5 – 1 % sunt practic insesizabile de către ureche, între 1 – 10 % sunt mai mult sau mai puțin acceptabile, iar peste 10% sunt foarte deranjante, afectând parțial sau total inteligibilitatea sunetului respectiv.

*b)Raportul semnal/zgomot (Signal Noise Ratio – SNR).* În timpul înregistrărilor audio, oricât ar fi de performante echipamentele folosite, pe lângă semnalul captat de sursa de semnal, vor exista semnale parazite. Prin urmare, raportul semnal/zgomot arată cât de puternice sunt semnalele parazite în raport cu semnalul util. Înainte de dezvoltarea tehnicilor de înregistrare a semnalelor pe suport digital, rar se puteau face înregistrări audio care să depășească un raport semnal zgomot de 70 dB (adică în care semnalele parazite să fie cu mai mult de 10 milioane de ori mai slabe decât semnalul util). Astăzi însă, înregistrările audio digitale pot trece destul de ușor peste un SNR de 90 dB (semnalul util este de 1 miliard de ori mai puternic decât semnalele parazite).

**Test de autoevaluare a cunoștințelor**

1. Devierea undelor sonore de la direcția lor de propagare caracterizează:
  - a. reflexia
  - b. frecvența
  - c. refracția
  - d. amplitudinea
  
2. Vumetrele măsoară:
  - a. semnalul audio în unități de volum
  - b. viteza sunetului
  - c. frecvența sunetului
  - d. sunetul vobulat
  
3. După modul de transformare a energiei acustice microfoanele se împart în:
  - a. cu condensator, dinamice și piezoelectrice
  - b. pasive și active
  - c. unidirecționale, omnidirecționale și bidirecționale
  - d. de rezonanță și de contact
  
4. Microfoanele cardioid captează sunetele provenite din:
  - a. două direcții
  - b. toate direcțiile
  - c. din fața microfonului
  - d. o zonă foarte îngustă din fața microfonului
  
5. Microfoanele de rezonanță captează sunetele:
  - a. într-un platou TV
  - b. reflectate
  - c. la filmările în afara studiourilor
  - d. la înregistrările sincron
  
6. Amplasarea incorectă a microfoanelor poate produce efectul de:
  - a. reverberație
  - b. rezonanță
  - c. proximitate și feedback
  - d. interferența semnalului util cu semnale parazite
  
7. Pupitrul de mixaj audio este:
  - a. un egalizator de benzi
  - b. unitatea centrală a instalației de sunet
  - c. un corector de benzi de frecvență
  - d. un preamplificator
  
8. Potențiometrul rectiliniu (*channel fader*) reglează:
  - a. dozajul și volumul unei piste de sunet
  - b. semnalul test
  - c. nivelul semnalului
  - d. microfonia
  
9. Fidelitatea sunetului este un parametru care:



- a. indică distorsiunile armonice fundamentale
  - b. introduce armonici suplimentare
  - c. arată cât de mult seamănă semnalul înregistrat cu semnalul original
  - d. reprezintă grafic forma unui semnal audio
10. Distorsiunile de fază reprezintă:
- a. coeficientul de distorsiuni
  - b. întârzieri ale sinusoidelor în funcție de frecvență
  - c. atenuarea frecvențelor la capetele spectrului audio
  - d. raportul semnal/zgomot

Răspunsuri corecte: 1C, 2A, 3A, 4C, 5B, 6C, 7B, 8A, 9C, 10B

## CAPITOLUL 9

### ELEMENTE ȘI SISTEME OPTICE

#### 9.1. Lumina

Omul este o ființă dependentă de lumină. Toate simțurile noastre sunt firește importante, dar percepția vizuală este recunoscută ca fiind cea mai importantă legătură cu mediul ambiant. Aproape 80% din toate informațiile ajung la creier prin ochi și, astfel, influențează într-un mod decisiv acțiunile umane. Vederea este posibilă mulțumită luminii - luminii naturale a soarelui, luminii solare reflectate de lună și luminii artificiale.

##### 9.1.1. Spectrul radiațiilor electromagnetice

Câmpul electromagnetic reprezintă o formă specială de existență obiectivă a materiei. Din punct de vedere microscopic, acesta are o repartiție continuă în spațiu și timp.

Câmpul electromagnetic este purtătorul unei cantități de energie de natură electromagnetică, energie capabilă să se transforme în alte forme de energie, cum ar fi : energie termică, energie mecanică, etc. Energia electromagnetică se propagă prin contiguitate (de la punct la punct) cu viteză de propagare finită. Pe lângă energie, câmpul electromagnetic posedă și impuls.

Câmpul electromagnetic este un ansamblu indisolubil format din câmpul electric și câmpul magnetic (fig. 9.1.), fiind generat de corpurile care se află în anumite stări sau având o existență independentă. Variația unui câmp electric produce un câmp magnetic variabil, căruia îi transferă în același timp și energia. La rândul ei, energia câmpului magnetic variabil creat generează un câmp electric care preia această energie. În acest fel energia inițială este transformată alternativ și permanent dintr-o formă în cealaltă, iar procesul se repetă ducând la propagarea acestui cuplu de câmpuri. Altfel spus, cele două câmpuri se generează reciproc pe măsură ce se propagă.

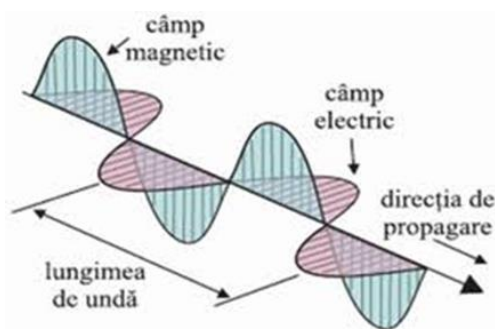


Fig. 9.1. Cele două componente ale câmpului electromagnetic

Cele două mărimi variabile sunt perpendicularare una față de alta și oscilează în aceeași fază. Câmpul electromagnetic constituie un sistem fizic, distinct de substanță, care reprezintă o realitate independentă. Acest sistem fizic se mai numește *radiație electromagnetică*. Prin definiție radiația electromagnetică constă în emisia de unde electromagnetice - care permit transmisia informației, respectiv a energiei, la distanță. Totalitatea frecvențelor (lungimilor de undă) posibile pentru unda electromagnetică constituie *spectrul electromagnetic* (fig. 9.2.).

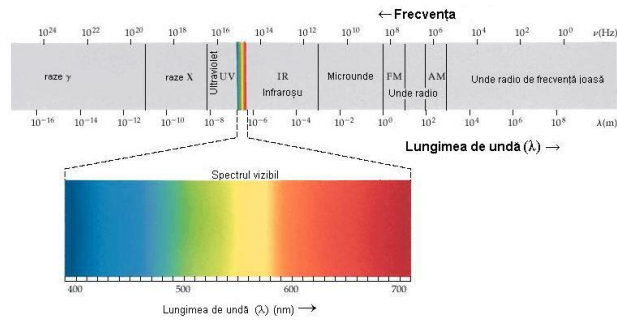


Fig. 9.2. Spectrul radiațiilor electromagnetice

9.1.2. Spectrul vizibil și spectrul fotografic

Din multitudinea de manifestări ale radiației electromagnetice, lumina este porțiunea din spectrul electromagnetic pe care sistemul vizual al omului o poate detecta. Este deci radiația electromagnetică percepută de un ochi normal ca o senzație vizuală. *Spectrul vizibil* (fig. 9.3.) acoperă lungimea de undă între 380 ... 760 nm și este încadrat de radiațiile UV - ultraviolete (180 - 380 nm) și IR - infraroșii (760 - 5000 nm). Fiecare bandă din spectrul vizibil produce o senzație diferită de culoare. Spectrul vizibil poate fi divizat în șase zone, corespunzătoare culorilor fundamentale: violet (380-440 nm), albastru (440-490 nm), verde (490-560 nm), galben (560-590 nm), portocaliu (590-630 nm), roșu (630-760 nm). Fenomenul senzației de culoare care implică interacțiunea energiei radiante vizibile cu sistemul vizual uman este un concept foarte important. Dacă sistemul vizual este stimulat cu o energie radiantă pură de 500 nm, subiectul va răspunde că lumina este “verde”; dacă lungimea de undă este schimbată la 585 nm, răspunsul va fi că lumina este “galbenă”. Compoziția spectrală a luminii este importantă pentru senzația de culoare produsă.

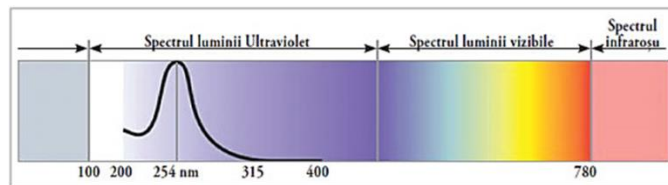


Fig. 9.3. Spectrul vizibil

Lumina desemnează gama frecvențelor / lungimilor de undă din spectrul electromagnetic care pot fi recepționate și de către ochiul uman. Lungimile de undă corespunzătoare se plasează în domeniul 380 ÷ 780 nm (fig. 9.4.). Cele mai multe surse nu radiază lumină monocromatică (lumină de o singură culoare, având o frecvență / lungime de undă unică). Ceea ce se numește lumină albă este un amestec al tuturor culorilor din spectrul vizibil.

roșu	~ 610-780 nm	~ 480-405 THz
oranj	~ 590-650 nm	~ 510-480 THz
galben	~ 575-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 510-560 nm	~ 600-530 THz
azuriu	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
albastru	~ 452-470 nm	~ 680-620 THz
violet	~ 380-424 nm	~ 790-680 THz

Fig. 9.4. Domeniul radiațiilor vizibile

Lumina monocromatică sau cea delimitată de o zonă foarte îngustă a spectrului vizibil determină senzația de culoare pură, pe când lumina ce conține toate radiațiile spectrului vizibil, de egală intensitate, determină senzația de lumină albă.

Sursele de lumină diferă în funcție de maniera în care se realizează transferul de energie de la sarcini electrice (electroni) la unda emisă. Astfel, dacă energia provine de la căldură, atunci sursa se numește *incandescentă*. Dacă energia inițială este de altă natură (chimică sau electrică) sursa se numește *luminescentă*. Un caz particular de sursă monocromatică și directivă este reprezentată de *laser*.

Pentru fiecare mod de a produce lumina există și un mod particular de a o detecta (așa cum căldura produce lumină incandescentă, la rândul ei lumina incandescentă - când este detectată - produce căldură măsurabilă).

Înregistrarea imaginilor fotografice este posibilă și în afara spectrului vizibil prin folosirea unor aparate și materiale fotosensibile speciale.

### 9.1.3. Propagarea luminii

Mediile în care se propagă lumina pot fi omogene și neomogene. Un mediu *omogen din punct de vedere optic* este acel mediu în care, în toate punctele, indicele de refracție  $n$  are aceeași valoare. În aceste medii, lumina se propagă pe drumul cel mai scurt, adică în linie dreaptă. Traiectoriile după care se propagă lumina se numesc *raze de lumină*.

Un mănunchi de raze de lumină formează un *fascicul de raze*, care pot fi: *paralele*, *convergente* și *divergente*.

La trecerea luminii printr-un *mediu neomogen*, la care indicele de refracție variază continuu de la punct la punct, razele de lumină se refractă neconținut și se propagă pe un drum curbiliniu. Propagarea luminii în astfel de medii este descrisă de un principiu general numit *principiul lui Fermat* sau *principiul drumului optic minim*, respectiv al *drumului minim*, care stipulează că lumina se propagă între două puncte pe acel drum pe care timpul de propagare este minim.

Ca o consecință a principiului lui Fermat este *principiul reversibilității razelor de lumină*, care arată că lumina care se propagă într-un anumit sens în lungul unei raze, se poate propaga în sens contrar, în lungul aceleiași raze.

Cu ajutorul principiului lui Fermat se obțin foarte ușor legile reflexiei și refracției luminii și se rezolvă o serie de alte probleme ale opticii geometrice.

#### ***Reflexia și refracția***

Din punct de vedere optic, un mediu transparent se caracterizează printr-o mărime fizică adimensională numită indice de refracție, notat cu  $n$  care arată de câte ori viteza luminii în vid ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s) este mai mare decât viteza luminii în acel mediu:

$$n = c/v \quad (9.1)$$

S-a constatat că în momentul în care un fascicul luminos întâlnește un mediu cu indice de refracție diferit decât cel al mediului din care provine, parțial se întorce în mediul inițial sub un unghi egal cu unghiul de incidență (fenomen numit reflexie) și o parte din fasciculul incident trece în cel de-al doilea mediu cu schimbarea direcției de propagare (fenomen numit refracție) (fig. 9.5.).

Raza incidentă, raza reflectată și cea refractată precum și normala la suprafața de separare în punctul de incidență sunt coplanare. Legea cantitativă a reflexiei afirmă că unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie, iar a refracției stabilește relația dintre indicii de refracție ai celor două medii și unghiurile de incidență și refracție:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (9.2)$$

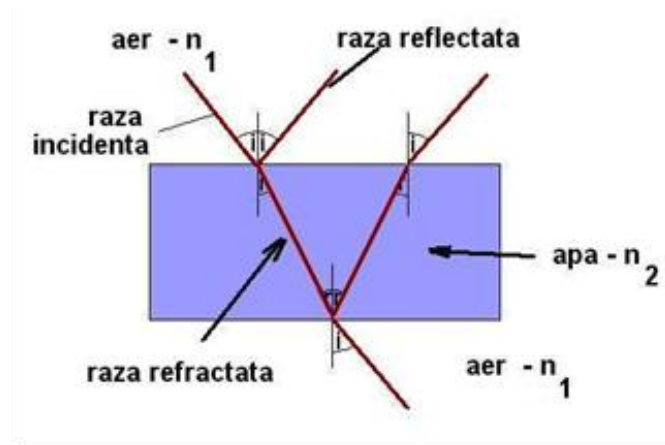


Fig. 9.5. Reflexia și refracția luminii

În cazul în care al doilea mediu este mai puțin refringent decât primul ( $n_2 < n_1$ ) raza refractată se îndepărtează de normală și peste unghiuri de incidență mai mari decât o valoare limită, care este funcție de  $n_2$  și  $n_1$ , raza nu mai trece în cel de-al doilea mediu, iar fenomenul se numește reflexie totală (fig. 9.6).

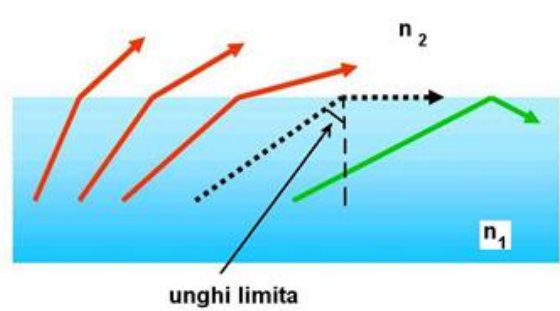


Fig. 9.6. Reflexie totală

### Absorbția

Lumina este absorbită la trecerea prin medii optice, în sensul că unda luminoasă pierde energie la parcurgerea mediului respectiv.

Absorbția are un caracter selectiv, ea depinzând de natura mediului absorbant și de lungimea de undă a unei luminoase, astfel, de exemplu, sticla nu absoarbe radiațiile vizibile, dar absoarbe radiațiile infraroșii și ultraviolete. Absorbția explică culoarea corpurilor: astfel, corpurile transparente (filtre) absorb radiațiile de toate lungimile de undă cu excepția celor care determină culoarea filtrului, în timp ce corpurile opace absorb toate lungimile de undă cu excepția celor reflectate și care determină culoarea corpului.

În funcție de domeniul spectral în care absorb, corpurile, respectiv substanțele chimice, pot fi incolore sau pot avea diverse culori.

Un corp are culoarea albă când reflectă toate culorile spectrului. El apare negru când absoarbe toate radiațiile luminoase. Corpurile colorate absorb radiațiile numai din anumite domenii ale spectrului vizibil - absorbție selectivă. Ochiul percepe numai radiațiile neabsorbite.

Atunci când un corp absoarbe selectiv într-un anumit domeniu de lungime de undă, radiațiile transmise, neabsorbite au culoarea complementară, după cum rezultă din tabel:

$\lambda$ absorbită (Å)	Culoarea spectrală absorbită	Culoarea complementară
4000-4350	violet	galben-verde
4350-4800	albastru	galben
5000-5600	verde	purpuriu
4900-5000	verde-albastru	roșu
5600-5800	galben-verde	violet
5800-5950	galben	albastru
6050-7600	roșu	verde-albastru

### *Transmisia luminii*

Transmisia este procesul prin care undele de lumină străpung suprafețele obiectelor și trec prin materialul din care sunt făcute acestea (fig. 9.7).

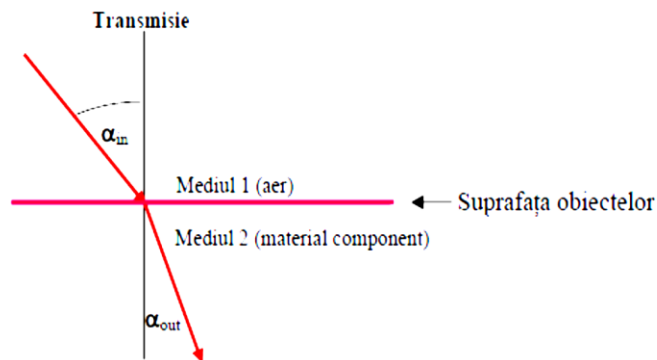


Fig. 9.7. Transmisia luminii

Transmisia însoțită de difuzie (împrăștiere), proces de refracție (deviere) a unei raze unidirecționale în mai multe direcții, se numește transmisie difuză.

Transmisia unei raze unidirecționale într-o rază unidirecțională, conform legilor optice, care nu este însoțită de difuzie (împrăștiere), se numește transmisie normală sau directă.

Transmisia normală sau directă se produce printr-o suprafață de sticlă perfect transparentă, caz ideal care nu se regăsește în practică. O suprafață de sticlă lustruită reflectată numai o mică parte din lumina incidentă, marea parte pătrunzând prin sticlă, conform legii fizice a refracției. Dacă bucata de sticlă are două fețe, două suprafețe lucioase- paralele prin care trece lumina, la prima suprafață o mică parte din lumină este reflectată, iar restul trece prin sticlă. La a doua suprafață, o mică parte din lumina refractată inițial este reflectată, iar restul trece prin suprafață și este refractată din nou, pe o direcție paralelă cu cea inițială. La trecerea prin sticlă, o parte din lumină este absorbită, dimensiunea acestei absorbții fiind dependentă de lungimea de undă a luminii. Multe sticle au o culoare cu tentă de verde deoarece o parte a lungimilor de undă lungi (roșu) și scurte (albastru) sunt absorbite în trecerea lor prin sticlă.

Prin urmare, la trecerea prin orice material solid transparent ca sticla, 4% din lumină este reflectată de suprafață. Prin urmare, cantitatea de lumină transmisă printr-o foaie de sticlă nu poate depăși 92% din cantitatea de lumină incidentă. Trebuie notat că proporția luminii reflectate de o suprafață crește considerabil dacă unghiul de incidență nu este normal și devine mai oblic.

Transmisia difuză se produce pentru materialele transparente care împrăștie lumina, adică o parte din lumina transmisă străpunge în direcții total diferite de lumina incidentă. Împrăștierea luminii se produce pe suprafețele plane deoarece:

- procesul de lustruire produce zgârieturi pe suprafața materialului transparent;
- textura suprafeței conține materiale cu diferiți indici de refracție.

În cazul materialelor transparente de tip foiță de hârtie, se produce o împrăștiere a luminii care conduce la o transmisie difuză.

Transmisia normală sau difuză lasă lungimea de undă a radiației luminoase neschimbată.

Transmitanța ( $\tau$ ) unui mediu (obiect făcut dintr-un anumit material) exprimă proprietatea acestuia de a transmite o parte din lumina incidentă. Se definește ca raport dintre fluxul luminos transmis prin mediul respectiv și fluxul luminos incident pe suprafața acestuia sau raportul dintre intensitatea totală a luminii transmise, în toate direcțiile, și intensitatea totală a luminii incidente pe suprafața acestuia.

Transmitanța totală a unei suprafețe este dată de suma dintre transmitanța sa normală și transmitanța sa difuză, determinate ca raport între fluxul transmis normal sau difuz, ceea ce matematic se exprimă prin relația:

$$\tau = \tau_n + \tau_d \quad (9.3)$$

Transmitanța unei suprafețe depinde de:

- lungimea de undă a luminii incidente;
- polarizarea și distribuția geometrică a luminii incidente.

Dacă este determinată de o singură lungime de undă transmitanța unei suprafețe este monocromatică sau spectrală. Pentru o anumită combinație de lungimi de undă este policromatică și depinde de distribuția spectrală a luminii incidente care trebuie specificată.

La trecerea printr-o substanță transparentă, lumina transmisă va suferi pierderi atât prin absorbție cât și prin reflexie. Pentru orice material, transmitanța variază mult în funcție de lungimea de undă incidentă pe suprafața sa. Transmitanța unei singure lungimi de undă se numește transmitanță spectrală.

### ***Interferența***

La compunerea a două oscilații de aceeași frecvență se pot distinge două cazuri:

- diferența de fază a celor două oscilații se menține constantă pentru un timp destul de lung; în acest caz intensitatea oscilației rezultante se deosebește de suma intensităților oscilațiilor inițiale, în funcție de diferența de fază, putând fi mai mare sau mai mică; oscilațiile se numesc coerente;

- diferența de fază a celor două oscilații variază neregulat în timp, în acest caz oscilațiile sunt incoerente, iar intensitatea oscilației rezultante este egală cu suma intensităților oscilațiilor componente (fig. 9.8.).

Numim interferență compunerea oscilațiilor coerente.

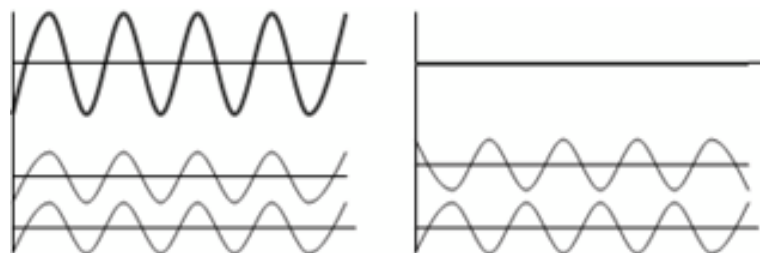


Fig. 9.8. a) Unde coerente în fază – interferență constructivă;  
b) Unde coerente în opoziție de fază – interferență distructivă

O metodă de obținere a două unde coerente constă în separarea printr-un ecran prevăzut cu două fante înguste (dispozitiv Young) a unui fascicul provenind de la o sursă de lumină monocromatică (fig. 9.9). Pe un ecran de observare se văd dungii luminoase și întunecoase, paralele, numite franje de interferență.

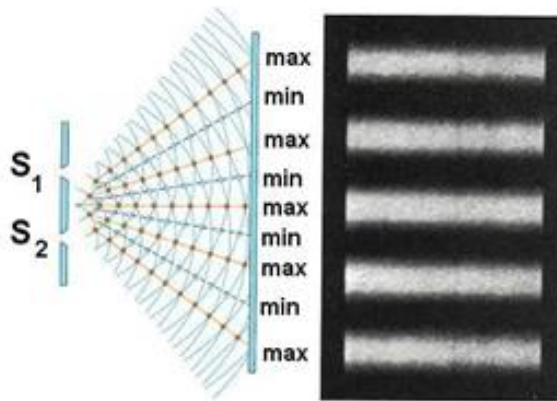


Fig. 9.9. Franje de interferență observate cu ajutorul dispozitivului lui Young

### ***Difracția***

Dacă lumina s-ar propaga sub forma unor raze rectilinii, ar trebui ca umbra unui corp opac iluminat cu un fascicul de raze paralele, să fie net delimitată, iar trecerea de la umbră (0%) la lumină (100%) să se facă brusc.

În realitate, trecerea nu este câtuși de puțin bruscă. Zona întunecată începe să se lumineze treptat, încă înainte de linia de proiecție geometrică a corpului opac. Iar în zona de proiecție geometrică a regiunii luminate apar o serie de zone alternative mai intens și respectiv mai slab luminate.

Undele, indiferent de natura lor, sunt capabile să ocolească obstacole de dimensiuni comparabile cu lungimea lor de undă, acest fenomen numindu-se *difracție*. Conform principiului lui Huygens, fiecare punct de pe frontul de undă poate deveni sursă secundară (fig 9.10.).

În cazul în care dimensiunea obstacolului este mai mare decât lungimea de undă a fenomenului ondulator, el împiedică propagarea mai departe a undelor (de exemplu, un sunet nu poate trece de un zid foarte lung și foarte înalt, dar ocolește și trece prin difracție un zid de mărimea lungimilor de undă (0,1 la 20 m) ale sunetelor obișnuite).

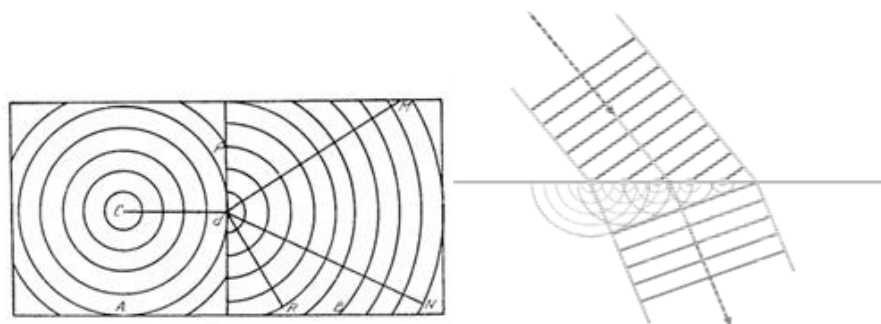


Fig. 9.10. Ilustrarea principiului lui Huygens



Difracția luminii constă în ocolirea de către lumină a obstacolelor de dimensiuni comparabile cu lungimea sa de undă (fig. 9.11.).

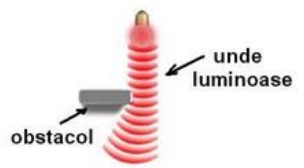


Fig. 9.11. Fenomenul de difracție

Lărgirea fasciculului luminos după ce lumina ocolește obstacolul de dimensiuni comparabile cu lungimea sa de undă

Dacă privim un izvor de lumină punctiform, printr-o fantă îngustă, se observă o lărgire a luminii, în direcția perpendiculară pe lungimea fantei (fig.9.12). Pe această lărgime se observă dungi luminoase și întunecoase paralele cu fanta. Pe un ecran opac plasat în calea razelor de lumină care provin de la un izvor punctiform se observă umbra cu marginile estompate, acest lucru însemnând că în zona de umbră formată după regulile geometrice a pătruns lumina, ocolind marginile ecranului. Acest tip de difracție se numește Fresnel.

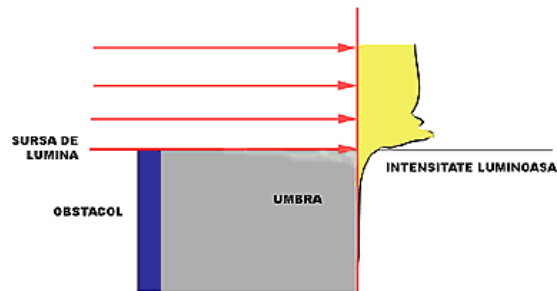


Fig. 9.12. Difracție Fresnel

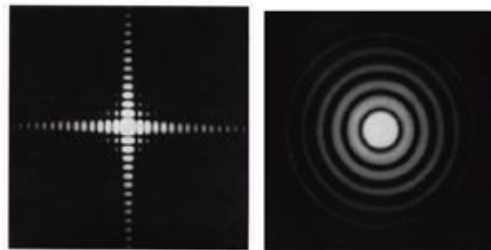


Fig.9.13. Difracție Fraunhofer pe o fantă pătratică și pe una circulară

Dacă fasciculul de lumină trece printr-o fantă îngustă, razele de lumină fiind paralele și înainte și după difracție, difracția este de tip Fraunhofer (Fig. 9.13 și 9.14.).

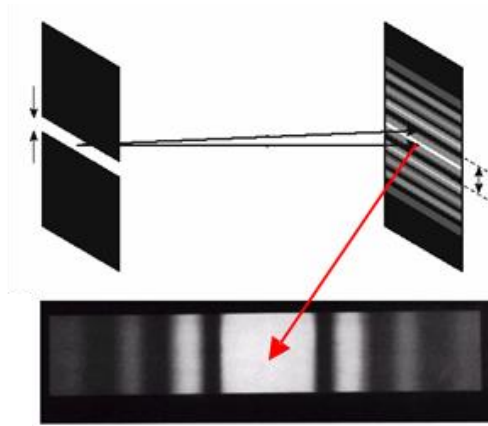


Fig. 9.14. Difracție Fraunhofer

Dacă difracția se face pe două fante paralele și egale ca dimensiuni, figura de difracție arată ca în imagine (fig. 9.15.).

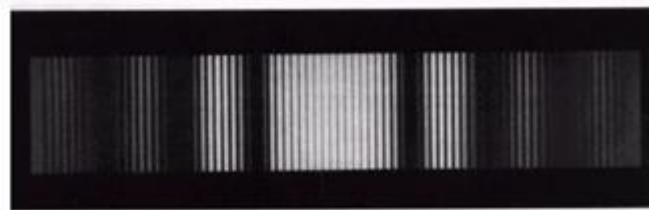


Fig. 9.15. Figură de difracție pe două fante (Fraunhofer)

În cazul unei rețele de fante, intensitatea maximelor principale crește cu numărul fantelor, poziția regiunilor depinzând de lungimea de undă.

Difracția este un fenomen complex, de compunere coerentă a radiației provenită de la mai multe surse din spațiu.

În esență ea reprezintă ansamblul fenomenelor datorate naturii ondulatorii a luminii, fenomene care apar la propagarea sa într-un mediu cu caracteristici eterogene foarte pronunțate.

Dacă pe o rețea de difracție este incidentă o undă monocromatică, are loc un fenomen complex: difracția luminii produsă de fiecare fantă și interferența luminii provenite de la toate fantele.

În esență, atât difracția, cât și interferența sunt fenomene de compunere coerentă a radiației; deosebirea dintre ele este mai mult de natură teoretică și este dată în principal de întinderea spațială a surselor de la care provine radiația.

Aceste fenomene sunt determinate de difracția luminii, iar zonele alternative mai întunecate și mai luminoase poartă numele de franje de difracție.

Difracția este importantă în fotografie deoarece apare la trecerea luminii printr-o fantă și anume diafragma obiectivului.

### ***Dispersia luminii***

Dispersia este fenomenul de dependență a vitezei de propagare (și deci a indicelui de refracție) a luminii de lungimea de undă (frecvența) acesteia.

Fenomenul a fost pus în evidență de către Newton, prin descompunerea luminii albe la trecerea printr-o prismă optică (fig. 9.16.); în acest caz, unghiul de emergență al razei de lumină și unghiul de deviere a acesteia față de direcția inițială sunt dependente de indicele de refracție al materialului din care este confecționată prismă și, deci, de lungimea de undă a radiației luminoase.

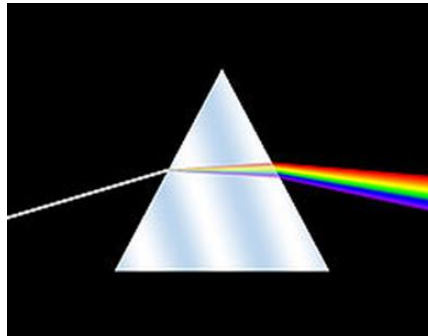


Fig. 9.16. Dispersia luminii

Dispersia luminii, prin descompunerea acesteia în radiații cu lungimi de undă diferite, se folosește pentru analiza spectrală a surselor de radiații.

### **Polarizarea luminii**

Efectul de "lumină" este creat de acțiunea componentei electrice a câmpului electromagnetic asupra anumitor substanțe aflate în celulele de pe retina ochiului.

Direcția de propagare a undei este perpendiculară pe planul în care se află intensitatea câmpului electric  $E$  și intensitatea câmpului magnetic  $H$ . Din această cauză vectorii  $E$ ,  $H$  și  $v$  (viteza de propagare a undei) formează un triedru drept (fig. 9.17.).

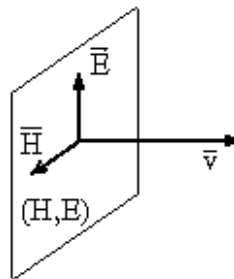


Fig. 9.17. Câmpul electric și cel magnetic al unei unde electromagnetice oscilează într-un plan perpendicular pe direcția de propagare

În funcție de modul în care vectorul  $E$  oscilează în planul perpendicular pe viteza de propagare, se pot deosebi următoarele trei situații distincte:

1. *Lumina nepolarizată (naturală)*, când vibrațiile vectorului  $E$  au aceeași amplitudine pe toate direcțiile din planul  $(E, H)$  (fig. 9.18a.). Este cazul luminii emise de soare sau de alte surse de lumină uzuale.

2. *Lumina parțial polarizată*, când amplitudinile de vibrație sunt mai mari pe o anumită direcție din planul  $(E, H)$  decât pe celelalte direcții (fig. 9.18b.). O astfel de lumină se obține din cea naturală prin fenomene optice de reflexie, refracție, etc. Tipică pentru această situație este lumina reflectată pe suprafața apei sau a sticlei de geam.

3. *Lumina total polarizată (plan polarizată sau liniar polarizată)*, când vectorul  $E$  oscilează doar pe o singură direcție din planul  $(E, H)$  (fig. 9.18c.). Planul determinat de direcția de vibrație a lui  $E$  și direcția de propagare se numește *plan de vibrație*. Lumina total polarizată se obține prin fenomenul de birefrință (dublă refracție sau anizotropie optică), ce apare în substanțe în care viteza de propagare a luminii depinde de direcția de propagare. Cea mai cunoscută substanță birefringentă este *spatul de Islanda*.



Fig. 9.18

a) Lumina naturală (nepolarizată) b) Lumina parțial polarizată c) Lumina liniar polarizată

Unele cristale birefringente prezintă fenomenul de *dicroism*; adică, una dintre componentele polarizate este absorbită mai mult decât cealaltă. Dacă un astfel de cristal este tăiat la grosimea potrivită, una dintre componente este practic stinsă prin absorbție, pe când cealaltă este transmisă în cantitate apreciabilă.

Dispozitivele care prin fenomene de reflexie, refracție, birefrință, dicroism, difuzie etc. duc la polarizarea luminii se numesc *polarizori*. Dacă într-un astfel de dispozitiv intră *lumină naturală*, la ieșire se obține lumină polarizată. Rotind dispozitivul planul de vibrație se rotește, dar *intensitatea fascicolului rămâne constantă*.

#### 9.1.4. Marimi fotometrice

**Fluxul luminos ( $\Phi$  sau  $F$ )**, denumit și putere luminoasă sau simplu lumină, reprezintă partea puterii radiante generată de o sursă pe care omul o percepe drept lumină.

Unitatea de măsură pentru fluxul luminos emis de o sursă este **lumenul (lm)**. Un lumen este egal cu fluxul luminos emis de o sursă punctiformă cu intensitatea de o candelă, care radiază uniform, în toate direcțiile. Lumenul a fost derivat din candela, unitatea standard de măsură pentru intensitatea luminoasă, o candelă reprezentând fluxul luminos emis de o sursă punctiformă într-o anumită direcție, în timp ce un lumen reprezintă fluxul luminos emis de aceasta în toate direcțiile.

Fluxul luminos se exprimă în funcție de distribuția puterii spectrale-SPD (*Spectral Power Distribution*) care caracterizează complet puterea luminii pe care o emite o sursă pentru fiecare lungime de undă din spectrul vizibil. SPD variază mult în funcție de tipul sursei de lumină. Spre exemplu, sursele de lumină incandescente și soarele, prin lumina naturală a zilei, produc un spectru de lumină continuu și neted. Sursele de lumină fluorescentă produc un spectru de lumină combinat, format dintr-un spectru continuu, foarte întins, produs de particulele de fosfor și dintr-un spectru liniar, produs de descărcarea mercurului (fig. 9.19.).

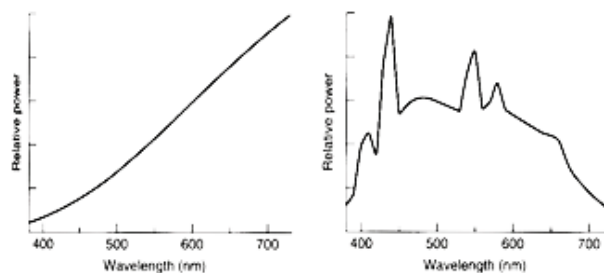


Fig. 9.19. Distribuția puterii spectrale relativ la lungimea de undă: sursă incandescentă (stânga) și sursă fluorescentă (dreapta)

Compoziția spectrală și puterea unui flux luminos depind de capacitatea suprafețelor obiectelor din natură de a emite lumină sau de a fi iluminate de aceasta.

Toate celelalte mărimi fotometrice se raportează la fluxul luminos.

Fluxul luminos definește caracteristicile energetice ale surselor de lumină și este utilizat pentru determinarea randamentului și eficienței luminoase a surselor de lumină și a instalațiilor de iluminat.

**Eficiența luminoasă  $\eta$**  a unei surse de lumină reprezintă raportul dintre fluxul luminos  $\Phi$  emis de sursă și puterea absorbită din rețeaua electrică de către sursa de lumină.

Eficiența luminoasă este un indicator economic al unei surse de lumină.

În cazul unei transformări ideale a energiei electrice absorbite de o sursă care emite o lumină monocromatică cu lungimea de undă de 555, 5 nm rezultă o eficiență luminoasă  $\eta = 683 \text{ lm/W}$ . În realitate, sursele actuale de lumină artificială au o eficiență luminoasă mult mai mică.

**Intensitatea luminoasă ( $I$ )** caracterizează lumina radiată de o sursă de lumină. Reprezintă o măsură a cantității de lumină emisă de o sursă într-o anumită direcție. Se definește ca fiind fluxul luminos radiat de o sursă de lumină pe o direcție dată.

Intensitatea luminoasă a unei surse variază mult în funcție de direcția în care se măsoară lumina emisă, motiv pentru care se specifică numai împreună cu direcția respectivă. Spre exemplu, becul incandescent cu difuzie prin lustră emite cantități de lumină semnificativ diferite pe direcțiile orizontală și în jos, dar nu emite în direcția verticală în sus deoarece nu permite lustra. Un proiector emite numai printr-un con îngust cu o deschidere foarte mică și nimic în orice altă direcție.

Intensitatea luminoasă eliberată de o sursă de lumină punctiformă, care emite un flux luminos  $F$  într-un con îngust, pe direcția care formează un unghi  $\omega$  cu direcția normală, se exprimă matematic prin relația:

$$I = \lim_{\omega \rightarrow 0} F/\omega \quad (11.4)$$

Unitatea de măsură standard a intensității luminoase este **candela**. Intensitatea luminoasă de 1 candelă reprezintă un flux luminos de un lumen emis de o sursă de lumină punctiformă într-un unghi solid de un steradian.

**Luminanța ( $L$ )** reprezintă intensitatea luminoasă eliberată de unitatea de suprafață. Dacă unitatea de suprafață emite un flux luminos de intensitate luminoasă  $I$  pe o direcție dată, atunci luminanța  $L$  este dată de raportul  $I/s$ . Într-un singur punct al sursei:

$$L = \lim_{s \rightarrow 0} F/s \quad (11.5)$$

Unitatea de măsură standard pentru luminanța unei suprafețe este **candela / metru pătrat**, abreviată în mod uzual la **cd/m<sup>2</sup>**.

Luminanța se specifică pentru un punct al suprafeței care radiază lumina și variază mult, ca valoare, în funcție de:

- poziția fiecărui punct pe suprafața care radiază lumina;
- unghiul de vizualizare al fiecărui punct de pe suprafața care radiază lumina. Valoarea luminanței unui punct de pe o suprafață care radiază un flux luminos variază considerabil în funcție de poziția punctului respectiv pe suprafața de emisie sau de reflexie. De aceea, pentru determinarea luminanței trebuie specificate atât poziția punctului pe suprafața care emite sau reflectă o intensitate luminoasă, cât și direcția în care suprafața respectivă radiază lumina. În mod evident, luminanța oricărei suprafețe de reflexie depinde de iluminanța sursei de lumină care luminează suprafața respectivă. Deoarece iluminanța unei surse variază mult de la un punct la altul al suprafeței pe care o luminează, luminanța unei suprafețe de reflexie variază și ea considerabil de la un punct la altul al său.

Luminanța suprafețelor iluminate, ca suprafețe de reflexie, variază mult în funcție de unghiul de vizualizare. Spre exemplu, majoritatea suprafețelor reale nu reflectă lumina uniform, în toate direcțiile, iar suprafețele lucioase reflectă foarte puternic în direcții speculative.

Luminanța suprafețelor reprezintă o măsură a strălucirii luminii, fiind interpretată de creier drept strălucire a culorii, parametru determinat de intensitatea luminii independent de lungimea sa de undă, care determină cromaticitatea culorii. Luminanța suprafețelor de emisie sau reflexie este o măsură fizică a luminii, fiind determinată de intensitatea fluxului de lumină emis sau reflectat de o suprafață, în timp ce strălucirea culorii suprafeței respective are o semnificație determinată de capacitatea de reacție a ochiului uman la stimuli de lumină.

**Nivelul de iluminare  $E$**  definește fluxul luminos care ajunge pe suprafața iluminată. Nivelul de iluminare este un criteriu pentru necesarul de lumină și deci determină numărul de surse de lumină într-o zonă. Unitatea de măsură a nivelului de iluminare este **luxul [lx]**.

Nivelul de iluminare reprezintă mărimea de bază pentru dimensionarea instalațiilor de iluminat.

Acuitatea vizuală a ochiului uman depinde în mare măsură de nivelul de iluminare a câmpului vizual. Odată cu creșterea nivelului de iluminare crește, în general, și acuitatea vizuală. Altfel spus, la nivele de iluminare ridicate sau scăzute, ochiul uman distorsionează percepția vizuală a culorii. Astfel, la nivele de iluminare scăzute viziunea culorii nu mai este normală deoarece viziunea photopică începe să fie înlocuită cu viziunea scotopică.

### 9.1.5. Temperatura de culoare

De regulă, intensitatea tuturor lungimilor de undă din spectrul vizibil se exprimă prin temperatura sursei care le emite. Altfel spus, temperatura culorii este măsura intensității luminii radiate de o sursă. În fond, este o măsură a intensității relative a tuturor lungimilor de undă din spectrul vizibil deoarece este determinată prin comparație cu temperatura la care este încălzită o sursă de lumină de referință (corp negru absolut).

Temperatura de culoare a unei surse de lumină se definește ca fiind temperatura la care se încălzește radiatorul negru etalon pentru a obține nuanța de culoare a luminii emisă de sursa respectivă. Prin definiție, temperatura culorii radiatorului cu corp negru etalon este egală cu temperatura suprafeței sale, exprimată în grade Kelvin ( $K^{\circ}$ ).

Unitatea de măsură standard pentru temperatura culorii este **gradul Kelvin ( $K^{\circ}$ )**.

O rază de lumină cu intensitatea de o candelă are temperatura culorii de  $1800 K^{\circ}$ . Experimentele efectuate de CIE (*International Commission on Illumination*) au demonstrat că temperatura de culoare poate fi reprezentată simbolic sub următoarea formă (fig. 9.20.):



Fig. 9.20. Reprezentarea temperaturii de culoare conform CIE

Această reprezentare arată că intensitatea luminii, exprimată prin temperatura de culoare a sursei care o emite, variază în funcție de lungimea sa de undă. Se observă că intensitatea culorilor spectrale crește de la roșu către albastru, roșul fiind cea mai rece culoare vizibilă, iar albastrul cea mai fierbinte, lucru total opus asocierilor tradiționale făcute de om pentru aceste culori. Roșul este considerată culoare fierbinte deoarece metalele încinse radiază roșu și focul este roșiatic, dar roșeața acestor surse considerate calde este dată de faptul că roșu este prima culoare emisă de sursă atunci când căldura crește. Drept dovadă, becurile incandescente radiază o culoare roșiatică spre gălbui pe toată durata lor de viață. Albastru este considerată culoare rece deoarece gheața reflectă culoarea luminii zilei făcând-o să apară albastră, iar gerul apare uneori tot albastru.

Temperatura de culoare, ca măsură a intensității luminii, definește condițiile de iluminare specifice unei surse de lumină. Experimentele efectuate de CIE au demonstrat că temperatura de

culoare variază considerabil de la o sursă de lumină la alta, prin urmare condițiile de iluminare variază corespunzător, cu implicații majore în interpretarea culorilor la nivelul creierului uman. Spre exemplu, pentru o sursă de lumină incandescentă, temperatura de culoare este aproape egală cu cea a radiatorului cu corp negru etalon, în timp ce temperatura de culoare a unei surse de lumină fluorescentă este mult diferită de cea a sursei de referință și de aceea cele două definesc condiții de iluminare mult diferite.

Pentru a defini clar condițiile de iluminare determinate de diferite surse de lumină, CIE a definit pentru acele surse care diferă mult de sursa de referință așa numita temperatură color corelată - CCT (*Correlated Color Temperature*). CCT este egală cu temperatura de culoare a sursei de referință cea mai apropiată de temperatura de culoare a sursei de iluminare.

Condițiile de iluminare variază mult în funcție de tipul sursei de lumină care le definește, deoarece temperatura de culoare a acestora variază mult de la una la alta. În consecință, pentru descrierea corectă a culorilor majoritatea producătorilor de echipamente care reproduc digital culorile spectrului vizibil au adoptat ca temperatură de culoare pentru cele mai uzuale surse de lumină următoarele valori:

<i>Lumina soarelui</i>	<i>de la 4300 până la 6,500 °K</i>
<i>Cer albastru- senin</i>	<i>de la 12000°K până la 27000° K</i>
<i>Ceracoperit- înnorat</i>	<i>7000 °K</i>
<i>Sursa fluorescentă cu lumină albă</i>	<i>6500 °K</i>
<i>Sursa cu arc electric</i>	<i>5000 °K</i>
<i>Bec incandescent</i>	<i>de la 2400 °K până la 2700°K</i>
<i>Blitz de culoare albă</i>	<i>6000 °K</i>

### 9.1.6. Caracteristici fundamentale ale culorii

#### *â Senzația de culoare*

Senzația de culoare, denumită simplu culoare, reprezintă senzația vizuală produsă de lumina care atinge retina ochiului uman. Ea este determinată de variația sensibilității sistemului vizual uman la lumina din mediul înconjurător. Razele de lumină care ating ochiul generează culoarea văzută de om. Soarele, sursa primordială de lumină, emite raze de lumină. Obiectele din mediul înconjurător, naturale sau construite de om, care produc și emit, ca și soarele, raze de lumină sunt numite surse de lumină sau iluminanți. Culoarea obiectelor sau materialelor din mediul înconjurător care nu produc și nu emit raze de lumină, este vizibilă numai dacă sunt iluminate de o sursă de lumină.

Senzația de culoare este determinată de următorii factori:

- proprietățile fizice ale luminii și caracteristicile surselor care-o generează;
- proprietățile optice ale materialelor care formează obiectele luminate;
- construcția fiziologică a ochiului și psihologia creierului uman.

Culoarea reprezintă o proprietate a luminii și este determinată de:

- lungimea sa de undă, care-i definește parametrii de cromaticitate, percepuți de om drept culoare;
- intensitatea sa, care-i definește parametrul luminanță, perceput de om ca strălucire a culorii.

Cele două proprietăți fizice ale luminii definesc culoarea prin parametri de culoare independenți, cromaticitatea unei culori fiind determinată numai de lungimea de undă, iar luminanța numai de intensitatea acesteia.

Generic vorbind, orice combinație de unde de energie electromagnetică care impresionează, în mod specific, retina ochiului uman, definește o culoare care este mai întunecată sau mai strălucitoare, în funcție de intensitatea lungimilor de undă componente.

### ***Culoarea obiectelor din natură***

Culoarea este efectul produs asupra ochiului uman de undele electromagnetice emise sau reflectate de corpurile din mediul înconjurător pe direcția acestuia. După cum emit sau nu unde electromagnetice, corpurile din natură se împart în surse de lumină și obiecte colorate.

**Sursele de lumină** sunt corpuri sau obiecte care emit unde electromagnetice, respectiv lumină. În funcție de compoziția undelor de lumină pe care le pot genera și emite către alte obiecte din mediul înconjurător acestea pot fi:

- c. monocromatice, dacă generează și emit o singură lungime de undă;
- d. policromatice, dacă generează o combinație de lungimi de undă.

Culoarea emisă de o sursă de lumină este dată de *lungimea de undă dominantă* care produce senzația de culoare și de *intensitatea* lungimii respective de undă care produce senzația de strălucire sau luminozitate. Deoarece intensitatea luminii pe care o emit sursele este de regulă ridicată, ochiul uman distinge cu greu culoarea acestora, multe fiind percepute ca monocromatice, deși în realitate nu sunt.

*Spectrul* unei surse de lumină reprezintă domeniul radiațiilor electromagnetice produs și emis de sursa respectivă ca lumină vizibilă, domeniul lungimilor de undă pe care le poate produce și emite ea fiind, de regulă, mult mai larg.

Spectrul unei surse de lumină este inclus sau cel mult egal cu spectrul vizibil.

**Obiectele colorate** sunt corpuri din natură sau create de om care vin în contact cu lumina emisă de sursele de lumină.

Lumina se comportă diferit în raport cu obiectele cu care vine în contact, undele de lumină fiind absorbite, reflectate, transmise sau emise de suprafețele acestor obiecte. Astfel, lumina reflectată este lumina care se lovește și se îndepărtează de obiectul către care a fost emisă pe direcția ochiului uman. Lumina absorbită este cea care nu a fost nici reflectată și nici nu a trecut prin obiectul către care a fost emisă. Lumina transmisă este cea care a trecut prin obiectul către care a fost emisă (fig. 9.21.).

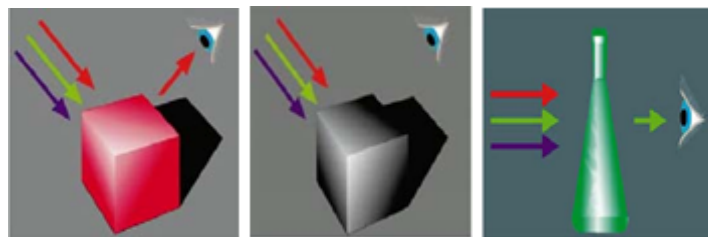


Fig. 9.21. Lumina reflectată Lumina absorbită Lumina transmisă

Culorile obiectelor sunt determinate nu numai de caracteristicile optice ale suprafețelor lor, ci și de orientarea acestora în spațiu, care afectează compoziția luminii care ajunge la suprafața obiectului respectiv pe direcția ochiului uman.

**Obiectele opace** au culoarea determinată de lungimile undelor de lumină pe care le reflectă, restul undelor de lumină fiind absorbite de acestea. Obiectele care reflectă toate lungimile de undă au culoarea alb, iar cele care le absorb pe toate au culoarea negru. Obiectele



care reflectă, absorb, transmit și eventual emit lungimile de undă în proporții diferite au nuanța de culoare din spectrul vizibil determinată de combinația undelor de lumină reflectate.

*Obiectele translucide sau transparente* teoretic nu au culoare deoarece transmit, împrăștiat sau nu, toate undele de lumină emise către ele. În realitate însă, ele tind să aibă culoarea puținelor lungimi de undă pe care le reflectă, absorb o mică parte și transmit marea majoritate a lungimilor de undă care cad pe suprafața lor.

*Obiectele incandescente*, care generează și emit lungimi de unde luminoase datorită temperaturii lor ridicate, au culoarea determinată de natura particulelor solide emise pe direcția ochiului uman. În mod uzual, această culoare este percepută ca fiind roșu încins sau alb încins. Obiectele incandescente reprezintă surse de lumină termale care emit o mică parte din energia lor (aproximativ 10%), sub formă de particule solide încinse, ca lumină vizibilă, iar restul ca lumină infraroșu sau ultravioletă.

*Obiectele fluorescente și fosforescente*, care absorb undele de lumină emise către ele și, ca o consecință, emit alte unde de lumină cu caracteristici diferite, au culoarea determinată de lungimile de unde pe care le emit pe direcția ochiului uman. Pentru că emit lumină, obiectele fluorescente, care emit alte lungimi de unde pe întreaga durată a procesului de absorbție, și cele fosforescente, care continuă emisia chiar și după ce procesul de absorbție încetează, reprezintă surse de lumină.

### 9.1.7. Percepția vizuală a culorii

Percepția culorii este definită de modul în care ochiul, prin construcția sa fiziologică, interpretează și deosebește culorile din spectrul vizibil.

Culoarea este senzația dată de undele de lumină reflectate de un obiect luminat sau emise de o sursă de lumină către ochiul uman. La nivelul ochiului, irisul reglează cantitatea de lumină care pătrunde prin pupile (lentile), către retină. Pupilele focalizează lumina către retină, funcție de lungimea sa de undă.

Retina, considerată parte a creierului, este o structură nervoasă complexă, care conține două tipuri de receptori sensibili la lumină, numiți bastonașe (*rods*) și conuri (*cones*), datorită formei lor fizice (fig. 9.22). Acești receptori transformă lumina în impulsuri nervoase care creează senzația de culoare pe creierul uman.

Receptorii de tip bastonaș, sensibili la intensitatea luminoasă, disting între întuneric și lumină. Structural, ei sunt activi la nivele scăzute de lumină, au timp redus de răspuns la stimuli luminoși și conțin substanțe care absorb lumina. Din acest motiv ei nu deosebesc culoarea, fiind responsabili cu vederea pe timpul nopții. Receptorii de tip con, sensibili la diferitele lungimi de undă pe care creierul le interpretează drept culori, sunt activi la nivele ridicate de lumină și permit percepția culorii pe timpul zilei. Structural, ei conțin niște substanțe chimice numite pigmenți, care contribuie la crearea senzației de culoare și au timp rapid de răspuns la stimuli de lumină.

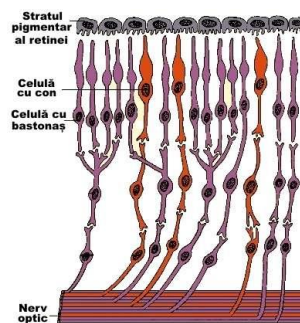


Fig. 9.22. Structura retinei

Percepția culorii la nivelul creierului uman trebuie definită ținând cont că:

- este rezultatul stimulării simultane a celor trei categorii de receptori din retină;
- este afectată de lumina mediului înconjurător și de adaptarea ochiului la această lumină;
- diferite combinații de lungimi de undă pot fi percepute ca senzații de culoare identice (metamerism).

Oricum, în reproducerea culorilor din mediul înconjurător, trebuie avut în vedere că lumina vizibilă percepută drept culoare de sistemul vizual uman este mai mult psiho- fiziologică decât fizică.

**Percepția fizică** a culorii se bazează pe pigmentii de culoare din retină, fiecare categorie de receptori tip conținând câte un pigment care reflectă una din cele trei categorii de unde luminoase și le absoarbe pe celelalte două.

Răspunsul receptorilor din retină la diferiți stimuli de lumină are, în principiu, forma curbelor de răspuns ridicate pe baza experimentelor lui Newton (fig. 9.23).

Pe baza acestor curbe de răspuns au fost determinate curbele de combinare a culorilor folosite pentru reprezentarea acestora în vederea descrierii, captării, sau reproducerii.

Cele trei categorii de receptori tip con răspund în mod diferit la diferitele lungimi de undă din lumina vizibilă și, prin urmare, au curbe de răspuns diferite. Diferența între semnalele recepționate de la cele trei categorii de receptori tip con permite creierului să perceapă o gamă largă de culori diferite.

Nervul optic interpretează impulsurile nervoase primite de la retină, prin intermediul receptorilor sensibili la lumină și creează, la nivelul creierului uman, senzația de culoare. Și astfel, omul poate percepe și distinge milioane de culori și nuanțe de gri.

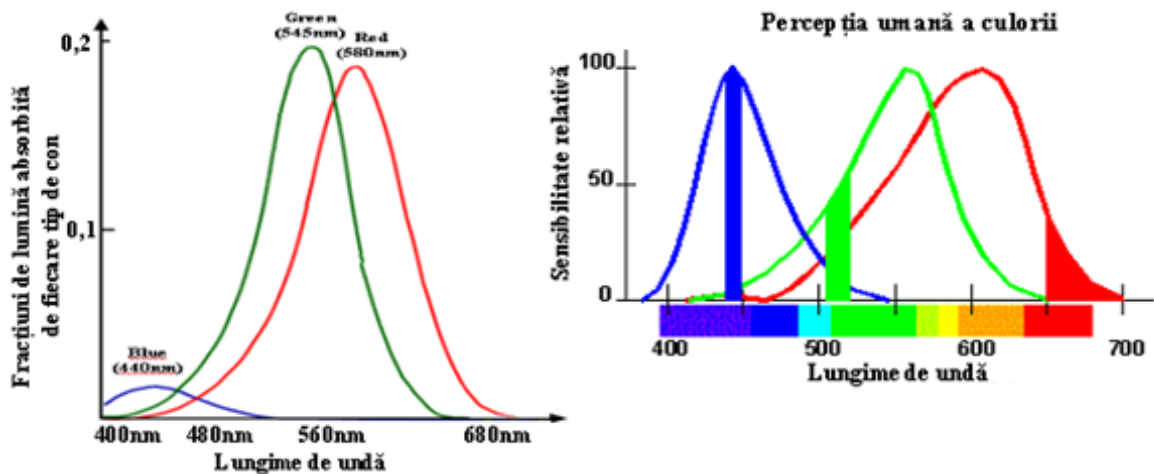


Fig. 9.23. Curbele de răspuns spectral pentru fiecare tip de con din retina ochiului uman

**Percepția fiziologică a culorii** este determinată de particularitățile fiziologice ale indivizilor. Ca orice senzație fiziologică, culoarea nu este percepută la fel de toate persoanele, după cum nici vederea aceleiași persoane nu este la fel pe tot parcursul vieții sale. Practic, nu există culoare absolută deoarece particularitățile fiziologice sau afecțiunile ochiului uman pot produce anomalii de interpretare a culorilor. Din acest motiv, doi indivizi pot percepe culori diferite pentru același obiect.

**Percepția psihologică a culorii** este determinată de factorii emoționali specifici mediului social în care trăiește fiecare persoană și determină, la rândul ei, efectele socio-economice ale culorilor. Culoarea poate fi considerată un fenomen psihologic deoarece exprimă numai caracteristicile luminii detectate de ochiul omului care sunt afectate de factori emoționali pasași la nivelul subconștientului uman. În acest context unele culori creează emoții diferite, uneori chiar opuse. Spre exemplu, în cultura multor popoare, negrul este asociat cu moartea și durerea,

iar albul semnifică viață și puritate. În Orient însă, albul este culoarea tradițională pentru doliu și durere.

### 9.1.8. Caracteristicile culorii

La nivel conceptual, culoarea este caracterizată prin cromaticitatea sa, determinată de lungimea de undă sau de mulțimea lungimilor de undă care o definește, și de strălucirea sau luminozitatea sa, determinată de intensitatea undei de lumină. Lungimea de undă și intensitatea culorii fiind determinate de energia electromagnetică, reprezintă cantități fizice, în timp ce cromaticitatea și strălucirea acesteia, fiind determinate de percepția umană a culorii, sunt psihologice.

Caracteristicile pe baza cărora ochiul uman deosebește culorile sunt nuanța (*hue*), saturația și strălucirea (*brightness*). Sistemele de măsurare și reprezentare a culorilor folosesc pentru descrierea culorilor spectrului vizibil parametri (de culoare) care se referă la aceste trei caracteristici intrinseci ale culorii.

**Cromaticitatea** unei culori este definită de nuanța și saturația acesteia, luate împreună.

**Nuanța culorii** (*hue*) este parametrul de culoare determinant de lungimea de undă dominantă din mulțimea lungimilor de undă care formează culoarea respectivă. Este definită de gradația unei culori în interiorul spectrului vizibil.

**Saturația culorii** este parametrul de culoare determinant de puritatea culorii, adică de lungimile de undă care se combină cu lungimea de undă dominantă ce definește nuanța culorii. Reprezintă intensitatea unei nuanțe de culoare. O nuanță pură, fiind definită de o singură lungime de undă, este complet saturată.

**Strălucirea** (*brightness*) sau **luminozitatea** (*luminance*) culorii este parametrul de culoare determinant de intensitatea undelor de lumină care o definesc. Mai multă lumină înseamnă unde de lumină de intensitate mai mare care determină culori mai intense sau mai strălucitoare. Intensitatea luminii se exprimă prin temperatura culorii sursei care o emite.

Pentru a obține o descriere formală, nu și foarte precisă, a culorilor spectrului vizibil care să indice, generic, relațiile dintre aceste culori s-a reprezentat nuanța culorii pe circumferința Cercului color al lui Newton (fig. 9.24.), iar saturația acesteia pe rază. Strălucirea culorii a fost reprezentată pe linia acromatică care trece prin centrul cercului, de la negru, prin diferite nuanțe de gri, către alb, fiind considerată constantă în raport cu cromaticitatea unei suprafețe.



Fig. 9.24. Cercul lui Newton

Culorile complet saturate (o singură lungime de undă) sunt plasate pe circumferința cercului, iar lumina acromatică (combinație a tuturor lungimilor de undă în proporții egale), în centrul acestuia. Pornind, pe Cercul lui Newton, de la *Red* către *Blue* și de la origine către

circumferință, se trece de la lungimi de undă lungi la cele scurte și de la combinații în proporții egale de lungimi de undă către o singură lungime de undă, parcurgând astfel toate culorile vizibile. Strălucirea culorilor, considerată constantă în raport cu cromaticitatea lor, este reprezentată în originea cercului.

Strălucirea sau luminozitatea unei culori se raportează la proprietățile suprafeței pe care cade lumina și la caracteristicile sursei de iluminare. Strălucirea culorii percepută de om nu este proporțională cu reflexivitatea suprafeței de incidență, ci se află într-o relație logaritmică. Totodată s-a observat că suprafețe diferite, iluminate diferit, pot fi percepute ca având aceeași strălucire și că nuanța și saturația culorii sunt aceleași pentru o valoare dată a acesteia.

## 9.2. Noțiuni de optică geometrică

*Optica* este acea ramură a fizicii care studiază lumina și fenomenele luminoase. Optica are următoarele ramuri: optica ondulatorie, optica fonică (corpulară) și optica geometrică.

*Optica geometrică* studiază propagarea luminii prin diferite medii sau prin suprafețele de separare ale acestora, fără a lua în considerare natura ondulatorie sau corpulară a luminii.

*Raza de lumină* este o porțiune dintr-o dreaptă de-a lungul căreia se propagă lumina. Ansamblul format de mai multe raze de lumină formează un fascicul luminos. Acesta poate fi fascicul convergent, divergent sau fascicul de raze paralele (fig. 9.25.) în care  $l$  este drumul geometric parcurs de lumină în acel mediu.

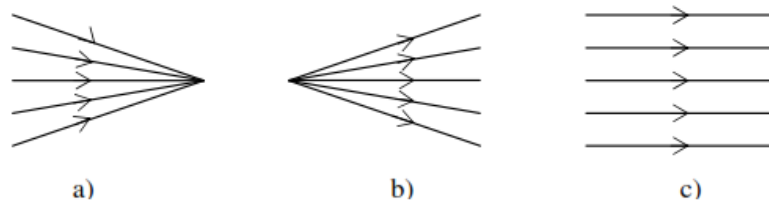


Fig. 9.25. Fascicul de lumină: a) convergent b) divergent c) paralel

Drumul optic într-un mediu dat și într-un timp dat este egal cu:

$$[l] = n \cdot l \quad (9.6)$$

### 9.2.1. Principii ale opticii geometrice

a) *Principiul propagării rectilinii a luminii*: într-un mediu omogen și izotrop lumina se propagă în linie dreaptă până la întâlnirea unui obstacol sau a unui alt mediu.

b) *Principiul independenței propagării razelor luminoase*: razele luminoase incoerente care se întâlnesc într-un punct nu se influențează reciproc, păstrându-și fiecare direcția inițială de propagare.

c) *Principiul reversibilității drumului razelor*: O rază de lumină care parcurge un sistem optic într-un sens, va parcurge sistemul pe același drum optic dacă este dirijată în sens invers.

d) *Principiul lui Fermat*: Drumul optic parcurs de o rază luminoasă între două puncte este un extremum în raport cu oricare alt drum posibil între acele puncte. Acest extrem este un minim.

e) *Teorema Malus – Dupin*: Dacă din mediul obiect (aflat înaintea sistemului optic) pornește un fascicul de raze normale la suprafața echifază  $\Sigma$ , după parcurgerea sistemului optic (prin reflexii și refracții), razele din fasciculul emergent sunt normale la suprafața echifază imagine  $\Sigma'$ . Drumurile optice pentru fiecare rază dintre cele două suprafețe echifază sunt egale.

### 9.2.2. Formarea imaginilor

Problema majoră a opticii geometrice este cea a formării imaginilor unor obiecte prin intermediul sistemelor optice. Orice corp (obiect) este alcătuit dintr-o mulțime de puncte, care aparțin așa-numitului *spațiu obiect*. Imaginea obiectului, dată de sistemul optic este reprezentată de mulțimea punctelor corespunzătoare celor care formează obiectul și care fac parte din *spațiul imagine*. (fig.9.26.).

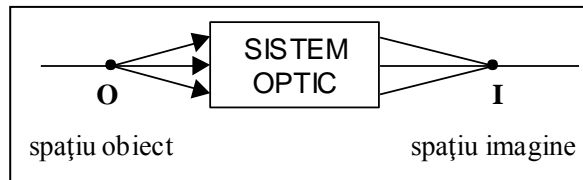


Fig 9.26. Formarea imaginilor

Pentru ca imaginea să reproducă exact obiectul, trebuie ca sistemul optic să realizeze o aplicație biunivocă între punctele spațiului obiect și cele ale spațiului imagine, adică fiecărui punct din spațiul obiect să-i corespundă unul și numai unul din spațiul imagine. Această condiție este numită *stigmatism riguros*. Punctul obiect și imaginea sa se numesc *puncte conjugate*. Deci, imaginea unui obiect este *stigmatică* dacă sistemul optic respectă condiția de stigmatism riguros, în caz contrar ea fiind o imagine astigmatică. Din punct de vedere fizic, pentru ca un sistem optic să formeze imagini stigmatice, este necesar ca toate razele de lumină care pleacă dintr-un punct obiect și trec prin acesta să se întâlnească în același punct din spațiul imagine, care este punctul imagine. În practică se constată că nu există sisteme optice care să realizeze condiția de stigmatism riguros dar se acceptă un *stigmatism aproximativ*, în care imaginea unui punct obiect este nu un punct ci un volum (deci mai multe puncte) din spațiul imagine, cu condiția ca dimensiunea acestui volum să fie suficient de mică, în funcție de tipul receptorului. Acest lucru este posibil întrucât receptorii optici (retina, emulsii fotografice, etc.) au o distribuție discontinuă a elementelor fotosensibile. Astfel, celulele fotosensibile din retină – conuri și bastonașe – sunt dispuse la distanțe de ordinul a 5  $\mu\text{m}$ , iar cristalele fotosensibile din emulsii au între ele distanțe ale căror valori determină rezoluția emulsiei, exprimată prin numărul elementelor fotosensibile pe unitatea de lungime.

Se demonstrează că se poate asigura condiția unui stigmatism aproximativ (cu aberații neglijabile) în cazul *aproximației Gauss a fasciculelor paraxiale* (fascicule înguste, apropiate față de axa optică a sistemului și foarte puțin înclinate față de aceasta). În continuare, cu excepția cazurilor în care se va specifica altfel, vom considera că lucrăm în condiția de stigmatism.

Imaginea unui punct este *reală* dacă ea se formează la intersecția razelor propriu-zise care pornesc de la punct; ea este *virtuală* dacă se formează la intersecția prelungirilor razelor care pornesc de la punctul respectiv (fig. 9.27).

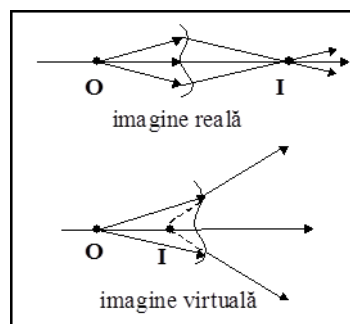


Fig. 9.27. Imagine reală și imagine virtuală

O imagine reală este dată de un fascicul convergent și poate fi localizată pe un ecran, iar o imagine virtuală este produsă de un fascicul divergent și nu poate fi localizată pe un ecran.

### 9.2.3. Componente optice fundamentale

#### *Dioptrul sferic*

Un dioptru sferic este o calotă sferică care separă două medii transparente de indici de refracție diferiți (Fig.9.28.).

Un dioptru sferic este caracterizat de următoarele mărimi:

- centrul optic al dioptrului care reprezintă centrul suprafeței sferice a acestuia;
- axa principală a dioptrului  $OI$ , reprezintă axa care trece prin centrul dioptrului și este și axa de simetrie a acestuia;
- axele secundare, de exemplu  $MC$ , reprezentate de oricare dintre razele suprafeței dioptrului;
- vârful dioptrului  $V$ , reprezentat de intersecția axei principale cu suprafața dioptrului.

Atunci când indicele de refracție al mediului din interiorul sferei dioptrice este mai mare decât al mediului exterior, dioptrul este *convergent*, iar în caz contrar el este denumit *divergent*.

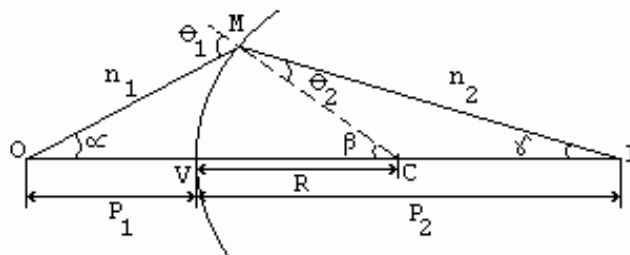


Fig. 9.28. Dioptrul sferic

Razele de lumină care pleacă din  $O$ , după ce trec prin suprafața refractantă, se intersectează în punctul  $I$  formând imaginea obiectului  $O$ .

Pentru stabilirea relațiilor matematice legate de orice dioptru sferic sau combinație de dioptrii sferice se face următoarea convenție: toate distanțele luate de-a lungul axei principale vor avea originea în vârful  $V$  al dioptrului, considerând pozitive distanțele măsurate de la  $V$  spre dreapta (sau în sensul propagării luminii) și negative pe cele măsurate spre stânga.

De asemenea, vom considera pozitiv segmentul perpendicular pe axa optică dirijat în sus și negativ pe cel orientat în jos.

Unghiul pe care o rază de lumină îl face cu axa optică (principală sau secundară) este considerat pozitiv, atunci când rotirea razei către axa optică respectivă se face în sensul trigonometric (invers acelor de ceasornic), și negativ, dacă această rotire se face în sens invers (în sensul acelor de ceasornic).

Planele perpendiculare pe axă care trec prin punctele conjugate  $O$  și  $I$  se numesc *plane conjugate*. Alte elemente ale dioptrului sunt *focarele* acestuia. *Focarele* unui dioptru reprezintă locul unde este situat un izvor punctiform pentru ca razele care pleacă de la el și se refractă să fie paralele cu axul optic principal, respectiv locul în care se întâlnesc razele refractate provenite dintr-un fascicul incident paralel.

Focarele principale sunt punctele de pe axa optică principală în care converg razele unui fascicul paraxial, paralel cu axa optică principală (*focar real*) sau prelungirile acestor raze (*focar virtual*). Distanța de la vârful dioptrului la focar se numește distanță focală.



Conform definiției de mai sus, rezultă că focarul reprezintă punctul a cărui imagine se formează la infinit (*focar obiect*) sau imaginea unui punct situat la infinit (*focar imagine*).

Fasciculele paralele cu o axă optică secundară (sau prelungirile acestora) converg, după trecerea printr-un dioptru, într-un *focar secundar*, situat pe axa optică secundară. Locul geometric al focarelor secundare este în general o suprafață sferică concentrică cu dioptrul; în cazul aproximației gaussiene aceasta se reduce la un plan, perpendicular pe axa optică principală, numit *plan focal* (fig. 9.29.). Evident, focarul principal se găsește la intersecția dintre acest plan și axa optică principală.

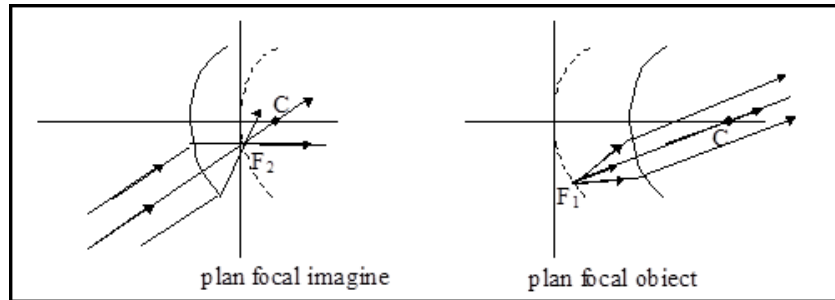


Fig. 9.29.

Dioptrii nu pot fi folosiți decât asociați, câte doi sau mai mulți.

Un ansamblu de doi dioptrii plani paraleli formează o lamă transparentă cu fețe plan paralele, iar un ansamblu de doi dioptrii plani înclinați unul față de altul formează prisma.

Un ansamblu de doi dioptrii curbi sau unul curb și unul plan constituie o *lentilă*.

### **Lentile**

*Lentila optică* este un mediu transparent separat de exterior prin doi dioptri neparaleli.

O lentilă simplă se compune dintr-un material transparent mărginit de două suprafețe șlefuite, în general sferice. Forma lentilei și caracteristicile materialului determină proprietățile optice ale acesteia:

- *Axa optică* este axa de simetrie a lentilei, care trece prin centrele de curbură ale suprafețelor ei. Când una dintre suprafețe este plană, axa optică este cea perpendiculară pe suprafața plană care trece prin centrul de curbură al celeilalte suprafețe.
- *Focarele lentilei* sînt acele puncte în care se concentrează (sau din care diverg) razele de lumină care vin într-un fascicul paralel orientat după axa optică.
- *Distanța focală* este distanța dintre lentilă și focar.
- *Puterea optică* este inversul distanței focale exprimate în metri. Unitatea de măsură a puterii optice este dioptria, egală cu  $m - 1$ . Lentilele convergente au puterea optică pozitivă, iar cele divergente negativă.

După forma și poziția celor doi dioptri, lentilele se clasifică în două categorii:

- *lentile convergente*, care transformă un fascicul paralel într-unul convergent (constructiv, lentilele convergente sunt mai groase la mijloc și mai subțiri la margini și pot fi de trei feluri: biconvexe, planconvexe, meniscuri convergente);
- *lentile divergente*, care transformă un fascicul paralel într-unul divergent (constructiv, lentilele divergente sunt mai subțiri la mijloc și mai groase la margini și pot fi de trei feluri: biconcave, planconcave, meniscuri divergente).

Figura 11.30. prezintă diferitele tipuri constructive din cele două categorii de lentile.

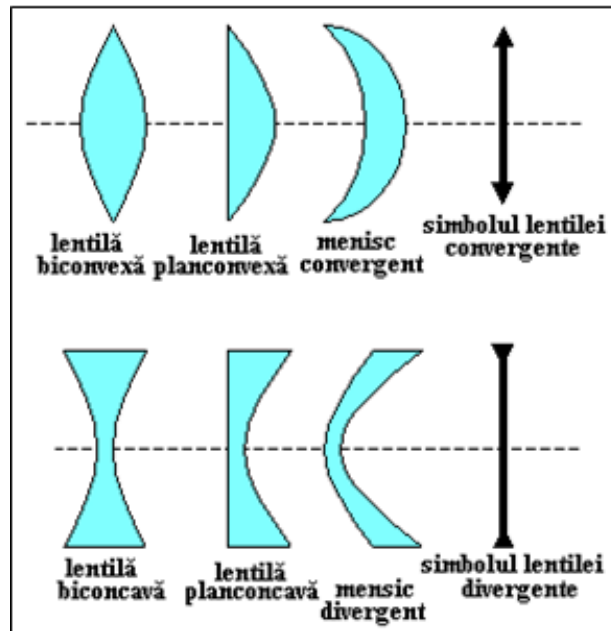


Fig. 9.30. Tipuri de lentile

Pentru lentilele subțiri, focarele principale sunt plasate simetric față de lentilă și, în aproximația gaussiană, se află împreună cu focarele secundare în același plan (fig. 9.31.)

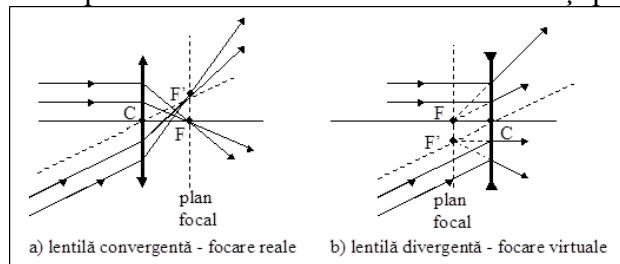


Fig. 9.31.

### Construcția imaginilor în lentile subțiri

De obicei, construcția imaginilor se face folosind două raze particulare, al căror drum este cunoscut, alese dintre următoarele:

- o rază provenind de la obiect, pe direcția centrului optic al lentilei; și care, după trecerea prin lentilă, nu este deviată de la direcția inițială;
- o rază provenind de la obiect, paralelă cu axa optică principală și a cărei direcție, după trecerea prin lentilă, trece prin focarul principal imagine;
- o rază provenind de la obiect, pe direcția focarului obiect și care, după trecerea prin lentilă, are direcția paralelă cu axa optică principală;
- o rază provenind de la obiect, paralelă cu o axă optică secundară și a cărei direcție, după trecerea prin lentilă, trece printr-un focar secundar, aflat la intersecția axei optice secundare respective cu planul focal imagine (fig. 9.32. și fig. 9.33.).

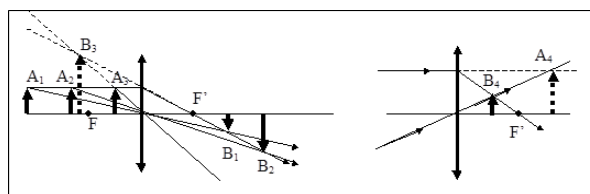


Fig. 9.32. Imagini în lentile convergente



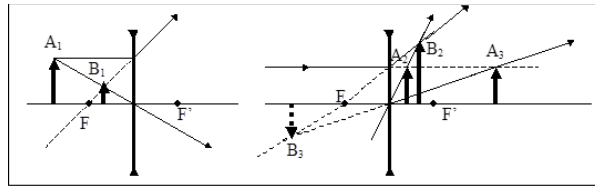


Fig. 9.33. Imagini în lentile divergente

Cele mai multe lentile au suprafețele sferice pentru că această formă se realizează cel mai ușor, dar pentru anumite aplicații sînt necesare suprafețe asferice, de exemplu hiperbolice.

Pentru obținerea unor imagini de bună calitate adesea lentilele se folosesc în combinații atent calculate, numite lentile compuse. Acestea se folosesc la obiectivele aparatelor fotografice și la alte instrumente optice ca microscopul, telescopul, luneta, etc.

### ***Aberațiile lentilelor și sistemelor optice***

#### ***1. Distorsiunile „în pernă și butoi”***

Distorsiunile „în pernă” și „în butoi” sunt determinate de lipsa simetriei obiectivului în raport cu diafragma, fapt care provoacă modificarea raportului de mărire, la periferia lentilei comparativ cu axul optic. Dacă imaginea este marită la periferie în raport cu centrul, apare distorsiunea „în pernă” (engl. *pincussion*) iar dacă este micșorată în raport cu centrul, apare distorsiunea „în butoi” (engl. *barrel*). Doar o construcție simetrică a obiectivului și cu diafragma plasată exact în centrul optic permite obținerea unei imagini nedistorsionate.

Dacă diafragma este situată anterior de centrul optic, adică între centrul optic și subiectul de fotografiat, se produce o deformare „în butoi” (fig. 9.34.) în timp ce diafragma plasată între centrul optic și planul peliculei (ori captor) determină o deformare „în pernă” (fig. 9.35.).

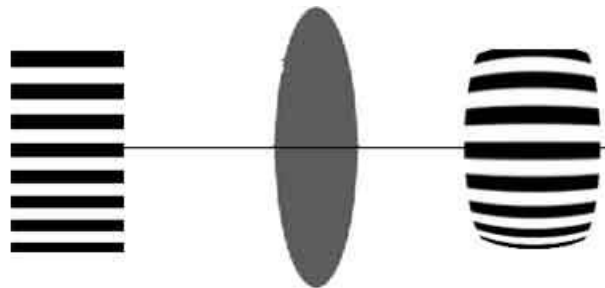


Fig. 9.34. Distorsiune tip „în butoi”, ce apare în situația în care centrul optic al sistemului este situat înapoia diafragmei (caz tipic pentru superangulare).

Această problemă se regăsește și la obiectivele cu focale extreme, unde grupul anterior de lentile acționează ca o diafragmă pentru grupul posterior (de regulă mult mai complex) și apar deformări „în butoi” pentru superangularele retrofocale și „în pernă” pentru teleobiectivele moderne cu grup posterior divergent. În cazul teleobiectivelor, datorită unghiului mic de câmp, distorsiunea este mică și tolerabilă. În cazul superangularelor retrofocale, distorsiunea „în butoi” este mare și se corectează prin introducerea intenționată a unei distorsii „în pernă”.

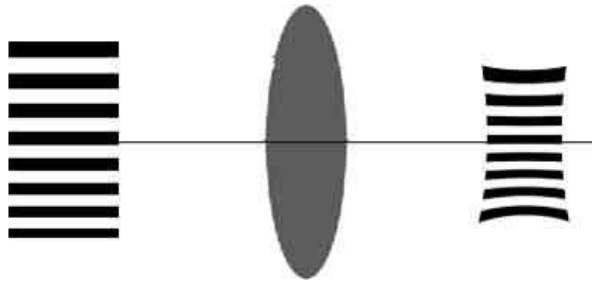


Fig. 9.35. Distorsiie „pincussion (în pernă)” ce apare în cazul în care centrul optic al sistemului este localizat anterior față de diafragmă (caz tipic pentru teleobiective).

Subiectul devine extrem de delicat în cazul obiectivelor *zoom* (transfocatoare). Prin scopul lor, acestea își pot modifica distanța focală, implicit și poziția centrului optic.

Prin modificarea focalei transfocatoarelor, centrul optic se mută anterior pentru focale mai mari sau posterior, pentru focale mai mici. Deoarece diafragma este situată într-o poziție fixă, indiferent de distanța focală, în cazul acestui tip de obiectiv proiectanții au trebuit să facă un compromis între distorsiunile „în pernă” la poziția tele și cele „în butoi” la poziția superangular.

## 2. Astigmatismul

Astigmatismul reprezintă defectul unei lentile de a nu putea focaliza în același plan razele care abordează sistemul optic pe diametre perpendiculare. Planul care traversează o lentilă pe un diametru paralel cu subiectul poartă numele de plan radial, iar cel perpendicular pe planul radial – plan tangențial. Imaginea unui subiect situat pe axa optică este rezultatul refracției numai pe planuri radiale și nu este afectată de astigmatism. Astigmatismul se manifestă în cazul refracției razelor provenite de la obiecte îndepărtate de axa optică, și este rezultatul diferențelor între profilul lentilei în planul radial și profilul în planul tangențial. Planul tangențial are o putere convergentă mai mare decât cel radial, astfel încât va genera o imagine decalată anterior. Un punct luminos va produce o imagine sub forma unei elipse cu axul mare orientat în planul tangențial; în spatele acestei imagini va apare o imagine sub forma unei elipse cu axul mare orientat în planul radial. Între cele două imagini eliptice se poate înregistra o pată difuză, mai mult sau mai puțin rotunda (fig. 9.36.). Obiectivele de foarte buna calitate produc pe negativ (examinat la microscop) o imagine stelată cu patru colțuri. Obiectivele de calitate mai mică vor determina o imagine mai difuză, întrucât aberația de astigmatism se combină cu cea a curbării de câmp.

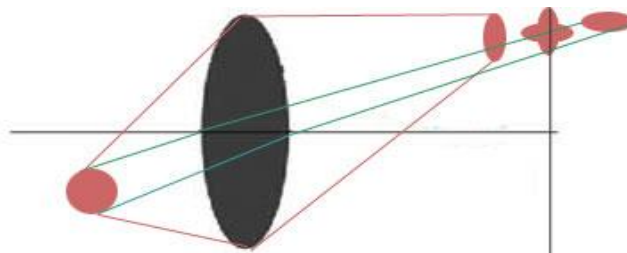


Fig. 9.36. Astigmatismul determină focalizări diferite. În planul filmului, imaginea unui punct luminos apare ca o stea cu patru colțuri.

### 3. Coma

Coma apare în cazul fasciculelor largi și înclinate față de axa optică principală a sistemului. Imaginea unui punct, afectată de astfel de aberații, este o suprafață cu diferite forme, în planul focal. Coma se corectează parțial prin diafragmare.

### 4. Aberația de sfericitate

Acest tip de aberație apare în cazul fasciculelor largi care pornesc de pe axa optică. Așa cum se poate constata în figura 9.37., raza paraxială  $AI_1$  dă imaginea punctului A în punctul B, în timp ce raza înclinată  $AI_2$  produce, conform legilor refracției, imaginea B'.

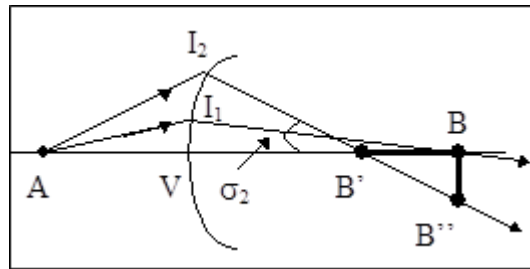


Fig. 9.37.

$\Delta x = BB'$  se numește *aberație de sfericitate longitudinală (axială)*.

$\Delta y = BB''$  se numește *aberație de sfericitate transversală*.

Aberația de sfericitate face ca imaginile unui punct, date de două raze, să nu coincidă; ele se află situate pe tangenta la o suprafață de revoluție numită *caustică*.

Aberația longitudinală se poate corecta prin asocierea unor lentile convergente și divergente, iar aberația transversală prin diafragmarea fasciculului incident (ceea ce mărește claritatea dar scade luminozitatea imaginii).

### 5. Curbura de câmp

Această aberație apare în cazul fasciculelor înguste, înclinate față de axa optică principală, provenite de pe întreaga suprafață a obiectului. În cazul unei suprafețe obiect plane, suprafața imaginii se curbează cu atât mai mult, cu cât este mai depărtată de axa optică principală a sistemului.

Atât astigmatismul cât și curbura de câmp sunt invers proporționale cu raza de curbură a lentilelor utilizate în construcția obiectivelor. De aceea, efortul opticienilor este îndreptat spre descoperirea de formule de sticlă optică cu indice de refracție cât mai mare, pentru a utiliza lentilele refractive, dar cu raze cât mai mari de curbură a suprafețelor.

### 6. Aberații cromatice

Aberațiile cromatice apar în cazul obținerii imaginilor în lumină albă (alcătuită din radiații luminoase cu lungimi de undă având valorile cuprinse într-un interval de lungimi de undă). Fenomenul de dispersie arată că indicele de refracție depinde de lungimea de undă, astfel încât, la refracție, razele de lumină cu diferite lungimi de undă se vor refracta pe direcții diferite. În cazul unei lentile, focarele pentru radiațiile de lungimi de undă extreme ale spectrului vizibil (roșii și violete) sunt diferite. Lentilele convergente și cele divergente prezintă aberații cromatice în sensuri opuse (fig. 9.38.).

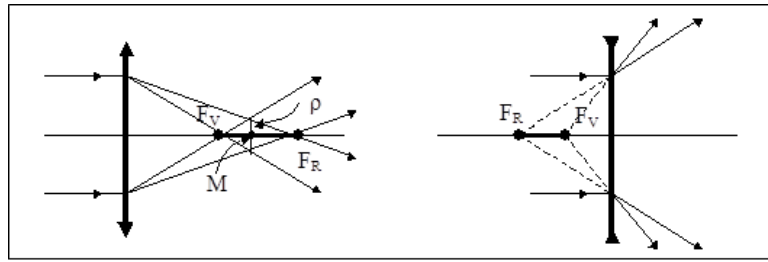


Fig. 9.38

Imagina unui punct luminos în lumină albă este deci nepunctiformă și colorată mai ales pe margini. Distanța  $\Delta f = F_R - F_V$  se numește *aberație cromatică longitudinală principală*. Raza  $\rho$  a petei circulare din poziția M se numește *aberație cromatică transversală principală*.

Aberațiile cromatice principale conduc în cazul formării imaginilor la *aberații cromatice de poziție și de mărime* ale imaginilor.

Aberațiile cromatice se corectează prin asocierea de lentile convergente și divergente care determină o compensare a acestora, SD (*Super-low Dispersion*) sau chiar ED (*Extra-low Dispersion*). Unii producatori utilizează fluorura de calciu (fluorina sau fluorita - care are un grad foarte redus de dispersie), pentru corectarea aberației cromatice, așa cum procedează, de exemplu Olympus și Canon.

#### 9.2.4. Diafragmarea fasciculelor de lumină

Din fluxul luminos total emis dintr-un punct P din spațiul obiect (fig. 9.38.) numai o mică parte străbate obiectivul determinând iluminarea imaginii, și anume partea cuprinsă de deschiderea lui fizică.

La trecerea prin sisteme optice fasciculele de lumină sunt limitate de obstacole opace cu secțiunea controlată numite *diafragme*. Limitarea fasciculelor de lumină care trec prin obiectiv se numește *diafragmare*. Obiectivele de luat vederi sunt prevăzute cu câte o diafragmă cu deschidere variabilă de tip „iris”, observabilă la orice obiectiv, care îndeplinește trei funcțiuni:

- modulator de expunere cu care se modifică iluminarea imaginii
- permite modificarea profunzimii câmpului de claritate
- exercită o anumită influență asupra calității imaginii

Diafragma iris este dispusă de regulă în interiorul obiectivului într-o zonă în care să nu influențeze mărimea câmpului imagine.

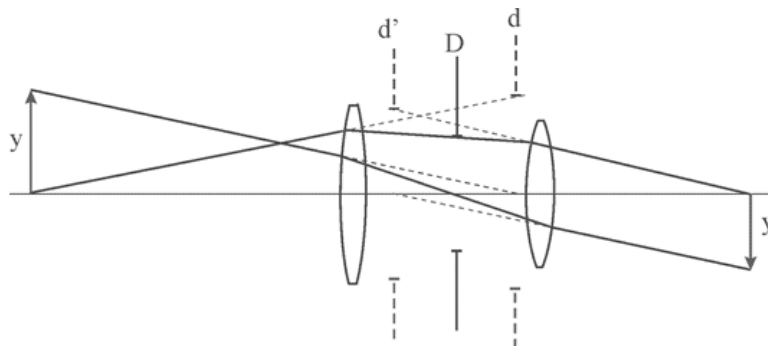


Fig.9.38. Diafragmarea într-un obiectiv.

*Iluminarea imaginii unui element de suprafață situat pe axa optică:*

Se consideră obiectivul o lentilă simplă echivalentă (9.39.):

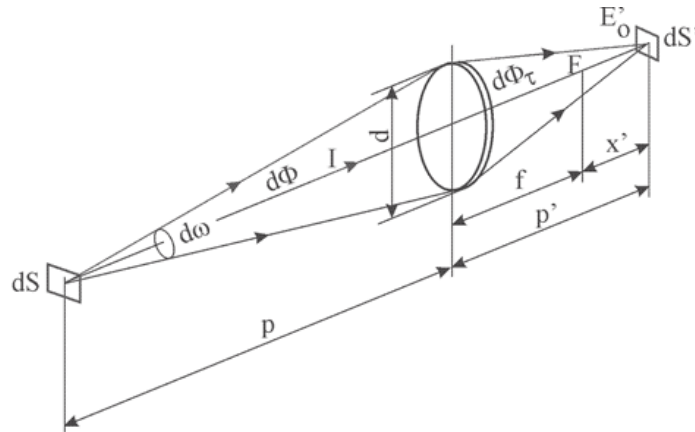


Fig. 9.39. Determinarea iluminării imaginii pe axa optică a obiectivului.

Pe baza definiției mărimilor fotometrice și a legilor opticii geometrice, neglijând mărimile care dau erori mici la filmările obișnuite, se obține expresia iluminării imaginii optice:

$$E' = \frac{p \cdot B}{4 \cdot N^2} = \frac{p \cdot r \cdot E}{p \cdot 4 \cdot N^2} = \frac{r \cdot E}{4 \cdot N^2} \quad (9.7)$$

Care depinde de:

- luminanța obiectului, (respectiv de iluminarea, implicit reflectanța lui)
- indicele de diafragmă

Raportul dintre distanța focală  $f$  și diametrul pupilei de intrare  $d$  definește **deschiderea relativă** sau **indicele de diafragmă**  $N$  care integrează cei doi parametri într-unul singur, în care se integrează și coeficientul de transmisie al luminii prin obiectiv,  $\tau$ . Obiectivele care prezintă același coeficient de transmisie și aceeași deschidere relativă sunt identice fotometric indiferent de distanța lor focală (fig. 9.40.) deoarece:

$$\frac{d_1}{f_1} = \frac{d_2}{f_2} = \frac{d_3}{f_3} = \frac{1}{N} = const. \quad (9.8)$$

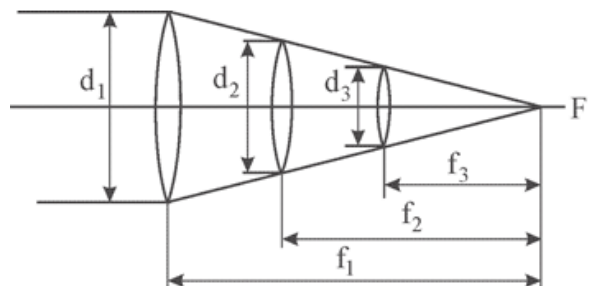


Fig. 9.40. Echivalența fotometrică a obiectivelor cu aceeași deschidere relativă.

De exemplu, la diafragma  $N=2$  un obiectiv cu distanța focală de 100mm are diametrul pupilei de dintrare de 50mm, pe când unul de 25mm va avea diametrul de 12,5mm.

**Deschiderea relativă maximă** la diafragma cea mai deschisă, este o caracteristică fundamentală a oricărui obiectiv de luat vederi. Aceasta *definieste luminozitatea, respectiv capacitatea de a produce imagini mai mult sau mai puțin luminoase în aceleași condiții de iluminare a subiectului*. De aceea, împreună cu distanța focală, deschiderea relativă maximă este marcată pe montura oricărui obiectiv sub diverse forme, cum sunt de exemplu:

1:2  $f = 50\text{mm}$ ; 50mm 1:2; 50mm  $f/2$  sau 2/50. În acest ultim caz cifra 2 exprimă indicele deschiderii relative maxime și 50 - distanța focală.

**Luminozitatea geometrică** se definește ca pătratul deschiderii relative, fără să țină seama de transparență, respectiv:

$$\left(\frac{d}{f}\right)^2 = \frac{1}{N^2} \quad (9.9)$$

**Luminozitatea fotometrică** sau efectivă integrează transparența obiectivului și este evaluată prin produsul dintre coeficientul de transmisie și luminozitatea geometrică:

$$t = \left(\frac{d}{f}\right)^2 = \frac{t}{N^2} \quad (9.10)$$

Luminozitatea fotometrică este mai mică decât cea geometrică și se evaluează după deschiderea relativă fotometrică.

### 9.2.5. Divizarea scalei de diafragme

La divizarea scalelor de diafragme s-a ținut seama de legea lui Veber și Fechner conform căreia stimulii care produc senzații liniare trebuie să aibă o variație logaritmică. Modulatoarele de expunere ce acționează atât prin diafragmare cât și prin modificarea timpului de expunere, ca la aparatele fotografice de exemplu, sunt prevăzute cu scale de control divizate după aceleși principii: pentru fiecare treaptă de variație iluminarea imaginii se modifică de două ori (la fel și timpul de expunere).

Rezultă că variația expunerii în trepte se produce după o funcție exponometrică de forma  $2^K$  unde K este numărul treptelor de variație. Considerând trepte succesive, rezultă următoarele valori relative ale scalei expunerilor și indicilor de diafragmă:

Trepte de variație	K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valori $t_e$ și $N^2$	2 K	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Valori		1	1,41	2	2,83	4	5,66	8	11,3	16	22,6	32

Aceleași valori ai indicilor de diafragmă se obțin și dacă se consideră egal cu 2 raportul dintre iluminările pentru doua gradații consecutive. Conform expresiei:

$$\frac{E_1^2}{E_2^2} = \frac{\frac{\pi \cdot B}{4 \cdot N_1^2}}{\frac{\pi \cdot B}{4 \cdot N_2^2}} = \frac{N_2^2}{N_1^2} = 2, \quad (9.11)$$

de unde:

$$N_2 = N_1 \cdot \sqrt{2}, \quad (9.12)$$

sau în cazul general:

$$N_{K+1} = 1.4141 \cdot N_K \quad (9.13)$$

Prin urmare, scala de bază a expunerilor reprezintă o progresie geometrică cu rația 2 pentru valori crescătoare, respectiv cu  $\frac{1}{2}$  pentru valori descrescătoare, pe când valorile indicilor de diafragmă standard reprezintă o progresie geometrică crescătoare cu rația:

$$\sqrt{2} = 2^{\frac{1}{2}} = 1,4141 \quad (9.14)$$

sau descrescătoare cu rația:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \quad (9.15.)$$

Formula generală a exponometriei se bazează pe măsurarea luminii incidente:

$$\frac{E \cdot t \cdot S}{N^2} = 250 \quad (9.16.)$$

care conține cei patru factori care determină expunerea fotografică.

Expunerea corectă se obține numai dacă se satisface această ecuație, pe care o rezolvă orice exponometru, fie el mecanic sau digital.

### 9.3. Sisteme optice. Obiectivul

*Obiectivul este un sistem optic format din una sau mai multe lentile, cu ajutorul căruia se formează imaginile în planul materialului fotosensibil sau al senzorului digital.*

Obiectivul este componenta de bază a echipamentelor fotografice, cinematografice sau video. De calitatea lui depinde cel mai mult calitatea imaginii.

Principala caracteristică a obiectivelor o reprezintă *distanța focală* ( $f$ ). Acest parametru reprezintă distanța dintre centrul optic al obiectivului și focarul acestuia. Ea este exprimată în milimetri și este înscrisă pe montura obiectivului (fig. 9.41.). Distanța focală determină *unghiul de cuprindere*. Un obiectiv cu  $f$  50 are un unghi de cuprindere de aproximativ  $47^\circ$ . Acesta este și unghiul de cuprindere al ochiului uman. De aceea obiectivul cu  $f$  50mm este numit *obiectiv cu*

*distanță focală normală*, deoarece el redă o perspectivă asemănătoare cu cea a ochiului omenesc.



Fig. 9.41. Obiectiv fotografic.FD - indicativul modelului de obiectiv  
50 mm - distanța focală  
1,4 - deschiderea maximă a diafragmei

Obiectivul cu  $f$  mai mic de 50mm are un unghi de cuprindere mai mare de  $47^\circ$  și de aceea se mai numește și *obiectiv superangular (sau retrofocal)*.

La aceste obiective, elementele care apar în cadru par tot mai îndepărtate (deci mai mici) pe măsură ce distanța focală scade, și invers.

Superangularele au diferite distanțe focale: de la 35 mm, 28 mm, 25 mm, 18 mm, până la cel de 9 mm, numit și "*fish-eye*" (ochi de pește). Obiectivul de 35 mm este cel mai "lung" dintre cele cu distanță focală scurtă, dacă se poate spune așa – dar nu oferă nici acuratețea unuia de 50 mm și nici efectele speciale ale unuia de 25 sau 18 mm. Valențele numeroase ale acestor obiective au făcut ca ele să fie printre cele mai folosite obiective în fotografie.

Obiectivele cu  $f$  mai mare de 50 mm se numesc *teleobiective*. Unghiul lor de cuprindere este cu atât mai mic cu cât distanța focală crește și, direct proporțional cu aceasta, obiectele din cadru par mai apropiate. Teleobiectivele se găsesc cu focale de la 85 mm la 500 mm sau mai mult.

Obiectivele sunt *fixe* sau cu *distanță focală variabilă*. La acestea din urmă, prin deplasarea înainte-înapoi a uneia dintre lentilele din setul de lentile ce compune obiectivul, distanța focală variază între anumite limite. Marea majoritate a aparatelor produse în ultimii ani se vând cu astfel de obiective, ale căror limite se încadrează între 28, 35 până la 70, 80, 90mm. Avantajele acestor obiective (denumite *transfocatoare*, sau *zoom*,) sunt evidente, dar și prețul lor este pe măsură. Deși obiectivele cu distanță focală fixă au o putere de separație mai mare, grație tehnologiei avansate din ziua de azi, transfocatoarele au ajuns să aibă și ele caracteristici tehnice superioare. Un dezavantaj față de cele fixe este însă luminozitatea (pot fi cu trei-patru trepte mai întunecate decât obiectivele fixe).

### 9.3.1. Diafragma

Pentru a modifica secțiunea de trecere a fluxului luminos, obiectivele sunt echipate cu un dispozitiv numit *diafragmă*. Modificarea secțiunii se produce prin strângerea sau desfacerea simultană a unor lamele în jurul axului optic principal. Terminologia anglo-saxonă folosește termenul "*aperture*". Modelele de obiective construite începând cu secolul XX utilizează o diafragmă realizată din mai multe lamele metalice (în forma de menisc), care se suprapun parțial în scopul de a lăsa un orificiu în centru. Printr-un sistem de pârghii și articulații, diametrul orificiului liber poate fi mărit sau micșorat prin manevrarea unui inel exterior, aflat pe obiectiv numit "*inel al diaframelor*." (fig. 9.42).



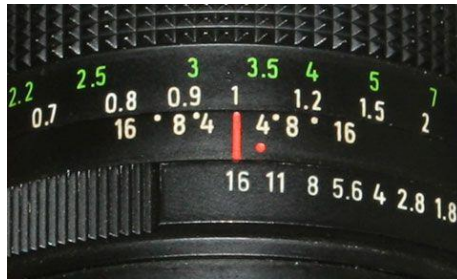


Fig. 9.42.

Întrucât acest tip de diafragmă se comportă în mod asemănător irisului ochiului uman, acest tip constructiv este numit și "*iris*"(fig. 9.43.).



Fig. 9.43.

Pentru a micșora distorsiunile *în pernă* sau *în butoi* ale sistemului optic, diafragma se așează între lentilele obiectivului, ideal în centrul optic. Acest deziderat este însă irealizabil la obiectivele *zoom*, la care distanța focală de moment variază și, odată cu ea, și centrul optic. Diafragma iris se poate închide la orice valoare cuprinsă între cea maximă și minimă, motiv pentru care termenul "*stop*" a fost înlocuit cu "*full stop*".

Rolul major al diafragmei este de a regla debitul fluxului luminos care patrunde prin obiectiv în camera obscură și impresionează stratul fotosensibil în perioada de timp cât obturatorul este deschis (fig. 9.44). Diafragma, împreună cu timpul de expunere definesc complet expunerea necesară pentru a impresiona corect un strat de o sensibilitate dată.

Suprafața de trecere a fluxului luminos prin obiectiv, se numește *deschidere* sau *luminozitate*.

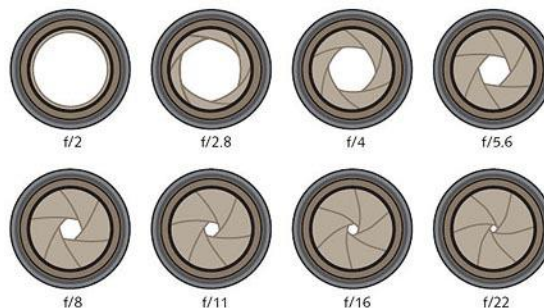


Fig. 9.44.

Închiderea diafragmei se face în trepte, astfel încât la fiecare modificare se poate obține jumătate sau dublul secțiunii prin care tranzitează fluxul luminos (în corespondență cu mecanismul de timp care din treaptă în treaptă poate dubla sau înjumătăți timpul de expunere).

Odată cu modificarea secțiunii prin care trece fluxul luminos se va modifica și profunzimea de câmp.

### 9.3.2. Deschiderea maximă, deschiderea relativă și deschiderea critică

Numim *deschidere maximă*, valoarea maximă a diametrului de trecere a fasciculului luminos. În mod obișnuit se spune că se operează cu o *deschidere relativă*, noțiune care subliniază faptul că se operează cu un raport și nu cu o deschidere (diametru) efectivă.

După cum se arăta anterior, reglarea fasciculului luminos care trece prin obiectiv se face cu ajutorul diafragmei. Bineînțeles că funcție de mărimea acestei secțiuni de trecere prin obiectiv, variază și aberațiile, respectiv alterarea calității razelor de lumină care străbat obiectivul.

Se consideră *deschidere critică*, deschiderea (diafragma) pentru care se obține cea mai buna definiție (nr. maxim de linii/mm.) și cel mai bun contrast al acestor linii. Această deschidere critică variază de la un obiectiv la altul, situându-se în general în jurul valorii de 5,6 – 8.

### 9.3.3. Puterea de separație

În mod obișnuit, puterea de separație a unui obiectiv este caracterizată de numărul maxim de linii albe și negre, echidistante, pe care acel obiectiv le poate reda pe un milimetru de lungime, măsurat pe suprafața unui anumit tip de material fotosensibil.

Puterea de separație a unui obiectiv este determinată nu numai de calitățile sale optice, ci și de calitățile materialului fotosensibil utilizat, finețea granulației acestuia hotărând, în mare măsură, numărul maxim de linii albe și negre echidistante care poate fi redat pe milimetru de lungime (fig. 9.45.).



Fig. 9.45. Puterea de separație

Raportul dintre puterea de separație a două obiective trebuie să fie determinat prin utilizarea aceluiași tip de material fotosensibil.

Puterea de separație a unui obiectiv nu este distribuită uniform. Ea este mai mare către centrul imaginii și este considerabil scăzută către extremitățile ei.

Puterea de separație a obiectivelor este limitată, în mare măsură, și de aberațiile reziduale. Deoarece închiderea diafragmei are drept urmare și o reducere a acestor aberații, prin diafragmare se poate obține, într-o anumită măsură, mărirea puterii de separație a obiectivelor.

Puterea de separație a unui obiectiv are o mare importanță îndeosebi când obiectivul este destinat să servească la executarea de reproduceri după documente cu linii foarte fine. Pentru asemenea lucrări se recomandă numai utilizarea obiectivelor perfecționate (de preferință, obiective speciale pentru reproducere), precum și folosirea unor materiale fotosensibile cu granulație foarte fină și de mare contrast.

În concluzie, calitățile cerute unui obiectiv sunt următoarele:

- să aibă o rezoluție cât mai bună, calitate dată de corecțiile care se fac pentru a minimaliza o serie de aberații (astigmatism, coma, etc.) care reduc contrastul și claritatea imaginii;

- să redea corect gama cromatică;

- să nu producă reflexe interne;
- să distribuie uniform fasciculul luminos care-l străbate;
- să nu creeze distorsiuni ale imaginii.

#### 9.3.4. Distanța focală și principiul formării imaginilor optice

Obiectivul de luat vederi este un sistem optic complex care proiectează pe suprafața fotosensibilă (sau pe senzorul digital) din aparatul foto, de filmat sau camera video, imagini reale și inversate ale obiectelor aflate în limita unghiului său de cuprindere.

Obiectivele se deosebesc după caracteristici geometrice, fotometrice, calitative și constructive. Se pot folosi ca instrumente de creație artistică îndeosebi caracteristicile geometrice:

- distanța focală
- unghiul de cuprindere
- deschiderea relativă

Aceste caracteristici permit obținerea unor imagini care să reproducă o *spațialitate subiectivă* în concordanță cu viziunile estetice ale creatorilor de imagini filmate sau fotografiate.

*Distanța focală este caracteristica optică fundamentală a oricărui obiectiv.* Ca valoare absolută, exprimată în milimetri, ea are sens numai dacă este corelată cu formatul pe care se filmează (dimensiunile fotografeei sau țintei camerei video).

Distanța focală determină:

- mărimea absolută a imaginii în raport cu mărimea obiectului și cu distanța acestuia față de obiectiv;
- unghiul de cuprindere al câmpului obiect redat în imagine în raport cu mărimea ferestrei de expunere din aparatul de luat vederi;
- încadratura obiectelor în raport cu distanța lor față de obiectiv și cu mărimea ferestrei de expunere;
- perspectiva generală a cadrului, în raport cu poziția punctului de stație al aparatului;
- perspectiva cinetică în raport cu viteza relativă dintre obiect și aparatul de luat vederi;
- deschiderea relativă ce definește indicele de diafragmă în raport cu diametrul pupilei de intrare a obiectivului;
- profunzimea câmpului de claritate în raport cu valoarea diafragmei și cu distanța de punere la punct.

Se consideră ca model de obiectiv o lentilă convergentă subțire ideală care produce imagini perfect clare. Ca rezultat al devierii prin lentilă, razele divergente emise dintr-un punct obiect sunt transformate într-un fascicul convergent ce formează un punct imagine. Unui punct obiect situat la infinit, de la care provin raze paralele îi corespunde un punct imagine unic, numit focar imagine  $F'$  (fig.9.46.). Focarul obiect  $F$  este punctul obiect căruia îi corespunde o imagine la infinit. Rezultă că oricărui fascicul incident de raze paralele din spațiul obiect îi corespunde în spațiul imagine un fascicul focal, și reciproc, oricărui fascicul focal din spațiul obiect îi corespunde în spațiul imagine un fascicul paralel. Orice rază de lumină trece prin centrul lentilei nedeviată (ea se numește rază principală).

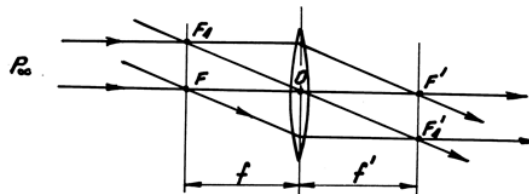


Fig. 9.46. Focare și distanțe focale la o lentilă convergentă subțire

Razele principale, razele paralele și cele focale stau la baza construcției geometrice a imaginilor prin obiective (fig. 9.47.). În cazul lentilelor subțiri distanțele focale  $f$  și  $f'$  se măsoară de la planul median până la planele focale corespunzătoare.

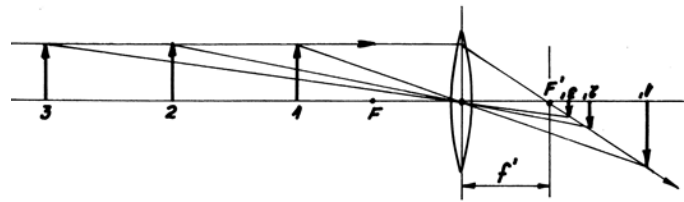


Fig. 9.47. Construcția geometrică a imaginilor printr-o lentilă subțire.

Din punctul de vedere al distanțelor focale și al formării imaginilor, un obiectiv, indiferent de complexitatea lui constructivă, chiar dacă este format din zeci de lentile, este echivalent cu o lentilă de grosime finită (fig. 9.48.), la care se acceptă că refracția razelor de lumină prin cele două suprafețe ce o mărginesc este echivalentă cu devierea prin două plane ipotetice, numite plane principale: un plan principal imagine  $H'$ , ce se află la intersecția razelor paralele incidente cu razele focale emergente și un plan principal obiect  $H$ , aflat la intersecția razelor focale emergente cu razele paralele incidente.

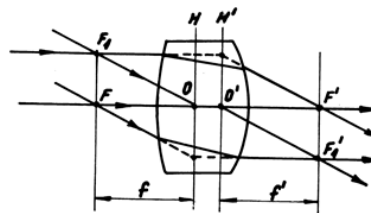


Fig. 9.48. Plane principale și distanțe focale la lentile cu grosimi finite și obiective

Prin urmare, în cazul obiectivelor, distanțele focale se măsoară de la planele focale până la planele principale corespunzătoare. Astfel orice obiectiv poate fi echivalat cu o lentilă subțire situată în planul principal imagine (fig.9.51a. și 9.51b.).

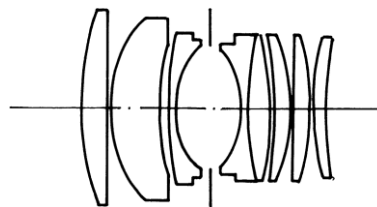


Fig. 9.49. Schema unui obiectiv de construcție normală . Planar Zeiss  $f$  50mm 1,2/T1,3.

După poziția planelor principale se deosebesc patru tipuri de obiective: normale, retrofocale, teleobiective și transfocatoare.

Obiective de construcție normală sunt cele la care planele principale se găsesc în interiorul obiectivului (fig. 9.49.).

Retrofocale sunt de obicei obiectivele grandangulare și superangulare la care planul principal imagine se află în afara obiectivului în spațiul imagine. Distanța lor focală este mai scurtă decât distanța măsurată de la ultima lentilă până la planul focal. Pentru aceasta se introduce o lentilă divergentă frontală (Fig. 9.50.).

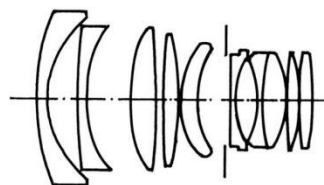


Fig. 9.50. Obiectiv retrofocal

În cazul teleobiectivelor lentila divergentă este în spatele obiectivului normal, pentru a deplasa planul principal imagine mult în față, conferind acestui obiectiv o distanță focală lungă într-o construcție compactă (fig. 9.51.). Soluția este esențială pentru construcția teleobiectivelor, care în construcție clasică ar avea lungimi care le-ar face greu de folosit. De exemplu un obiectiv cu  $f=500\text{mm}$  ar avea  $500\text{mm}$  lungime, care este mult diminuată prin această soluție.

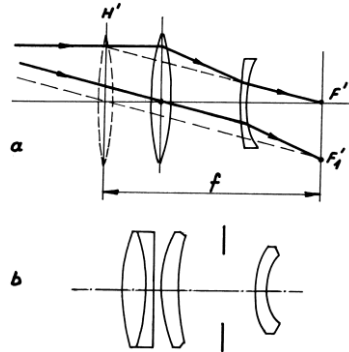


Fig.9.51. Teleobiectiv:  
a -schema de principiu;  
b -schema teleobiectivului Tair  $f 200 \text{ mm } 1:2,8$

Sunt disponibile obiective cu distanțe focale fixe (fig. 9.52) între  $6\text{mm}$  (*Fish Eye* - ochi de pește) și  $1000\text{mm}$  pentru formate pe  $35\text{mm}$ , cele mai multe cu deschiderea relativă de  $1,2$ . Se construiesc și obiective cu deschiderea relativă sub  $1$ , numite *obiective supraluminoase*.



Fig. 9.52. Obiective cu distanțe focale fixe

La transfocatoare (fig. 9.53), construite pe baza sistemelor de lentile telescopice afocale, variația distanței dintre unele componente determină modificarea distanței focale, de obicei de la echivalența cu un obiectiv retrofocal (cu distanță focală scurtă) până la o distanță focală lungă, chiar până la echivalența cu un teleobiectiv.

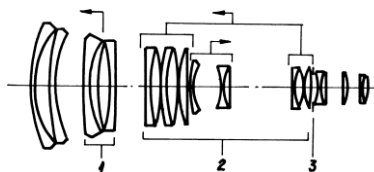


Fig.9.53. Schema transfocatorului CookeVarotol  $f20-100 \text{ mm } 2,8/T3,1$ :  
1 -component flotant pentru punerea la punct a clarității imaginii;  
2 -grupa de componente flotante pentru variația distanței focale; 3 -diafragma iris.

### 9.3.5. Distanța focală și unghiul de cuprindere

Câmpul imagine al obiectivului este circular. Iluminarea lui scade treptat de la centru spre margine până la întunecare totală. Din câmpul imagine se selectează un câmp util pentru care aberațiile sunt corijate iar iluminarea imaginii nu scade semnificativ.

Unghiul de cuprindere al obiectivului, numit și *unghi de câmp*, delimitează spațiul obiect redat în imagine (fig. 9.54).

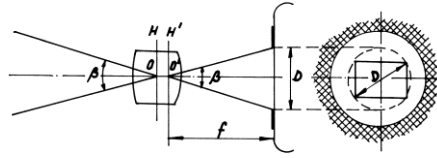


Fig.9.54. Formarea unghiului de cuprindere al obiectivului.

Unghiul de cuprindere maxim  $b_{max}$  este determinat de către diametrul câmpului util și de către distanța focală  $f$ . El crește pe măsură ce distanța focală scade.

O clasificare a obiectivelor în funcție de unghiurile de cuprindere și de distanțele focale trebuie raportată la un obiectiv normal ce are unghiul de cuprindere aproximativ egal cu unghiul optim perspectiv al ochiului, de aproape  $40^\circ$  în plan orizontal. *Obiectiv normal* este cel care, pentru o imagine în perspectivă, redă senzația de spațialitate apropiată de cea reală pe formatul folosit. Obiectivele cu unghiuri de cuprindere mai mari se numesc *grandangulare (wide)* iar cele cu unghiuri mai mici se numesc *teleobiective*, după efectul de telescop al imaginii obținute cu ajutorul lor. Obiectivele grandangulare amplifică perspectiva, iar teleobiectivele o aplatizează.

Valoarea absolută a distanței focale, inscripționată în milimetri pe montura oricărui obiectiv, are semnificație numai în raport cu formatul aparatului de luat vederi, fie el video sau pe peliculă, deoarece o imagine obținută cu o anumită distanță focală, dar proiectată pe formate diferite determină unghiuri de cuprindere și încadrături diferite, și implicit, senzații vizuale diferite (fig.9.55.).

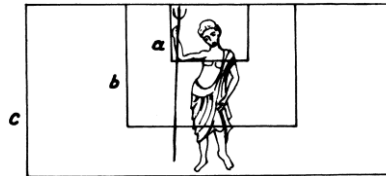


Fig.9.55. Încadrături obținute cu obiective cu aceeași distanță focală pe formate diferite:

*a* - pe peliculă de 16 mm; *b* - pe peliculă de 35 mm;

*c* - panoramic pe peliculă de 65(70) mm.

De aceea, un obiectiv normal pentru un anumit format devine grandangular pentru un format mai mare și teleobiectiv pentru un format mai mic.

Din același punct de stație, cu aparate de diverse formate se obțin aceleași încadrături, aceeași perspectivă și senzații vizuale identice numai cu obiective care asigură egalitatea unghiurilor de cuprindere (fig.9.56.). În acest caz este suficient ca imaginea de pe un format mai mic să fie mărită pentru a se suprapune exact cu imaginea de pe un format mai mare. Astfel *condiția de echivalență a distanțelor focale* pentru diferite formate se asigură dacă raportul dintre înălțimea, (sau lățimea) fotografei și distanța focală este constant:

$$h_1/f_1 = h_2/f_2 = \dots = h_n/f_n = \text{CONSTANT} \quad (9.17)$$

De exemplu, considerând formatele cinematografice standard pentru peliculele de 16 și 35 mm, ale căror fotografe au dimensiunile de 7,5 x 10,4 mm, și respectiv 16 x 22 mm, se constată



că distanțele focale echivalente se găsesc într-un raport de aproximativ 1:2. La camerele video aprecierile se fac similar.

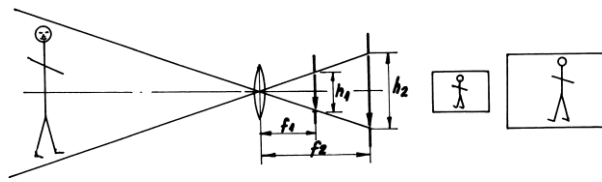


Fig.9.56. Condiția de echivalență a distanțelor focale pentru formate diferite

### 9.3.6. Distanța focală și încadratura

Încadratura este un element fundamental de creație artistică prin care se stabilește relația de distanță și de comunicare dintre subiect și spectator. În raport cu figura umană încadraturile definesc planurile cinematografice.

Încadratura dorită se poate obține în două moduri: schimbând distanța până la subiect folosind aceeași distanță focală, sau din același punct de stație folosind obiective cu distanțe focale diferite. Alegerea unui mod de lucru este dictat de necesitatea redării unei anumite perspective care să rezolve redarea spațialității în conformitate cu intenția realizatorului. Punerea la punct a clarității se face pe subiectul principal, cu diafragma complet deschisă, caz în care elementele mai apropiate și cele mai depărtate trec treptat în neclaritate.

### 9.3.7. Distanța focală și perspectiva liniară

În conformitate cu legile opticii geometrice, mărimea imaginii obiectelor cât și unghiurile sub care sunt văzute, se micșorează pe măsura depărtării față de observator (fig.9.57.). Proiectate pe un ecran, imaginile a căror mărime scade cu distanța, formează o figură geometrică în perspectivă, la privirea căreia apare senzația de spațialitate (fig.9.58.). Imaginile în perspectivă se obțin prin unirea punctelor în care razele proiective intersecționează planul proiecției (fig. 9.59.), care poate fi situat în orice loc între obiect și centrul proiecției, sau posterior acestui centru .

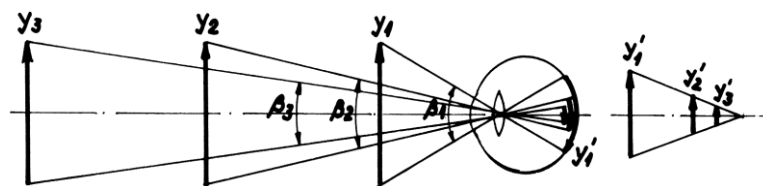


Fig.9.57. Unghiuri de cuprindere a unor obiecte egale, văzute de la diferite distanțe, proiectate pe retina ochiului sau pe planul fotosensibil din aparate de luat vederi

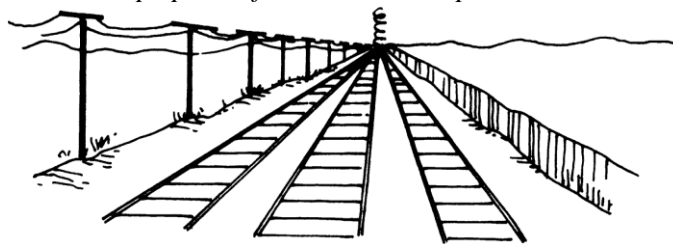


Fig.9.58. Imagine în perspectivă. În realitate stâlpii de telegraf au aceeași înălțime

Din figură se observă că prin schimbarea poziției planului proiecției imaginea nu se modifică structural, ci numai ca mărime, deoarece în orice plan A, B, B', A', aceasta este desenată de aceleași raze proiective.

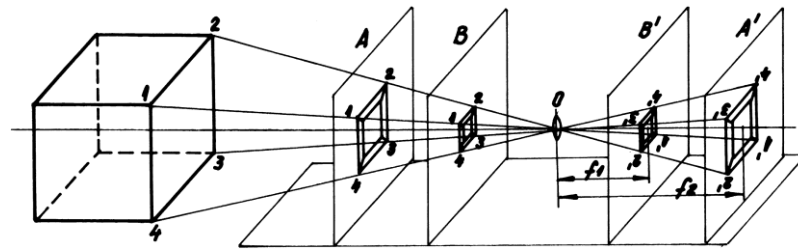


Fig. 9.59. Formarea perspectivei în diferite plane de proiecție: A, B, A', B'

Se mai observă că în planele posterioare centrului proiecției imaginile se inversează sus-jos și stânga-dreapta.

Datorită variației mărimii imaginilor cu distanța liniile paralele ale obiectelor devin convergente în imagine, intersectându-se în puncte de fugă aflate pe linia orizontului, situată la înălțimea observatorului. În funcție de alcătuirea spațiului obiect pot să apară imagini în perspectivă cu unul, două sau mai multe puncte de fugă (fig. 9.60), poziția cărora depinde de alegerea punctului de stație și de unghiul pe care îl formează liniile paralele ale subiectului cu axa optică a obiectivului.

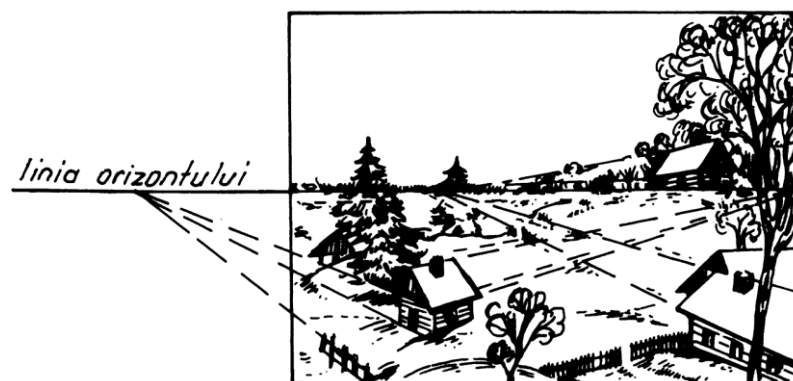


Fig. 9.60. Imagine în perspectivă cu mai multe puncte de fugă.

Linia orizontului împarte spațiul obiect în două. Astfel, obiectele sau părți ale acestora situate sub linie sunt văzute de sus iar cele de deasupra sunt văzute de jos.

### **Perspectiva imaginii obiectelor de referință**

Pentru obiecte de referință identice ca mărime dispuse în profunzime, perspectiva poate fi evaluată după un factor egal cu raportul dintre mărimea imaginii obiectului din planul cel mai apropiat,  $y'1$ , și a imaginii obiectului din planul cel mai depărtat  $y'2$  (fig. 9.61.). Cum mărimea imaginilor este invers proporțională cu distanțele corespunzătoare de la obiectiv la obiectele considerate, factorul de perspectivă este

$$K=y1'/y2'=(yf/L1)/(yf/L2)=L2/L1=m2/m1 \quad (9.18)$$



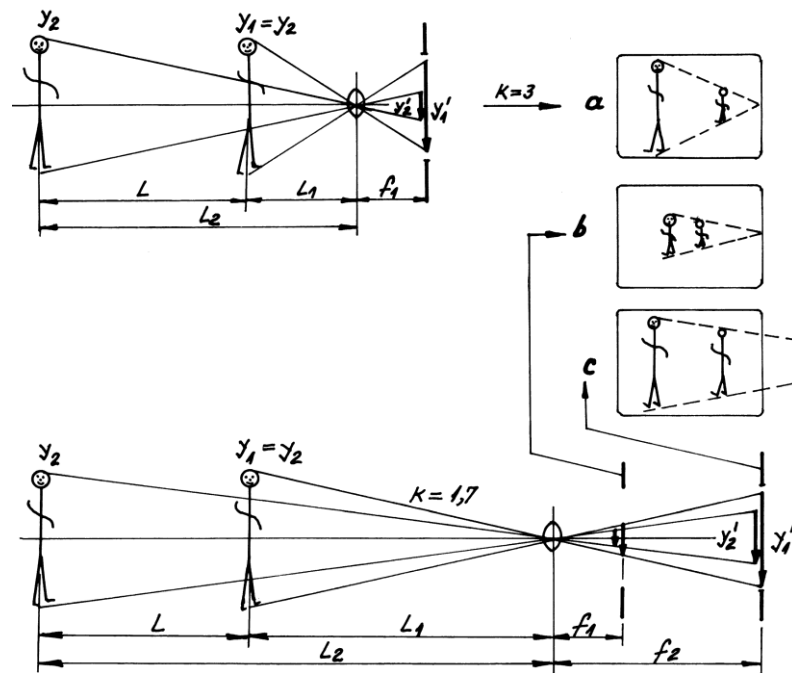


Fig. 9.61.. *Perspectiva și încadratura a două personaje în funcție de poziția punctului de stație și de distanța focală a obiectivului; a -punct de stație apropiat, obiectiv grandangular; b -punct de stație mai depărtat, obiectiv grandangular; c -punct de stație mai depărtat, obiectiv normal*

Rezultă că perspectiva obiectelor din cadru este dependentă numai de poziția punctului de stație ce determină raportul distanțelor  $L_2/L_1$ .

Filmând cu un obiectiv grandangular dintr-un punct de stație apropiat (fig.9.61a), imaginea are o perspectivă accentuată care dă senzația ca și cum cele două personaje ar fi mult mai depărtate între ele decât în realitate.

Pe măsura depărtării punctului de stație (fig.9.61b) are loc aplatizarea perspectivei și senzația apropierii dintre personaje. La puncte de stație depărtate, corespunzătoare teleobiectivelor, perspectiva se aplatizează atât de mult încât cele două personaje și alte obiecte dispuse în profunzime par a se afla în același plan.

Perspectiva care redă senzația unei spațialități apropiate de cea reală corespunde folosirii unui obiectiv normal.

Din același punct de stație distanța focală nu influențează perspectiva obiectelor de referință (fig.9.61 b și c). Se modifică numai mărimea acestor imagini și încadratura lor, fără a se schimba raportul dintre ele.

Exprimând distanțele dintre cele două personaje în funcție de coeficienții de micșorare  $m_1$  și  $m_2$  se poate calcula distanța focală și poziția aparatului de filmat care să asigure o anumită perspectivă exprimabilă matematic prin factorul K.

În cazul obiectelor cu forme geometrice precise perspectiva se modifică atât în funcție de distanța și înălțimea punctului de stație, cât și de orientarea lor față de axa optică a obiectivului (fig. 9.62.).

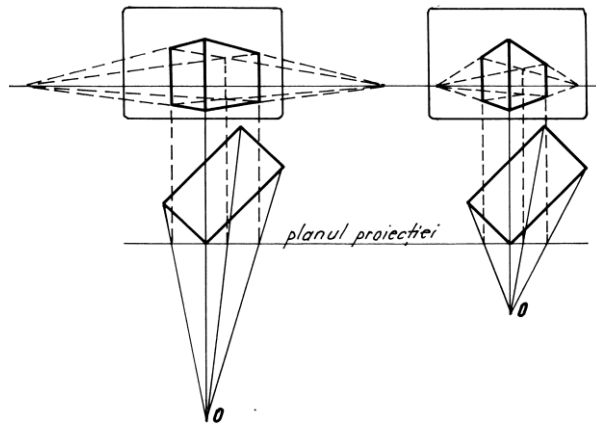


Fig. 9.62. *Perspectiva unui corp prismatic văzut din puncte de stație diferite.*

**Perspectiva generală a cadrului**

Perspectiva generală a cadrului este determinată de unghiul de cuprindere al obiectivului. Prin urmare ea depinde de distanța focală. Distanțele focale scurte accentuează perspectiva iar cele lungi o aplatizează (fig.9.63 a și b).

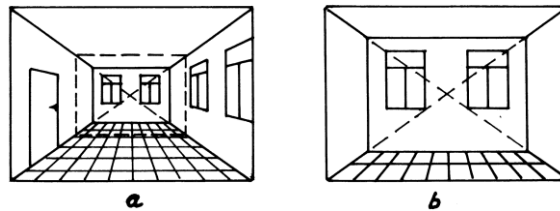


Fig. 9.63. *Perspectiva generală a cadrului din același punct de stație: a -cu obiectiv grandangular; b -cu obiectiv de distanță focală lungă*

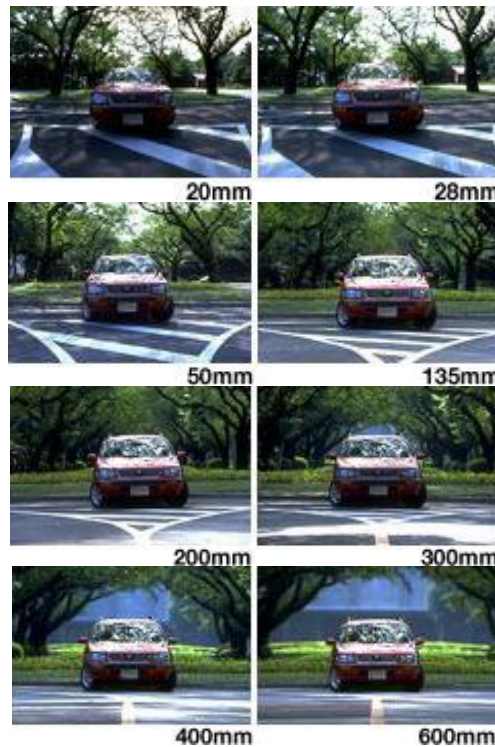


Fig. 9.64. *Perspectiva din puncte de stație diferite folosind obiective cu distanțe focale diferite*

Folosind obiective cu distanțe focale mai lungi, din același punct de stație, se produc simultan trei transformări:

- se micșorează unghiul de cuprindere
- crește mărimea absolută a imaginilor și
- se restrânge încadratura

Din cele prezentate rezultă că *modificarea continuă a încadraturii în cazul folosirii unui transfocator dintr-un punct de stație fix, crează senzația ca și cum obiecte sau personaje nemișcate se apropie sau se depărtează de spectator*. Deși este nenatural, acest efect se constituie într-un important mijloc de exprimare artistică.

Un caz special îl constituie modificarea perspectivei unor spații adânci folosind obiective cu distanțe focale diferite, de la distanțe diferite, păstrând constantă încadratura subiectului din prim plan. Compensarea distanței de la cameră la primul plan cu distanța focală a obiectivului determină o modificare a perspectivei, din care rezultă percepția de spațialitate diferită a aceluiași spațiu obiect. Relațiile de poziție dintre personaje și decor se schimbă de asemenea (fig. 9.64. și 9.65.).

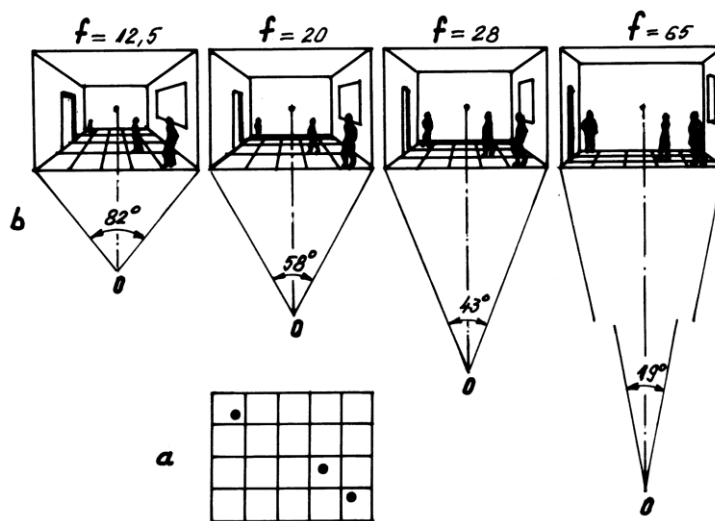


Fig.9.65. Variația perspectivei la filmarea cu diferite distanțe focale păstrând constantă încadratura primului plan (efect de trans-trav);  
a -vedere în plan a unei încăperi cu trei personaje; b -variația perspectivei.

În primul caz cele trei personaje din încăpere par a se găsi la distanțe mari între ele în profunzime, iar în ultimul caz aceleași personaje par a se afla aproape în același plan.

*O perspectivă naturală, cu care ochiul este obișnuit, corespunde folosirii obiectivelor normale cu unghiul de cuprindere aproximativ egal cu unghiul optim perspectiv al ochiului, de aproape  $40^\circ$  în plan orizontal.*

### Deformări geometrice

Pe baza principiilor care stau la baza formării imaginilor rezultă că *din același punct de stație perspectiva obținută cu un obiectiv în cameră este identică cu aceea pe care sistemul optic al ochiului o desenează pe retină*. Cu toate acestea, în imaginile realizate de aproape cu obiective superangulare apar deformări ale desenului de perspectivă, care la vizualizare dau senzația unor obiecte deformate. Afirmația care se face uneori precum că obiectivul superangular ar deforma imaginea nu este adevărată deoarece orice obiectiv desenează perspectiva după aceleași legi. De fapt, *perspectiva o deformează însuși realizatorul imaginii prin alegerea unor puncte de stație neobișnuit de apropiate pentru ochi, folosind obiective superangulare*.

În asemenea condiții apar disproporții importante între mărimea imaginii elementelor componente ale obiectului, în sensul că părțile mai apropiate sunt exagerat de mari în raport cu

părțile mai depărtate (fig.9.66.). Prin faptul că aceste imagini nu pot fi privite de la distanța optimă, în condiții obișnuite de privire disproporțiile menționate sunt ușor sesizate și dau senzația de deformării.

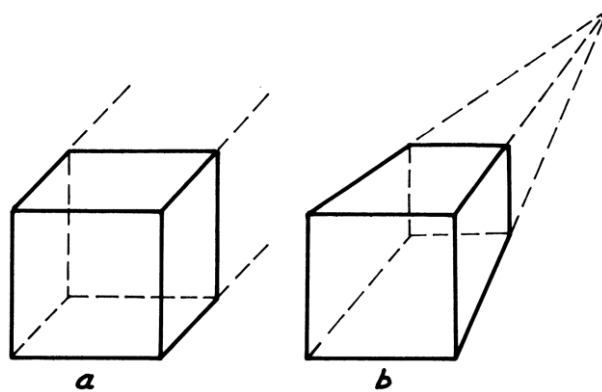


Fig.9.66. Un cub în perspectivă:  
a -cilindrică; b -conică exagerată.

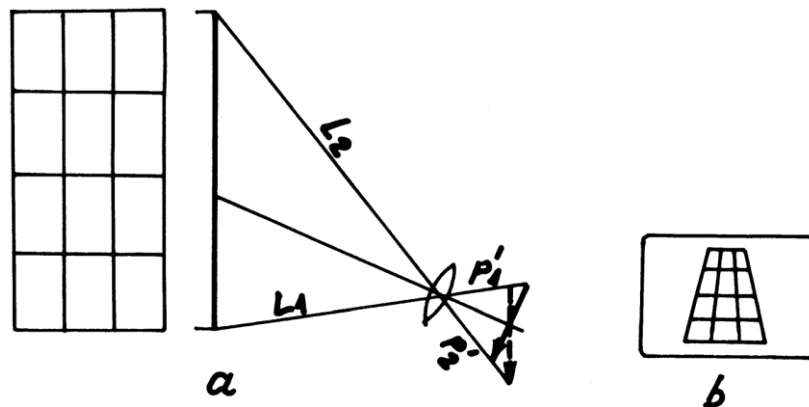
Pentru redarea corectă a obiectelor de volum, mai ales a celor cu forme geometrice precise, în imagine toate elementele acestora ar trebui să fie reduse la aceeași scară, deci cu același coeficient de micșorare. Teleobiectivele, cu cât au distanța focală mai lungă, cu atât produc imagini mai puțin deformate ale subiectelor cu volume mari în spațiu.

Pentru evitarea deformărilor geometrice, când acestea devin supărătoare, trebuie alese obiective cu distanță focală normală sau lungă, ce obligă la depărtarea punctului de stație pentru obținerea aceleiași încadrături. Deformările obținute în mod deliberat, cu o anumită intenție artistică sunt acceptabile.

Exemple reprezentative:

În cazul figurii umane, la filmarea de aproape cu obiective grandangulare apar disproporții vizibile în redarea elementelor feței. Imaginea nasului este mărită în raport cu imaginea ochilor și exagerat de mare în raport cu imaginea urechilor, ceea ce determină o alungire exagerată a feței în adâncime, uneori până la caricaturizare. Într-un racursi de jos, exagerat de mare este imaginea bărbiei. Dacă nu au o justificare dramatică asemenea deformări trebuie evitate, folosind la limită un obiectiv cu distanța focală normală. Se recomandă obiective cu distanțe focale normale sau lungi, care prin depărtarea aparatului de subiect minimizează deformările geometrice ale imaginii.

În cazul construcțiilor de arhitectură, dacă se filmează într-un racursi de jos o clădire înaltă înclinând axa aparatului pentru a o cuprinde în cadru, distanța de la obiectiv la latura superioară va fi considerabil mai mare decât distanța până la bază (9.67a.).



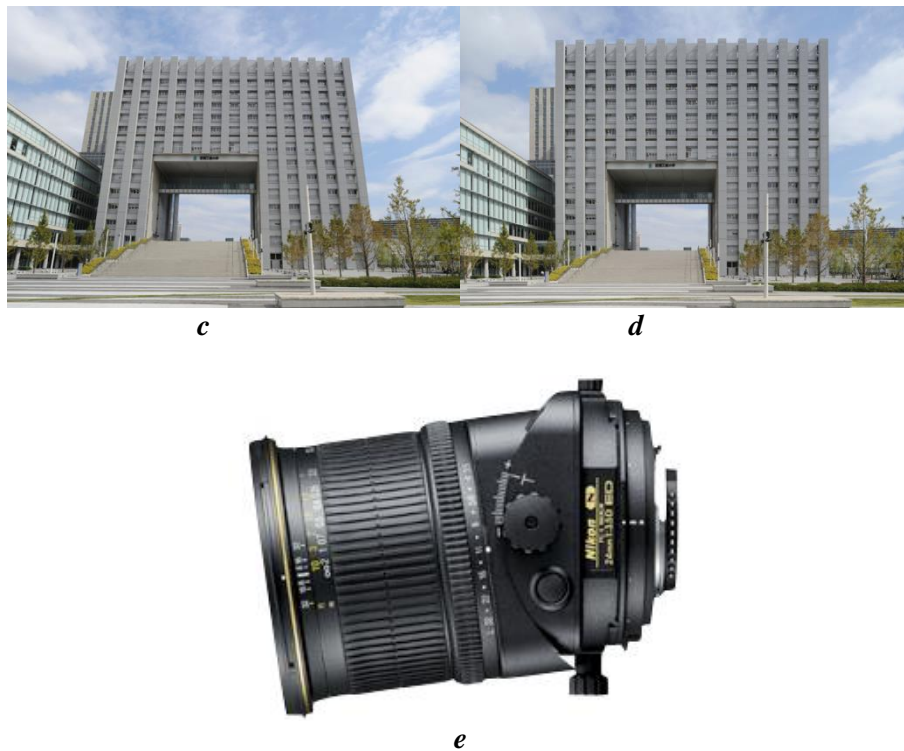


Fig.9.67. Deformare de racursi:  
*a* -principiul; *b* –imaginea; *c*, *d*-exemplu;  
*e*- obiectiv pentru corecția deformării imaginii

Ca urmare a variației distanțelor de la obiectiv la diversele zone ale clădirii, deci a variației raportului de micșorare, imaginea laturii de sus va fi corespunzător mai mică decât a celei de jos. Fațada dreptunghiulară clădirii are prin obiectiv o imagine de formă trapezoidală. Privită în condiții obișnuite această imagine produce iluzia de răsturnare a construcției spre spate. Dacă ar fi posibil ca o asemenea imagine proiectată pe ecran să fie privită de la distanța optimă și sub același unghi sub care a fost înclinată axa optică a obiectivului la filmare, deformarea trapezoidală nu ar fi nefirească, deoarece tensiunea de orientare a privirii în sus ar reconstitui condițiile vederii reale. Pentru evitarea unor asemenea deformări este necesar ca punctul de stație să fie depărtat și ridicat față de sol, folosind totodată obiective cu distanțe focale mai lungi.

Corijarea deformărilor de racursi devine posibilă dacă planul materialului fotosensibil din aparatul de luat vederi este adus la paralelism cu planul fotografiat, deoarece în asemenea condiții coeficientul de micșorare pentru toate zonele obiectului rămâne constant:

$$m=L/p=L/p=constant \quad (9.19)$$

În acest scop aparatele fotografice profesionale pentru formate mari sunt prevăzute cu cameră obscură deformabilă, respectiv cu posibilitatea înclinării și a deplasării obiectivului față de planul materialului fotosensibil.

Pentru corijarea perspectivei s-au construit și pentru aparatele de filmat dispozitive ce permit obiectivului înclinarea și deplasarea în plan vertical și orizontal, cu un control riguros al poziționării paralele cu planul fotosensibil.

Datorită fenomenelor prezentate mai sus, imaginile cinematografice cu mișcări de panoramare pe verticală, realizate cu obiective superangulare, crează senzația de răsturnare continuă a obiectelor înalte, clădiri, copaci etc, pe când la o panoramare pe orizontală senzația va fi de rotire a acestora față de observator, în sens invers celei de panoramare. Cauzele acestor deformări constau tot în neconcordanța dintre condițiile privirii obiectelor în timpul filmării și în timpul vizualizării. Dacă la filmare observatorul panoramează împreună cu aparatul de filmat,

schimbând continuu direcția de privire, la vizualizare acesta rămâne nemișcat, iar imaginea se deplasează față de el.

În imaginile obiectelor situate spre marginile cadrului filmat cu obiective superangulare de construcție normală apar deformări dimensionale caracterizate prin alungiri spre extremitățile câmpului imaginii, sesizabile mai ales dacă în cadru se găsesc mai multe corpuri de aceeași formă și mărime care facilitează comparația: sfere, coloane verticale, etc, dispuse într-un plan perpendicular pe axa optică a obiectivului.

În planul proiecției K din fig.9.68a, o sferă marginală cu diametrul  $d$  va prezenta o alungire până la diametrul aparent:

$$da = d / \cos \varepsilon \quad (9.20)$$

unde:  $\Sigma$  este coordonata unghiulară a sferei considerate și  $1/\cos \varepsilon$  - coeficientul de alungire. De exemplu, pentru unghiul  $\Sigma = 50^\circ$ , diametrul aparent este de 1,5 ori mai mare decât diametrul real. Datorită egalității unghiurilor și  $\Sigma'$ , în planul materialului fotosensibil K', se vor reproduce deformările din planul K, astfel că imaginea unor sfere, de exemplu, capătă forma unor elipse orientate cu axa mare radial.

În cazul obiectivelor superangulare de tip retrofocal (fig.9.68b), alungirile sunt ameliorate deoarece unghiul  $\Sigma'$  din spațiul imagine este considerabil mai mic decât  $\Sigma$  din spațiul obiect. În schimb, la aceste obiective, scăderea valorii unghiului  $\Sigma'$  conduce la o micșorare și o deplasare spre centrul cadrului a imaginii obiectelor marginale. Acest fenomen determină curbarea liniilor drepte situate în afara zonei centrale a cadrului, rezultând o așa zisă perspectivă sferică (fig.9.69b).

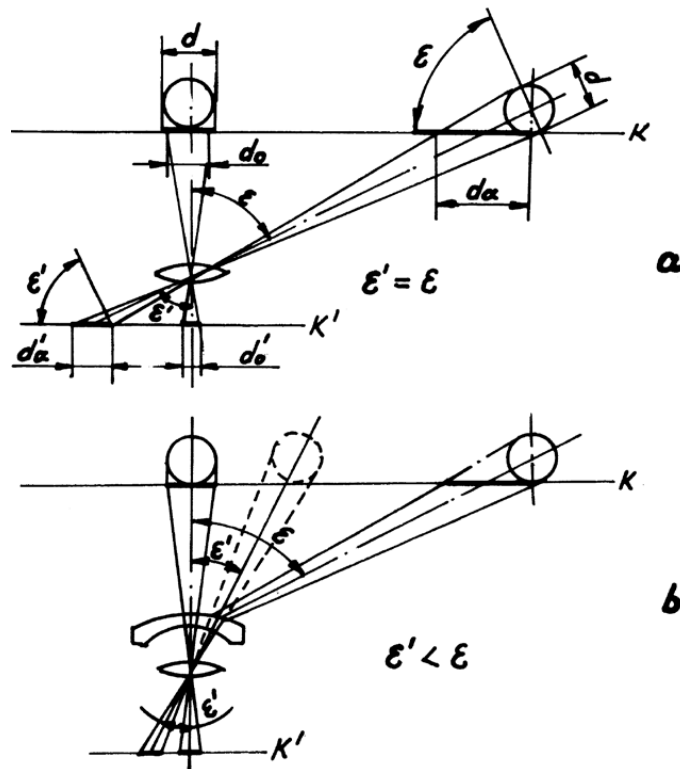


Fig. 9.68. Deformări în imaginea corpurilor situate spre marginea cadrului:  
a -pentru obiective superangulare de construcție normală; b -pentru obiective retrofocale

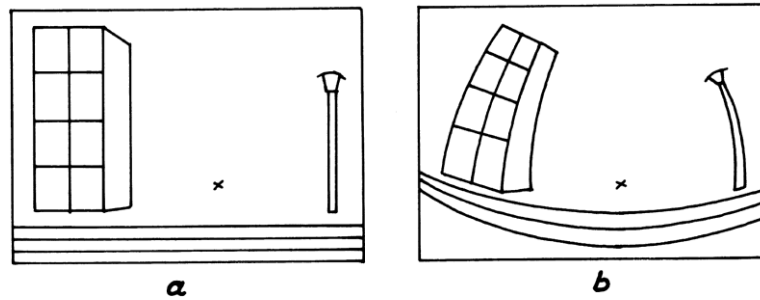


Fig.9.69. Imagini în perspectivă:  
*a* -rectiliniară; *b* -sferică, obținută cu un obiectiv superangular retrofocal  
*c,d* -fotografii cu obiective ochi de pește cu unghiul de cuprindere de 180°

### 9.3.8. Profunzimea câmpului de claritate

În orice aparat de luat vederi există un singur plan imagine fotosensibil pe care se formează imaginea optică. Pe acesta se poate proiecta cu maximă claritate un singur plan obiect orientat perpendicular pe axa optică a obiectivului (fig. 9.70). O imagine punctiformă  $P'$  se poate obține numai pentru un punct obiect  $P$  situat în planul de punere la punct. Imaginile punctelor  $P_1$  și  $P_2$  situate mai aproape și mai departe față de acest plan vor căpăta forma unor pete difuze  $z'$  trasate de conurile fasciculelor luminoase ce formează imaginile lor ( $P'_1$  și  $P'_2$ ). Obiecte mai depărtate sau mai apropiate față de acest plan vor trece treptat în zone de neclaritate. Se pot obține imagini suficient de clare încât să pară perfect clare pentru o zonă mai mare sau mai mică în jurul acestui plan obiect, datorită proprietății obiectivului de a asigura imagini suficient de clare încât să pară perfect clare, pentru obiecte situate într-un anumit interval din spațiul obiect, numit **câmp de profunzime**. Fenomenul este posibil datorită imperfecțiunilor vederii umane, mai exact puterii de separație limitate a ochiului, determinată în principal de aberațiile sistemului său optic, de difracție și de structura discontinuă a retinei (celule sensibile – conuri – cu diametrul de  $5\mu\text{m}$ ). Ochiul acceptă ca pe o imagine suficient de clară a unui punct obiect o pată difuză  $z$ , a cărei mărime se definește prin unghiul limită de separație.

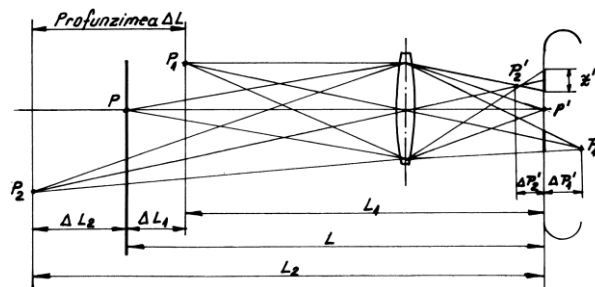


Fig. 9.70 Formarea profunzimii câmpului de claritate



În practica foto-video-cinematografică *operațiunea de căutare sau de stabilire a clarității imaginii pe subiectul principal se numește punere la punct (sau „a face șarful”, germ. = „scharf”), iar distanța măsurată de la planul fotosensibil până la planul obiect de maximă claritate reprezintă distanța de punere la punct.* În procesul vizual de punere la punct se constată existența unui anumit interval  $2\Delta x'$ , reprezentat în fig. 9.71, în care obiectivul se deplasează păstrându-se în imagine senzația de claritate. Acest interval exprimă *latitudinea de punere la punct.*

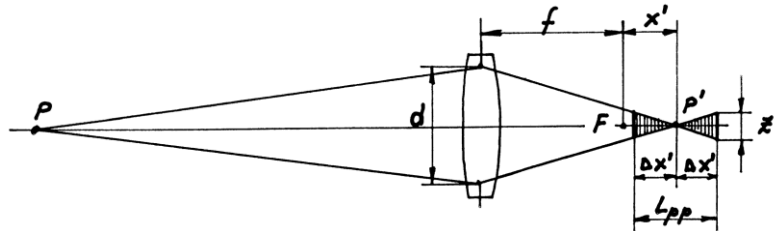


Fig. 9.71. Latitudinea de punere la punct.

În condiții obișnuite de punere la punct la distanțe relativ mari, valoarea  $x'$  devine neglijabilă în raport cu distanța focală  $f$ , iar din asemănarea triunghiurilor din fig.9.72 rezultă:

$$d/f = z'/\Delta x \quad (9.21)$$

Raportul  $d/f = 1/N$  definește deschiderea relativă a obiectivului, evaluată prin indicele  $N$  marcat pe scala de diafragmare. Substituind, se obține latitudinea de punere la punct:

$$L_{pp} = 2\Delta x' = 2z'N \quad (9.22)$$

ce crește prin închiderea diafragmei. De exemplu, pentru o pată difuză cu diametrul  $z'=1/30\text{mm}$ , admisă pentru imaginea cinematografică realizată pe peliculă de 35mm, latitudinea de punere la punct va fi de 0,093mm pentru diafragma  $N=1,4$ , de 0,26 mm pentru diafragma 4 și de 0,73 mm pentru diafragma 11. Rezultă, că pentru creșterea preciziei, punerea la punct vizuală (fără a ține cont de scala de șarf) trebuie efectuată la diafragma cea mai deschisă a obiectivului.

Admițând în planul fotosensibil o pată difuză  $z'$  ca pe o imagine suficient de clară (pentru a părea perfect clară) a unui punct obiect (fig. 9.71), devine evident că în spațiul obiect apare un interval în care obiectele vor fi redată sub forma unor imagini suficient de clare pentru a fi văzute clar pe ecran. Acest interval exprimă *profunzimea câmpului de claritate.*

#### **Criteria de evaluare a profunzimii câmpului de claritate**

Cauza existenței profunzimii câmpului de claritate este pata difuză acceptată de observator ca o imagine suficient de clară pentru a fi considerată perfect clară a unui punct obiect. *Diametrul petei difuze constituie principalul criteriu de evaluare a profunzimii.*

Dacă ochiul observatorului și obiectivul de luat vederi se găsesc în același punct de stație (fig.9.72.) pata difuză acceptabilă ca fiind văzută clar în spațiul obiect are diametrul:

$$Z = L\Delta\phi_{rad} = L\Delta\phi' / 3440 \quad (9.23)$$

unde:  $L$  este distanța considerată - și  
 $\Delta\phi$  - unghiul limită de separație al ochiului,  
iar în urma transformării din radiani în minute:

$$2\pi / 360 \cdot 1/60' \approx 1/3440 \quad (9.24)$$



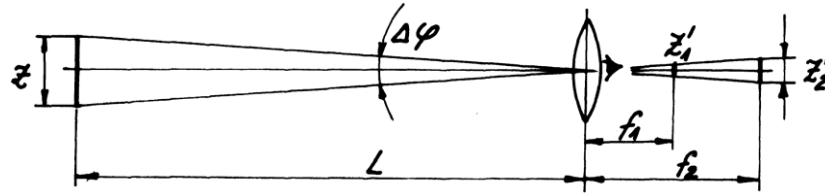


Fig. 9.72. Mărimea petei difuze în funcție de distanța focală

Acceptând unghiul limită de  $2'$  diferitelor distanțe focale le corespund pete difuze cu diametre diferite:

f(mm)	18	25	35	50	75	100	500
Z'(mm)	1	$\frac{1}{95}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{23}$	$\frac{1}{17}$

Acest criteriu de stabilire a mărimii petelor difuze este valabil numai în ipoteza că imaginile ar fi privite de la distanțe optime corespunzătoare, ceea ce presupune ca aceste pete să fie văzute pe ecran sub unghiul limită admis, de  $2'$ . Această condiție fiind practic irealizabilă, la privirea imaginii de la distanțe mai mici decât distanța optimă, petele difuze admise sunt văzute sub unghiuri mai mari decât unghiul limită, imaginile par a fi mai neclare, cu o profunzime mai mică. Pentru distanțe mai mari decât distanța optimă aceleași pete difuze sunt văzute sub unghiuri mai mici decât unghiul limită, ceea ce conferă imaginii o claritate mai bună, cu o profunzime mai mare.

Imposibilitatea privirii imaginilor de la distanțele optime impune stabilirea unui criteriu practic, din care să rezulte aceeași pată difuză pentru toate obiectivele, indiferent de distanța lor focală. La elaborarea unui asemenea criteriu se pornește de la condițiile cele mai nefavorabile de vizualizare, respectiv de la situația unui spectator care vede imaginea de la o distanță minimă admisibilă egală cu  $(1,5 \times \text{lățimea } B)$  a unui ecran cinematografic de format normal, cu raportul laturilor de  $1,37:1$ . Prin urmare, în expresia:

$$Z = L \Delta \phi_{\text{rad}} = L \Delta \phi' / 3440 \quad (9.25)$$

se consideră distanța  $L = 1,5 B$  și se obține astfel diametrul petei difuze în planul ecranului de proiecție (fig.11.73) în funcție de lățimea acestuia:

$$Z = B \Delta \phi' / 2290 \quad (9.26)$$

Transferată pe planul fotosensibil, pata difuză va fi de  $M$  ori mai mică decât pe ecran:

$$Z' = \phi B \Delta \phi' / 2290 M \quad (9.27)$$

unde:  $M = B/b$  este coeficientul de mărire a imaginii din fereastra de proiecție cu lățimea  $b$ , pe ecran.

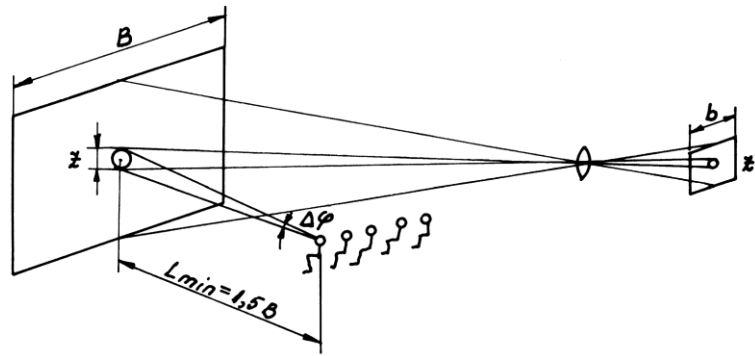


Fig.9.73. Mărimea petei difuze în funcție de condițiile de vizualizare.

Substituind coeficientul  $M$  în expresia de mai sus rezultă diametrul petei difuze exprimat în funcție de formatul fotogramei, evaluat prin lățimea ferestrei de proiecție:

$$z' \approx b \Delta \phi' / 2300 \quad (9.28)$$

La aparatele de proiecție 35 mm fereastra de proiecție pentru formatul normal este de 15,3x21mm, iar pentru cele de 16 mm dimensiunile sunt de 7,1x9,7mm, dimensiuni apropiate de unele dispozitive folosite și în aparatele de proiecție video performante.

Specialiștii europeni acceptă în calculul petei difuze unghiul limită de 4', rezultând, pentru obiectivele aparatelor de 35 mm o pată difuză de 1/27,4 mm, aproximală la 1/30 mm, iar pentru cele de 16 mm pata difuză este de 1/60 mm.

Pentru spectatorii ce ocupă locuri mai depărtate de ecran pata difuză calculată după acest criteriu este văzută sub unghiuri mai mici decât unghiul limită acceptat, ceea ce conferă imaginii o claritate mai bună și o profunzime mai mare. De exemplu, pentru distanța de 2,5B, corespunzătoare locurilor de vizibilitate optimă, pata difuză acceptată pe ecran este văzută sub un unghi de 1,5' iar de la distanța de 3,5B, corespunzătoare ultimelor locuri, pata este văzută sub un unghi de numai 1'.

Specialiștii americani acceptă o pată difuză de 1,5 ori mai mare decât cei europeni, respectiv de 1/500'' = 1/20 mm, pentru obiectivele aparatelor de 35 mm și de 1/1000'' = 1/40 mm pentru cele de 16mm. Acestor pete difuze le corespund unghiul limită de 5,5' și deci o profunzime mai mare. Intre criteriile de profunzime acceptate de specialiștii europeni și cei americani nu apar mari discordanțe dacă ținem seama că *evaluarea profunzimii câmpului de claritate este, totuși, o chestiune subiectivă*.

Este evident că de obicei în sălile de cinematograf nu se respectă criteriul distanței minime până la ecran de 1,5B, astfel că primele rânduri de fotolii au un rol comercial. Similar, nici privitul la televizor nu se face decât în rare situații de la o distanță cuprinsă între 4...6 înălțimi de ecran. Conform recomandărilor constructive pentru sălile de proiecție actuale rezultă o distanță minimă de circa 0,9B pentru ecranul de format normal și de 0,5B pentru cinemascop. În asemenea condiții la vizionare calitatea imaginii este sesizabil mai slabă decât pentru locurile mai depărtate de ecran.

### ***Profunzimea câmpului de claritate în cazul punerii la punct pe infinit. Distanța hiperfocală***

Dacă punerea la punct se face pe infinit, din se observă că razele marginale ce delimitează pata difuză  $z'$ , acceptată ca imagine clară a punctului  $P'$ , situată în planul focal al obiectivului formează o imagine punctiformă  $P'I$  careia îi corespunde un punct obiect  $PI$  situat față de planul materialului fotosensibil la o distanță  $H$ , numită distanță hiperfocală. Într-o asemenea situație de punere la punct, în planul focal vor fi redată cu suficientă claritate (pentru a părea clare) toate

punctele obiect situate între distanța hiperfocală și infinit, deoarece acestora le vor corespunde, ca imagini, pete difuze mai mici decât pata admisă ca fiind clară.

**Distanța hiperfocală** reprezintă distanța până la limita cea mai apropiată a câmpului redat clar în profunzime când șarful este pus la punct pe infinit. Atunci profunzimea se întinde de la distanța hiperfocală până la infinit, adică pe zona maximă pe care o permite un obiectiv dat.

Pe baza asemănării triunghiurilor din fig.9.74, neglijând mărimile foarte mici, pe baza unor calcule geometrice simple rezultă:

$$H \approx f^2 / z'N \quad (9.29)$$

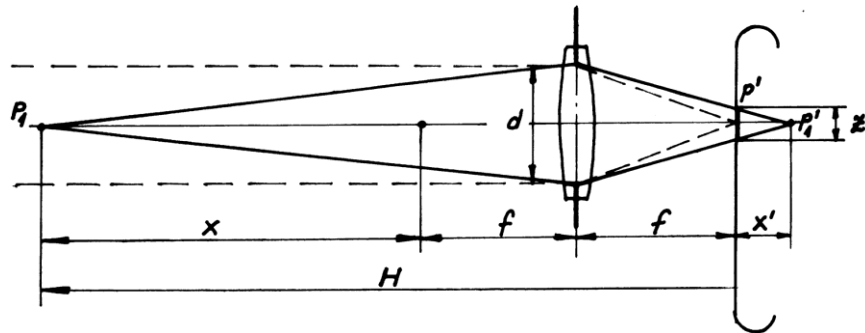


Fig.9.74. Determinarea distanței hiperfocale.

Din formulă rezultă că valoarea distanței hiperfocale scade, adică *profunzimea câmpului de claritate crește* pentru:

- pete difuze mai mari
- diafragme mai închise
- distanțe focale mai scurte (distanța hiperfocală se modifică cu pătratul distanței focale)

**Profunzimea în cazul punerii la punct a clarității pe distanțe finite**

Acceptând în planul fotosensibil (fig.9.70.) pete difuze cu diametrul  $z'$  ca pe imagini suficient de clare ale punctelor obiect  $P1$  și  $P2$ , rezultă că între aceste puncte apare un spațiu de profunzime alcătuit din două zone: una anterioară  $\Delta L1$  și una posterioară  $\Delta L2$ . Cele două zone nu sunt egale: zona anterioară este întotdeauna mai întinsă decât cea posterioară, diferențierea fiind mai pronunțată pentru distanțe mari de punere la punct și diminuată pentru distanțe mici.

Calculgeometrice amănunțite permit, pentru simplitate, exprimarea profunzimii în funcție de distanța hiperfocală  $H$  și de distanța de punere la punct  $L$ . Astfel, distanțele  $L1$  până la limita anterioară a câmpului redat clar și  $L2$  până la limita sa posterioară se pot calcula cu formulele:

$$L_1 = HL / (H+L) \quad \& \quad L_2 = HL / (H-L) \quad (9.30)$$

iar profunzimea rezultă din diferența:

$$\Delta L = L_1 - L_2 \quad (9.31)$$

Variația profunzimii în funcție de distanța de punere la punct este ilustrată în fig. 9.75.

Este important de reținut faptul că *la distanțe de punere la punct pentru care se asigură o încadratură constantă, obiective cu distanțe focale diferite prezintă, la aceeași diafragmă, aproximativ aceeași profunzime*. Fenomenul este valabil până la o distanță de circa 5 m, după care, pentru distanțe focale lungi profunzimea prezintă o anumită scădere.

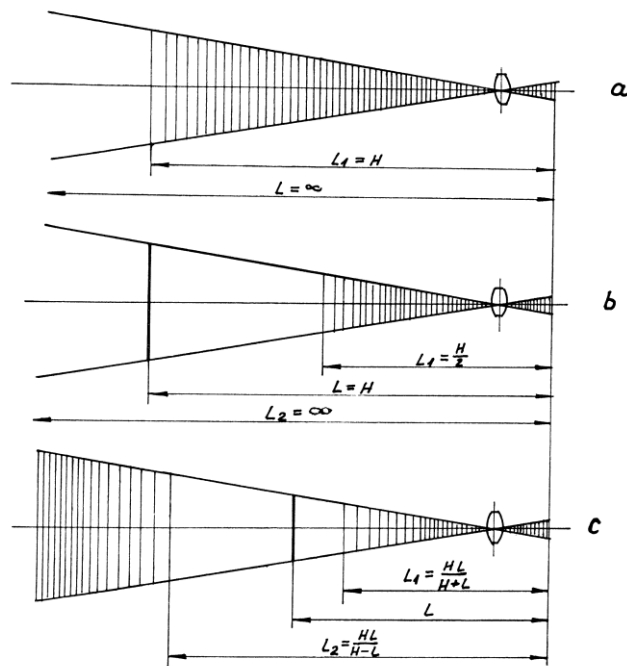


Fig. 9.75. Profunzimea câmpului de claritate pentru diferite cazuri de punere la punct.  
 a - pe infinit; b - pe distanța hiperfocală; c - pe o distanță mai mică decât distanța hiperfocală

### ***Influența calității obiectivului și a transparenței mediului asupra profunzimii câmpului de claritate***

Toate calculele de profunzime au fost deduse din considerente pur geometrice și sunt valabile numai pentru obiective ideal corijate, lipsite de aberații și pentru un mediu perfect transparent.

În realitate, privind o imagine în profunzime ochiul apreciază claritatea relativă a elementelor ce o compun, sesizând gradația trecerii spre zonele de neclaritate în raport cu imaginea de claritate maximă ce se află în planul de punere la punct (fig. 9.76 și 9.77.). Astfel, în cazul obiectivelor bine corijate, cu o definiție bună a imaginii, într-o atmosferă clară ochiul percepe ușor variația clarității, astfel încât percepția profunzimii în acest caz este în acord cu criteriile și calculele prezentate. Pentru obiective mai slab corijate și cu difuzie mare, imaginea din planul de punere la punct este mai puțin clară și de aceea trecerea în neclaritate este mai greu sesizată. Aceasta explică faptul că obiectivele cu o definiție mai scăzută dau senzația unei profunzimi mai mari. Același fenomen explică și senzația unei profunzimi mari în cazul unei atmosfere cu ceață, fie că această atmosferă este reală sau artificial creată cu ajutorul unor filtre speciale.



Fig. 9.76. Exemplu de folosire a profunzimii câmpului de claritate prin menținerea ei constantă și deplasarea planului de punere la punct.



Fig. 9.77. Ilustrarea asimetriei câmpului de profunzime față de planul de șarf. Neclaritatea din prim-plan nu se datorează efectului de ștergere ci profunzimii. Viteza apei fiind constantă, efectul de ștergere ar fi produs o imagine neclară uniformă a apei.

### 9.3.9. Montajul obiectivelor pe cameră. Operațiuni de control

Orice obiectiv de luat vederi trebuie să fie curat și toate comenzile să funcționeze ușor și lin. Se ține corpul obiectivului cu o mână iar cu celalaltă se rotesc toate inelele de comandă: pentru șarf, pentru diafragmă, pentru transfocare dacă este cazul. La transfocare servoasistată se alimentează servozoomul din cameră și se acționează cu viteză foarte mică. Funcționarea mecanismului trebuie să fie uniformă. Se acționează și celelalte comenzi, de exemplu dublorul de distanță focală dacă există.

Unele camere performate, chiar HD, sunt echipate cu obiective transfocatoare care fac parte integrantă din camera video (de ex. Sony EX1). Majoritatea camerelor *broadcast* au însă monturi speciale care permit schimbarea ușoară a obiectivelor (fig. 9.78.).

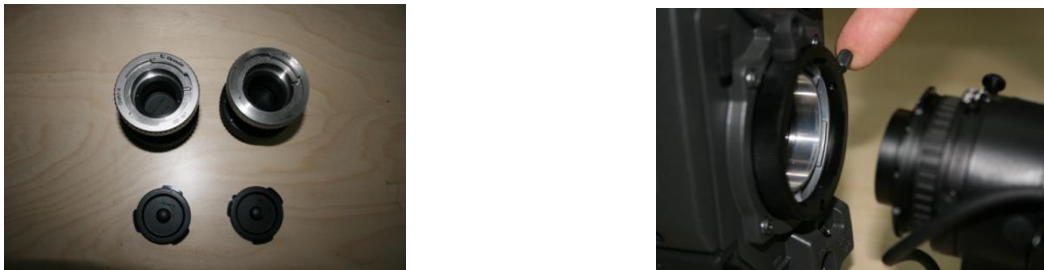


Fig.9.78. a)Exemple de monturi pentru camere video profesionale  
b) Montarea transfocatorului pe o cameră video broadcast

Imensa majoritate a camerelor video *broadcast* sunt echipate cu transfocatoare. Distanța lor focală variază de regulă (dar nu obligatoriu) în jurul distanței focale normale. Distanța focală normală este distanța focală pentru care unghiul de cuprindere este similar cu unghiul optim perspectiv al vederii umane de aproape  $40^\circ$  în plan orizontal. Prin urmare, distanța focală, dacă nu se specifică formatul țintei pentru care este folosită, este o cifră fără sens.

La montarea obiectivelor de luat vederi pe aparatele de filmat și pe camerele video profesionale, pe lângă faptul că trebuie să se potrivească montura, ceea ce asigură implicit corespondența cu mărimea țintei pentru care este corijat obiectivul, trebuie verificată riguros distanța până la suprafața fotosensibilă (*back focus distance*). Dacă această distanță nu este respectată riguros, cu precizie de 0,01mm depinzând de mărimea țintei, scala de punere la punct (șarf) nu este respectată la obiectivele cu distanță focală fixă, iar la transfocatoare, suplimentar, nu se menține șarful în timpul schimbării distanței focale (transfocării). Acest parametru se verifică profesional în laboratorul de optică cu ajutorul colimatorului. Dacă acest lucru nu este posibil, se vizează la distanță cât mai mare detalii fine din peisaj, de exemplu antene de pe

blocuri îndepărtate pentru punerea la punct pe infinit, se face șarful la ochi și se verifică reperul de infinit de pe scala de șarf. Se poate și invers: se pune șarful pe infinit, se vizează detalii fine cât mai depărtate și se observa dacă imaginea lor este clară. În timpul transfocării între limitele extreme, șarful trebuie să se mențină.

Obiectivele trebuie să fie echipate cu parasolarele potrivite deoarece lumina parazită pe prima lentilă poate altera dramatic contrastul imaginii filmate.

La transport obiectivele se acoperă cu capace de protecție adecvate.

Suprafața murdară a lentilei frontale se curăță de preferință în laboratorul de întreținere. O lentilă cu amprente nu prea evidente nu va forma o imagine vizibil afectată, cu difuzie evidentă. Dacă totuși lentila este foarte murdărită accidental se curăță de către cameraman la locul filmării, cu ustensile speciale inclusiv soluții dedicate, cu mare atenție.

Transportul obiectivelor se face în cutii speciale cu materiale amortizoare de șocuri și etanșe la intemperii și praf. Dacă sunt montate pe camere, acestea se transportă în condiții similare.

### 9.3.10. Accesorii optice ale obiectivelor

Se fabrică în prezent o gamă extrem de largă de filtre pentru iluminare tehnologică, unele pentru folosit pe obiective altele pentru pus pe proiectoare sau pe geamuri. Alegerea lor depinde de scopul dorit. O parte dintre filtre sunt fabricate din plastic subțire pe care se depun coloranți, altele sunt depuse în vid pe lame cu fețe plan-paralele (*filtre dicroice*). Filtrele dicroice nu se alterează la căldură, dar sunt mult mai scumpe decât gelurile (de la galatină). Unele filtre sunt folosite pentru schimbarea culorii luminii în limite largi, de la culori saturate, până la nuanțe care abia se observă. Altele au scopuri tehnice mai precise, cum ar fi filtrele de corecție a temperaturii de culoare, filtre de compensare, filtre ultraviolete și de polarizare.

Există mai multe categorii de filtre, cum ar fi filtre neutre, filtre de conversie, filtre de corecție, filtre pentru raze ultraviolete, filtre de polarizare, filtre pentru efecte speciale.

#### *Filtrele de polarizare*

Sunteți probabil familiarizați cu ochelarii de soare polarizați care reduc reflecțiile și înlătură lumina orbitoare. Totuși, spre deosebire de ochelari, majoritatea filtrelor profesionale de polarizare pot fi foarte variate iar efectul lor este mult mai puternic.

Filtrele de polarizare:

- reduc reflecțiile și strălucirea
- adâncesc culoarea cerului senin
- penetrează ceața
- saturează (intensifică) culorile.

De reținut este faptul că gradul de polarizare se poate ajusta rotind elementele din sticlă ale filtrului.

#### *Filtrele pentru controlul contrastului*

Deși cele mai bune camere de ultimă generație sunt capabile să capteze un contrast și o luminozitate de până la 700:1, majoritatea televizoarelor și condițiilor de vizionare limitează această performanță la un raport de 30:1. Acest lucru înseamnă că cel mai luminos element al unei scene nu poate fi de 30 de ori mai luminos decât cel mai întunecat element. (HDTV are performanțe mult mai bune).

Anumite scene conțin adeseori elemente care depășesc o rată a contrastului de 30:1. În studio se poate controla această rată prin folosirea luminilor. Lucrurile se complică la filmările în

exterior. Utilizarea unui filtru pentru controlul contrastului se poate observa în fig 9.79. Imaginea din dreapta este filtrată.



Fig 9.79. Efectul filtrului de control al contrastului

Există trei tipuri de astfel de filtre: *low contrast*, *soft contrast* și *Tiffen ultra contrast*.

### ***Filtre pentru efectul cinematografic***

În comparație cu filmul, unii oameni consideră că producțiile digitale au imaginea mult prea clară și chiar prea dură. Studii au demonstrat că oamenii s-au obișnuit și par să prefere efectul de film (imagine mai delicată, mai granulat) – ceea ce a determinat unele case de producție să adauge electronic acest efect în timpul post-producției. Unii directori de imagine, preferă să adauge acest efect în timp ce filmează, utilizând anumite filtre.

### ***Filtrul de transformare a zilei în noapte.***

#### ***Noapte americană***

Un efect vizual comun, în special în zilele filmelor și televiziunii alb-negru, dar și în anii de început ai filmului color, este acela de a filma o scenă de noapte în plină zi, folosind un filtru special. (În acele zile, pelicula și camerele nu erau atât de sensibile la lumină și nu se putea filma noaptea.) În cazul filmelor alb-negru se utilizează un filtru roșu intens pentru a transforma cerul senin într-unul gri sau chiar negru. (filtrul roșu extrage albastrul.) Acest filtru plus 2-3 f-uri mai puțin pentru subexpunere, ajutau la obținerea iluziei. Efectul este cunoscut sub numele de *noapte americană*.

Deși nu este la fel de ușor de obținut când se filmează color, se poate simula acest efect prin subexpunere cu cel puțin 2 trepte de diafragmă și folosind fie un filtru albastru, fie creând un efect albăstrui când se ajustează balansul tonurilor de alb.

Un control atent al luminilor și evitarea cerului în aceste scene contribuie la realizarea efectului. Îmbunătățirile care se pot aduce în timpul postproducției fac efectul de noapte foarte convingător.

Astăzi, cu o sensibilitate de numai un lux pentru mai toate camerele profesionale, filmarea pe timp de noapte nu mai este o problemă.. Indiferent de metoda aleasă, va trebui verificată calitatea efectului folosind drept referință un monitor HD.

### ***Filtre de conversie a culorii***

Filtrele de conversie a culorii corectează diferențele sesizabile ale temperaturilor culorilor între lumină incandescentă și lumina soarelui – diferență de aproape 2,000K.



Chiar dacă aparatele profesionale pot corecta electronic micile probleme de culoare, filtrele de culoare sunt foarte eficiente în cazul unor schimbări majore, cum ar fi diferența dintre filmarea la interior și cea la exterior.

Două serii de filtre au fost folosite extensiv în producțiile cinematografice: Seria Wratten 80, de culoare albastră care transformă lumina incandescentă în lumină caldă și seria Wratten 84 care transformă lumina zilei în lumină incandescentă.

Din moment ce camerele video sunt optimizate pentru o singură temperatură de culoare, operatorii vor folosi aceste filtre pentru a obține efectul dorit. Ajustarea avansată se face de obicei electronic.

### ***Filtre pentru lumină fluorescentă***

Anumite surse de lumină sunt dificil de corectat. Un prim exemplu, pe care operatorii îl întâlnesc adesea este lumina fluorescentă. Aceste lumini se găsesc peste tot și desigur pot fi o problemă. Deși în ultimii ani producătorii de camere au încercat să compenseze lumina verzuie pe care o crează lămpile fluorescente, atunci când vine vorba de obținerea unor tonuri de lumină caldă (presupunând că nu se pot evita aceste lumini), vor trebui folosite filtre pentru lumina fluorescentă. Rezultatul nu este întotdeauna cel așteptat, deoarece există o mulțime de tuburi fluorescente, a căror temperatură de culoare diferă foarte mult.

Însă o caracteristică standard a tuturor lămpilor fluorescente este aceea că au un „spectru spart” sau că există lipsuri în gama de culori pe care o reproduc. Ochiul poate mai mult sau mai puțin trece cu vederea peste aceste minusuri atunci când privește lucrurile într-o astfel de lumină, însă camerele foto și video au mari probleme.

Alte surse de lumină sunt chiar și mai proaste – în special becurile cu halogen utilizate pentru iluminatul stradal sau pentru cel al sălilor de sport. Deși publicul poate accepta aceste aberații de iluminare în reportaje sau documentare, se schimbă problema în cazul filmării reclamelor și serialelor tv. Unele lămpi fluorescente echilibrate cromatic nu prezintă probleme, deoarece producătorii le-au proiectat special pentru producțiile televizate și cinematografice. Dar acestea nu sunt montate în școli, birouri, spitale sau cămine.

### ***Filtre pentru efecte speciale***

Există o multitudine de filtre pentru efecte speciale. Dintre acestea cele mai utilizate sunt: filtrele stea, filtrele *starburst*, filtrele de difuzie (focalizare *soft*) și filtrele de ceață.

- *Filtrele stea* – au un grilaj microscopic gravat pe suprafața lui.

Filtrul stea în patru colțuri înmoaie și imprimă un efect difuz imaginii. Filtrele stea pot produce stele cu patru, cinci, șase sau opt colțuri, în funcție de liniile gravate pe suprafața sticlei. Efectul de stea variază în funcție de diafragma folosită.



- *Filtrul starburst* aduce culoare razelor divergente. Ambele filtre stea vor reduce claritatea totală a imaginii, ceea ce poate fi sau nu dezirabil.





- *Filtrele de difuzie (focalizare soft)* – pentru a crea un efect delicat, de vis se poate utiliza un filtru pentru focalizare soft sau filtru de difuzie. Aceste filtre, care sunt disponibile pentru diverse nivele de intensitate au fost foarte utilizate în anii de început ai cinematografului pentru a ascunde urmele de îmbătrânire ale actorilor (unele staruri le-au menționat drept clauză contractuală)

Se poate obține același efect dacă se filmează printr-o plasă foarte fină sau dacă se aplică pe obiectiv un ciorap foarte fin de nylon. Diafragma aleasă va determina în mare măsură efectul de difuzie rezultat. Este foarte important ca atunci când se utilizează astfel de trucuri să se ajusteze corect balansul de alb.



- *Filtrele de ceață (simple fog, double fog)* – pot adăuga o anumită atmosferă unor locații dramatice prin sugerarea ceții dimineața sau seara. Aceste filtre ajută la obținerea efectului dorit în lipsa unor mașini de ceață artificială.



### **Lentile adiționale**

Deși marea majoritate a operatorilor lucrează în limitele obiectivelor cu care au fost furnizate camerele, există posibilitatea de a modifica distanța focală a acestora (atât la obiectivele fixe cât și la cele variabile) prin adăugarea unor *lentile suplimentare*, pozitive sau negative. De obicei, acestea se atașează în fața obiectivelor standard ale camerei. Lentilele suplimentare pot mări sau micșora distanța focală de bază și zona de acoperire a lentilelor. Diferențele de distanță focală ale obiectivelor influențează nu doar dimensiunea imaginii, ci și:

- distanța aparentă dintre obiectele din scenă
- viteza aparentă a obiectelor aflate în mișcare către sau dinspre cameră
- dimensiunea relativă a obiectelor aflate la distanțe diferite.

**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. Spectrul vizibil acoperă lungimile de undă cuprinse între:
  - a. 380 – 760nm
  - b. 180 – 490nm
  - c. 560 – 760nm
  - d. 440 – 490nm
  
2. Un obiect are culoarea albă când:
  - a. absoarbe toate radiațiile luminoase
  - b. absoarbe radiațiile numai din anumite zone ale spectrului vizibil
  - c. reflectă toate radiațiile spectrului vizibil
  - d. absoarbe radiațiile infraroșii și ultraviolete
  
3. Intensitatea luminoasă reprezintă:
  - a. raportul dintre fluxul luminos emis de sursă și puterea absorbită din rețeaua electrică
  - b. o măsură a cantității de lumină emisă de o sursă pe o anumită direcție
  - c. intensitatea luminii eliberată de unitatea de suprafață
  - d. parte a puterii radiante generată de o sursă
  
4. Temperatura de culoare a unei surse fluorescente cu lumină albă este:
  - a. 5000° K
  - b. 7000° K
  - c. 6500° K
  - d. 4500° K
  
5. Astigmatismul reprezintă:
  - a. defectul unei lentile de a nu focaliza în același plan razele care traversează un sistem optic
  - b. modificarea raportului de mărire la periferia unei lentile comparativ cu axul optic
  - c. suprafețe cu forme diferite în planul focal
  - d. curbarea fasciculelor luminoase în raport cu axa optică
  
6. Deschiderea relativă sau indicele de diafragmă  $N$  se definește ca fiind:
  - a. capacitatea unui obiectiv de a produce imagini mai mult sau mai puțin luminoase în aceleași condiții de iluminare
  - b. produsul dintre coeficientul de transmisie și luminozitatea geometrică
  - c. raportul dintre distanța focală  $f$  și diametrul pupilei de intrare  $d$
  - d. limitarea unui fascicul de lumină la trecerea printr-un sistem optic
  
7. Obiectivele superangulare au distanța focală:
  - a. 40 și 50 mm
  - b. 18, 25, 28 și 35 mm
  - c. 75, 85, 100, 150 mm
  - d. 9,8 mm
  
8. Unghiul de cuprindere al obiectivelor numit și unghi de câmp reprezintă:
  - a. spațiul obiect redat în imagine
  - b. raportul dintre diametrul câmpului util și distanța focală
  - c. senzația unei spațialități apropiate de cea normală
  - d. planul imaginii în care se formează imaginea optică

9. Efectul de noapte americană se obține prin intermediul:
- filtrelor de polarizare
  - filtrelor pentru controlul contrastului
  - filtru roșu pentru filmul ab/negru sau albastru pentru pelicula color
  - filtrelor "starburst"
10. Filtrul de polarizare:
- reduce reflecțiile și strălucirea
  - corectează diferențele sesizabile ale temperaturii de culoare dintre lumina incandescentă și cea a soarelui
  - adaugă o anumită atmosferă
  - reduce claritatea imaginii

Răspunsuri corecte: 1A, 2C, 3B, 4C, 5A, 6C, 7B, 8A, 9C, 10A

## CAPITOLUL 10

# UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

### 10.1. Principiile redării mișcării cinematografice. Analiza și sinteza mișcării

*Cinematografie* înseamnă, din punct de vedere etimologic, „scrierea mișcării” (de la cuvintele franceze „*cinematique*” – mișcare și „*graphie*” – scriere). Legat de această definiție amintesc faptul că patentul acordat fraților Lumiere în februarie 1895 avea titlul de „Aparat pentru obținerea și vizionarea imaginilor”, numit generic de către ei „Cinematograf”.

*Cinematografie* este înregistrarea unei serii întregi de imagini fotografice succesive, a unui obiect în mișcare cu o anumită cadență – analiza mișcării și apoi proiectarea acestor imagini cu aceeași cadență (între 16 – 18 imagini/secundă pentru film mut și 24 imagini/secundă pentru film sonor) pentru reconstituirea mișcării – sinteza mișcării.

*Sinteza mișcării*, în cinematografie, este totalitatea operațiunilor efectuate pentru obținerea efectului de mișcare de pe un film care conține imagini pozitive – statice (faze intermediare ale unei mișcări).

*Fenomenul cinematic* se realizează pe baza analizei și sintezei mișcării. Acest fenomen al percepției mișcării se datorează unor factori fiziologici și a unor factori psihologici, care se petrec în ochi.

Dacă privind un obiect luminos imaginea lui se formează pe retina ochiului ca apoi prin nervul optic senzația *percepției vizuale* a obiectului se transmite la creier. În momentul când obiectul dispare brusc senzația percepției nu dispare concomitent. Acest fenomen de ștergere progresivă se numește *memorie retiniană*. Aceasta are o durată variabilă dependentă de intensitatea excitației luminoase, de compoziția spectrală a luminii, de durata în timp a excitației luminoase. Cele expuse mai sus sunt *factorii fiziologici* privind analiza și sinteza mișcării.

*Factori psihologici* sunt *memoria asociativă* și *persistența retiniană*. Astfel ochiul observă în jurul lui o serie de imagini transmise creierului care le păstrează; fenomenul este definit ca *memorie asociativă* și este factorul psihologic care leagă între ele diferite imagini completând lipsurile dintre ele.

Aici intervine și factorul numit *persistența retiniană* care îndulcește trecerile de la o fază la alta și care ajută să mai persiste vechea imagine în creier peste care impune noua imagine. Datorită acestor factori psihofiziologici putem viziona un film.

Filmul este o serie de *fotograme* (cadre) înșirate a unor mișcări. În *aparatură de proiectie cinematică*, redarea fotogramelor se face în așa fel încât fiecare va sta în fața ferestrei de proiectie un anumit timp, după care se va face proiectia următoarei fotograme. Această succesiune care se face într-un tempo sacadat (cadențat) este percepută de ochiul uman ca o mișcare naturală. Dacă nu ar exista această *persistență retiniană*, după unii *remanență retiniană*, de fapt un *defect al ochiului*, nu ar fi putut să apară *cinematograful*.

## 10.2. Formatele imaginii

La începutul televiziunii, când a fost ales formatul 4:3, s-a urmărit tocmai posibilitatea difuzării filmelor produse pe atunci, care erau 4:3. Ulterior, industria filmului s-a revoltat întrucât publicul prefera să vadă filmele la TV și începuse să nu mai frecventeze sălile de cinema; ideea salvatoare a fost inventarea filmului „panoramic” care pe TV nu mai dădea bine cu cele 2 benzi negre sus și jos, și astfel a fost revigorat cinematograful.

Problema este că marile case de filme nu prea s-au înțeles în privința formatului panoramic, aparând o mulțime de formate nici unul 16:9 exact. Acesta a apărut mult mai târziu, odată cu impunerea DVD-ului, ca compromis între diferitele formate panoramice.

Un alt aspect important este definiția imaginii; în epoca analogului imaginea era definită prin numărul de linii orizontale: 625 în PAL – Secam, 525 în NTSC – ul american. Numărul de puncte distinctibile pe fiecare linie varia de la 240 la VHS, la 380 în emisiile TV, și până la 450 în imaginile de studio.

Dintre cele 625 linii, vizibile pe ecran sunt numai 575. Sosirea erei digitale a dus la crearea unui standard în care imaginile sunt compuse din 720x576 pixeli (de fapt vizibili numai 702x576) așa – numitul SD (standard definition).

Cum formatul imaginii este 4:3, cei 576 pixeli pe verticală ar necesita 768 pixeli pe orizontală, dacă pixelul ar avea forma pătrată. Fiind numai 720, rezultă că pixelii imaginii sunt de fapt alungiți pe orizontală. Interesant este faptul că filmele în format 16:9 pe DVD au tot definiția SD 720x576, ceea ce înseamnă pixeli și mai alungiți pe orizontală. Dacă ar fi să facem o comparație cu camerele foto, putem spune ca DVD-ul fie 4:3, fie 16:9, are o rezoluție de 702x576 = 0,4 MP (megapixeli). Explozia megapixelilor în domeniul foto a dus la cele din urmă și la apariția HD TV (high definition) deși cei 1920x1080 pixeli = 2,1 MP sunt departe de camerele foto de astăzi (cu 10 – 12 megapixeli). Problema practică este pe un ecran LCD de 2 MP, cei 0,4 MP ai imaginii SD TV se văd destul de prost, iar televiziunile nu prea se înghesuie să își re tehnologizeze studiourile deși vânzările de TV, LCD și plasmă au crescut.

## 10.3. Sisteme de cinema

Un **sistem de cinema** constituie totalitatea mijloacelor tehnice necesare filmării, pentru exprimarea artistică unică a realizatorului. Este caracterizat de raportul laturilor imaginii proiectate pe ecran, a sunetului (monoaural sau biaural – stereofonic), felului imaginii proiectate (bidimensionale sau tridimensionale - stereoscopice).

Clasificarea sistemelor de cinema se face în raport cu formatul peliculei:

- **Sistem de cinema pentru format normal.** La acest sistem filmarea se face pe peliculă de 35 mm lățime fără *dispozitive speciale* de filmare (*sistemele clasic, cașetat*), sau cu *dispozitive speciale* de filmare (*sistemele Cinemascope 1 și 2*).
- **Sistem de cinema pentru ecran lat.** Filmarea se face pe o peliculă mai lată de 35 mm fără dispozitive speciale de filmare (*sistemul Todd AO "Format lat"* - filmarea cu peliculă de 65 mm, proiecția cu 70 mm cu sunet pe 8 canale) și cu dispozitive speciale de filmare (*Cinemascope 55, M.G.M.-65*).

*Sistemul clasic* este un sistem de cinema unde filmarea s-a făcut fără dispozitive speciale, proiecția făcându-se tot așa. Dimensiunile geometrice ale fotografeiei sunt de 16x22 mm, cu raporturile imaginii proiectate de 1:1,37, bidimensională. Sunet monoaural sau biaural (*Dolby*).

*Sistemul cașetat* este un sistem de cinema asemănător cu primul, cu deosebirea că dimensiunile geometrice ale fotografeiei sunt între 11-16x22 mm, cu raportul laturilor imaginii proiectate de 1:1,65, 1:1,77 și 1:1,85, bidimensională. Sunet monoaural sau biaural (*Dolby*).

*Sistemul Cinemascope* este un sistem unde la filmare și proiecție sunt folosite dispozitive speciale. La sistemul "*Cinemascope 2*" dimensiunile geometrice ale fotografeiei sunt 18,7x23,8

mm, cu raportul între laturile imaginii proiectate de 1 : 2,55, bidimensională. Sunetul stereofonic pe patru canale, înregistrare magnetică. La sistemul "*Cinemascope I*" dimensiunile geometrice ale fotogramei sunt 18,7x22 mm, cu raportul între laturile proiectate de 1:2,35 mm, bidimensională. Sunetul monoaural sau biaural (*Dolby*).

### 10.4. Clasificarea peliculei

Pelicula cinematografică este purtătoarea imaginii și sunetului alcătuită din unul sau mai multe straturi fotosensibile, aplicate pe un suport flexibil și transparent de lățimi diferite și cu perforații pe margini. Peliculele cinematografice sunt fabricate într-o gamă variată și clasificarea lor poate fi făcută după mai multe criterii.

- a) După modul de redare al culorilor se deosebesc:
  - Peliculele alb – negru care redau culorile în gri;
  - Peliculele color care redau culorile așa cum sunt ele în natură;
- b) După natura suportului peliculele pot fi:
  - Cu suport de nitroceluloza, cunoscute și sub denumirea de inflamabile (deoarece se aprind foarte repede și din cauza pericolului nu se mai fabrică); Ele se mai găsesc actualmente numai ca documente de arhivă unde se păstrează în condiții riguroase de protecție;
  - Cu suport de acetat de celuloză, (neinflamabile), acestea au înlocuit peliculele de nitroceluloză și prezintă calități deosebite de siguranță mult mai mari (ele arzând mult mai încet);
  - Cu suport de poliester, aceste pelicule prezintă calități mecanice foarte bune și o stabilitate foarte mare în timp a dimensiunilor geometrice.
- c) După dimensiunile geometrice:
  - Pelicula de 8 mm utilizată de cinematori 2x8 mm sau 4x8 mm destinată copiilor;
  - Pelicula de 16 mm utilizată de cinematori cât și de cinematografie și televiziune;
  - Pelicula de 32 mm (2x16 mm) destinată tirajului de copii pe 16 mm;
  - Pelicula de 35 mm care constituie dimensiunea normală și cea mai utilizată în lume;
  - Pelicula de 70 mm utilizată în mod special pentru sisteme cinematografice cu ecrane mari (panoramic, stereo, etc.)
  - Pelicula de 65 mm cu utilizare mai restransă pentru ecran panoramic.
- d) După utilizarea peliculelor se pot clasifica:
  - Peliculele negative, care sunt utilizate pentru înregistrarea imaginii (filmelor) și care cuprind imagini negative ale obiectului filmat (peliculele negative nu sunt proiectabile);
  - Peliculele pozitive, pe care se execută copiile cu imagine pozitivă, acestea redau cu fidelitate obiectele filmate în natură fiind astfel destinate proiecției pe ecran;
  - Peliculele duplicate, deoarece negativele obținute la filmare cu o valoare foarte mare care echivalează cu totalul cheltuielilor făcute pentru realizarea filmului; la care se adaugă valoarea artistică și se iau măsuri speciale pentru protejarea lor;

Atunci când se solicita la un film un număr mare de copii pozitive care pot ajunge în țările mari la câteva sute chiar mii de copii, negativul este protejat prin executarea de duplicate astfel în cazul filmelor ALB-NEGRU se utilizează duplicatul pozitiv cunoscut și sub numele de LAVANDA și duplicatul negativ care mai este denumit și CONTRATIP.

În cazul filmelor COLOR corespondentele acestor duplicate se numesc INTERPOZITIV.

  - Duplicatul pozitiv (lavanda și interpozitivul) au o imagine pozitivă și se execută după negativ;

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

- Duplicatul negativ și internegativul cu imagine negativă se execută după duplicatul pozitiv și respectiv după interpozitiv;  
Duplicatul negativ și internegativul sunt de altfel pelicule după care se pot executa tirajele de copii pozitive.
  - Pelicule de sunet destinate înregistrării fotografice ale sunetului;
  - Pelicule speciale, care se fabrică în cantități mai reduse în diferite scopuri ca: trucaje, subtitrarea filmelor, fotocinematografie științifică;
  - Pelicule reversibile, care permit printr-o prelucrare foto-chimică specială, să se realizeze direct o imagine identică cu realitate.
- e) După sensibilitatea spectrală se pot deosebi de asemenea mai multe tipuri de pelicule:
- Nesensibilizate, care conține numai halogenuri de argint sensibile numai la zona ALBASTRU-VIOLET al spectrului, din această categorie fac parte toate peliculele pozitive ALB-NEGRU;
  - Sensibilizate, obținute prin introducerea de sensibilizatori optici în procesul de fabricație ele pot fi:
    - ORTOCROMATICE, care sunt sensibile și în zona GALBEN-VERDE al spectrului (această categorie de pelicule este mai puțin utilizată);
    - PANCROMATICE, sensibilizate la tot spectrul vizibil. Din această categorie fac parte toate negativele ALB-NEGRU și unele duplicate ALB-NEGRU utilizate în scopuri speciale (separație de culoare);
    - INTERFACROMATICE, sensibile în special la zona ROȘU-INFRAROȘU utilizate pentru anumite genuri de filmări;
- f) După tipul perforației (perforațiile sunt mici orificii clasate în general la extremitățile laterale ale peliculei și sunt necesare pentru antrenarea peliculei de filmare, multiplicare, proiecție, etc.). Pentru peliculele de 35 mm care sunt și cele mai utilizate în cinematografie au fost standardizate următoarele 3 tipuri de perforații:
1. Perforație dreptunghiulară sau pozitivă;
  2. Perforație BELL HAWELL sau negativă;
  3. Perforație pătrată sau cinemascop;

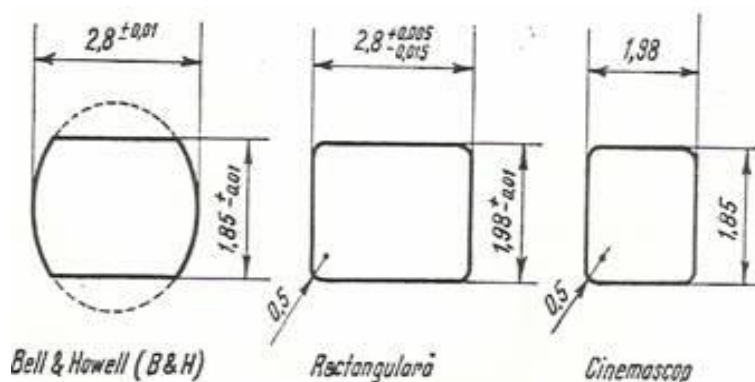


Figura 10.1. Tipuri de perforatii

## 10.5. Purtători magnetici de sunet

### 10.5.1. Structura purtătorilor magnetici de sunet

Banda și discul magnetic reprezintă formate de utilizare a mediului de înregistrare a sunetului. Principalele straturi care formează o bandă sau un disc magnetic sunt:



## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

- substratul, realizat dintr-un material conductor, care are rol antistatic.
- suportul benzii magnetice.
- stratul magnetic, format dintr-o pulbere magnetică care este purtătorul înregistrării.

*Película de bază (suportul)* este realizată din *mylar*, un material care asigură cerințele de rezistență la întindere și elasticitate ale benzii. Acest suport are o grosime cuprinsă între 20-40  $\mu\text{m}$ .

*Pulberea magnetică* are o grosime de 10-15  $\mu\text{m}$  și este realizată din oxid de fier ( $\text{Fe}_2\text{O}_2$ ). Pulberea este formată din particule circulare, cu un diametrul sub o zecime de microni și cu lungimi de 0,6-1 microni. Forma circulară a fost aleasă deoarece față de particulele sferice asigură menținerea mai bună a magnetizării în condiții de soc mecanic sau termic. Calitatea înregistrării depinde direct de modul în care este preparată pulberea magnetică, de impuritățile introduse deliberat sau accidental în structura sa, de dimensiunea și forma particulelor. Cosistența pulberii este asigurată cu ajutorul unui clei, care are și rolul de a menține distanța între particule, astfel încât ele să rămână dispersate în volumul stratului magnetic. Când este uscat cleiul nu trebuie să adere la substratul benzii chiar în condițiile unor temperaturi ridicate de stocare, pentru a permite înfășurarea benzii.

### 10.5.2. Norme privind purtătorul de sunet.

Suportul benzilor magnetice trebuie să fie neinflamabil.

Grosimea suportului, funcție de materialul din care este fabricat și de viteza de înregistrare:

- 7-13 micrometri pentru banda cu lățimea de 3,81 mm;
- 15-24 micrometri pentru banda cu lățimea de 6,25 mm;
- 75 micrometri pentru benzile cu suport de poliester de 120-135 micrometri.

### 10.5.3. Proprietățile magnetice ale purtătorului de sunet:

*Inductia remanentă de saturație*, care este inducția rămasă după ce stratul magnetic a fost magnetizat până la saturație (800-1450 Gs la benzile moderne).

*Fluxul magnetic remanent de saturație*, care este fluxul rămas în secțiunea stratului magnetic, când acesta a fost magnetizat până la saturație.

*Forța coercitivă*, care este intensitatea câmpului magnetic necesar pentru a anula inducția stratului magnetic prealabil magnetizat până la saturație (250-300 versted).

*Permeabilitatea inițială absolută* a benzilor moderne care este de cca. 1,4.

### 10.5.4. Proprietățile electroacustice ale purtătorului de sunet.

- Sensibilitatea benzii, care se determină ca valoare relativă, fiind un raport între intensitatea electromotoare indusă în înfășurarea capului de redare de banda măsurată și tensiunea indusă de banda etalon.
- Sensibilitatea benzilor moderne variază cu  $0,05 \pm 0,03 \text{dB}$  de-a lungul unei benzi și cu aproximativ 1 dB între benzi.
- Caracteristica de frecvență este curba care arată variația amplitudinii tensiunilor reproduse de capul de redare, în funcție de frecvența semnalului de audio-frecvență înregistrat.

## 10.6. Purtători magnetici ai imaginii

Cel mai răspândit purtător al imaginii magnetice este *banda magnetică video*. Pulberile magnetice ale benzilor utilizate la înregistrarea imaginilor au proprietăți magnetice ridicate (forță coercitivă și inducție magnetică ridicate, permeabilitate mică, raport mare între valoarea forței coercitive și inducția remanentă, cu un punct de saturație ridicat). Cele mai utilizate pulberi magnetizate sunt constituite din: oxizi de fier ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), bioxid de crom ( $\text{CrO}_2$ ) impurificat cu telur și stanin - combinații de oxizi și cobalt. Benzile magnetice au o grosime de 30-37 $\mu\text{m}$ , din care stratul activ de 5-12 $\mu\text{m}$  iar suportul cca.25 $\mu\text{m}$ .

## 10.7. Purtători de informații audio numerice

- *Caseta DCC. (Digital Compact Cassette)* este un sistem evoluat al sistemului audio cu casetă compactă analogică CC. În scopul păstrării compatibilității, la noul tip de casetă s-au păstrat:
  - -lățimea benzii 3,78 mm;
  - -viteza de deplasare a benzii 8,76 mm/s;
  - -dimensiunile casetei.
- *Caseta DAT* este folosită de sistemul DAT (*Digital Audio Tape*) de înregistrare audio numerică. Produsul prezintă multiple avantaje față de compact caseta CC:
  - -permite înregistrarea numerică pe 3 canale cu o cuantizare de 16 biți;
  - -capacitate mare de stocare a datelor (aprox. 1,3 Gocteți pe o bandă de 2 ore)
  - -este o bandă cu granulație fină.

## 10.8. Discuri magneto-optice

### 10.8.1. Caracteristicile discului optic:

- stocarea informației pe disc se face mecanic prin pit-uri;
- citirea discului se realizează optic, utilizând un fascicul laser;
- ștergerea și rescrierea discului nu sunt posibile.

*Discurile optice video* au informația înregistrată pe o pistă sub formă de spirală care pornește dinspre interior spre exterior, având următoarele caracteristici: înălțimea excavațiilor care este constantă de-a lungul întregii suprafețe înregistrate și densitatea tangențială a elementelor de informație, exprimată în elemente/mm.

Există două formate pentru discuri optice:

- cu viteza unghiulară constantă. CAV (*Constant Angular Velocity*)
- cu viteză liniară constantă, CIV (*Constant Linear Velocity*)

Sistemele de discuri video pot fi clasificate în:

- numerice
- magnetice;
- capacitive cu ghidare mecanică CED;
- cu ghidare electronică VHD (*Video High Density*);
- video: laser și fotografice.

### 10.8.2. Discul audio numeric. Compact Discul

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Compact discul (CD) s-a impus pe piața muzicală încă din anii 1980 datorită avantajelor care le prezintă:

- acces aleator la redare la orice porțiune a programului;
- dimensiuni mici;
- utilizare convenabilă;
- robustețe;
- cost scăzut;
- multiplicare ușoară.

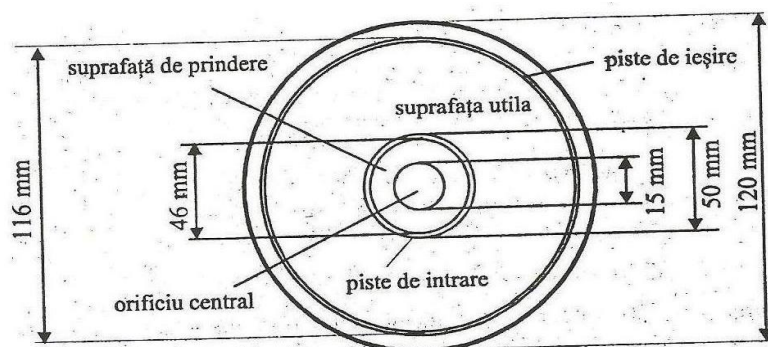


Figura 10.2. Structura discului compact audio CD.

Cea mai mare parte din suprafața discului se constituie ca suprafață de prindere pentru dispozitivul de citire și orificiu pentru axul motorului de antrenare. Datele sunt înregistrate pe o suprafață a carei porțiune este de numai 35,5 mm, și care, pe lângă informația utilă, mai conține zone cu piste de intrare și de ieșire ce nu cuprind decât date utilizate pentru control. Discul poate fi realizat din orice material transparent cu indice de refracție 1,55, în general folosindu-se policarbonați. Grosimea de 1,2 mm a discului este realizată în cea mai mare parte dintr-un substrat transparent de plastic. Datele sunt fizic conținute în pituri care sunt imprimate de-a lungul suprafeței acoperite cu o peliculă foarte subțire (50-100  $\mu\text{m}$ ) de metal (aluminiu, argint, aur). O altă suprafață subțire se lac (10-30  $\mu\text{m}$ ) protejează suprafața metalică a piturilor, deasupra acestora fiind înscrisă o etichetă de identificare cu grosimea de 5  $\mu\text{m}$ . Pentru citirea datelor este utilizat un fascicul laser. Acesta se aplică părții inferioare, trece prin substratul transparent și se reflectă înapoi. Fasciculul este focalizat pe suprafața metalică care conține datele inscripționate.

### Parametrii elementelor de informație

Viteza de explorare	1,2m/s	1,4m/s
Lungimea minimă a pitului	0,833 $\mu\text{m}$	0,972 $\mu\text{m}$
Lungimea maximă a pitului	3,05 $\mu\text{m}$	3,56 $\mu\text{m}$
Adâncimea pitului	0,11 $\mu\text{m}$	
Lățimea pitului	0,5 $\mu\text{m}$	
Distanța dintre piste	1,6 $\mu\text{m}$	

### 10.8.3. Formate de discuri optice

- CD ROM (*Compact Disc Read Only Memory*).
- CD rom/xa (*extended architecture*) arhitectură extinsă care definește un nou tip de pistă. Pe o astfel de pistă pot exista date, informații audio și video, imaginii.

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

- CD (*Compact Disc*) permite stocarea unei combinații simultane de informații audio, video, grafică, text și date toate funcționând într-un format interactiv bine definit. Compact discul interactiv poate fi utilizat în diverse activități cum ar fi:
  - activitate educațională și de instruire;
  - activitate de divertisment (include muzică și text, simulări de activități diverse)
  - activitate creativă (include programe pentru pictură și desen, compoziție muzicală, film, etc)

*Tipuri de compact disc interactiv:*

1. CD-J-Audio cu trei nivele de calitate (nivelul A-HiFi-înaltă fidelitate; nivelul B-fidelitate medie și nivelul C-Audio pentru vorbire).
2. CD-J-Video, care poate stoca material video compatibil cu sistemele de televiziune.
3. CD-DVJ discul compact video numeric DVJ (Digital Video Interactiv).

### 10.8.4. Formate de discuri video:

- Formatul **CD-V** (*Compact Disc Video*) este o combinație de tehnologii audio video
- Formatul **CD-WO** (*CD-Write Once*). Permite descrierea permanentă a datelor, pot fi citite oricând, dar nu pot fi sterse. Astfel de sisteme se mai numesc și WORM (write once read many)
- Formatul **CD-G** (*Compact Disc și Graphics*) folosește celelalte canale de subcodificare disponibile pentru stocarea imaginilor color statice video, a textului sau altor materiale ce pot fi afișate pe un monitor în timpul redării programului sonor.
- **CD-3**, este identic cu discul CD Audio, cu diferența că dimensiunea discului este de numai 8 cm ceea ce îi oferă o portabilitate sporită.
- Formatul **P-CD** (*Photo CD – discul compact fotografic*) este un sistem care utilizează tehnologia imaginilor numerice în vederea stocării, manipulării și redării imaginilor fotografice. Permite înregistrarea a peste 100 de imagini color cu o rezoluție de 16 ori mai bună decât cea reținută pe un televizor normal.
- Discul de mare densitate **HD-CD** conferă posibilitatea stocării datelor de capacitate ridicată mai mare de 650 Megaocteți asigurată de discurile CD.
- 

*Din această grupă de discuri mai fac parte :*

- discul compact multimedia **MMCD** (*MultiMedia Compact Disc*). Un astfel de disc obține o capacitate de stocare de 3,7 Gocteți pentru un singur nivel de citire. Permite înregistrarea a 135 minute de date audio –video, iar imaginile video pot fi redade atât în format 4/3 cât și în format 16/9.
- discul de înaltă densitate **SD** (*Super Density*), care are o capacitate de peste 9 Gocteti pe două nivele de înregistrare. Principala aplicație a acestui format de disc este **DVD** (*Digital Video Disc*).

### 10.8.5. Discuri magneto-optice

Discurile magneto-optice folosesc tehnologia sistemului termo-magnetic-optic TMO (*Termo Magneto Optical*) numit mai simplu magneto-optic MO. Sistemele magneto-optice sunt reinscriptibile și folosesc structuri active din aliaje de metale rare (terbin, gadolinu) cu metale

tradiționale (fier, cobalt). Informația poate fi scrisă prin generarea de domenii magnetice într-o peliculă amorfă. Aliajele de metale rare de tranziție folosite sunt materiale feromagnetice. Magnetizarea atomilor rari se opune magnetizării atomilor de metal tranzițional, magnetizarea generală fiind dată de suma acestor componente. Când magnetizarea scade către zero la temperatura de compensație, coercitivitatea acestor materiale tinde către infinit. Dacă, printr-o selecție atentă a compoziției aliajului, se alege temperatura de compensație la temperatura camerei, se pot obține domenii magnetice foarte stabile. Domeniile sunt scrise sau șterse încălzind pelicula magneto-optică pentru a-i reduce coercitivitatea, aplicându-i simultan un câmp magnetic extern și răcind-o din nou la temperatura de compensație în prezența câmpului.

### 10.8.6. MiniDiscul (M.D.)

În prezent există două tipuri de minidisc:

- MiniDiscul preînregistrat (un disc cu diametrul de 64 mm, cu stocare prin pituri, similar discului compact dar utilizând o codare diferită);
- MiniDiscul magneto-optic înregistrabil, care poate fi înregistrat și reînregistrat de utilizator.

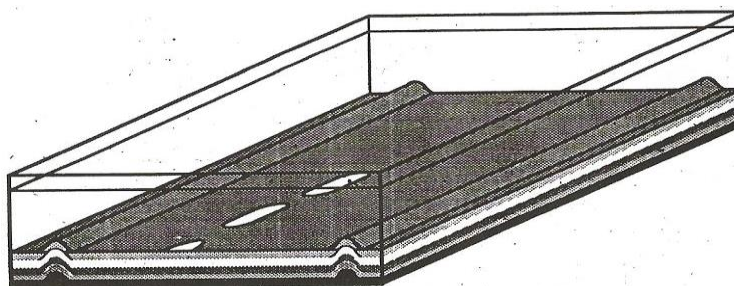
Discul înregistrabil este format dintr-un substrat de policarbonat, pe care s-a depus un strat de material magneto-optic (MO). Deasupra acestora se depune un strat reflectorizant, unul de protecție și unul lubrifiant, de siliciu, pe care se va deplasa capul magnetic.

#### *Proprietățile minidiscului*

Învelișul exterior al discului are proprietăți antistatice și oferă în plus o suprafață ideală pentru menținerea curată a discului.

Substratul de policarbonat este dur și transparent, fiind realizat prin metode de returnare prin injecție. Conține informația preimprimată ADIP (la discurile înregistrabile) sau piturile de date (la discurile preînregistrate).

Stratul magneto-optic este un aliaj special, FeTbCo, care este slab coercitiv, aproximativ 80 Oe (6,4 kA/m). Aceasta înseamnă că pentru a stoca date pe un astfel de material magnetic este nevoie de un câmp magnetic mic. Aliajul folosit este ușor corodabil și este îmbrăcat în două straturi dielectrice, realizate din oxid de metal.



*Figura 10.3. Straturile discului MD*

Stratul protector, de 10 $\mu$ m, este realizat din nitrat și are rolul de a minimiza cantitatea de căldură ce străbate stratul reflector de aluminiu, îmbunătățind astfel performanțele de reflexie ale acestuia.

Între cele două tipuri de minidisc, cel preînregistrat și cel înregistrabil, există câteva deosebiri.

La discul preînregistrat, este necesară doar citirea. Prin urmare, carcasa nu are decât o singură deschidere pentru acces la disc.

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

La discul înregistrabil, este necesar accesul la ambele fețe ale discului. Deci carcasa este prevăzută cu deschideri atât în partea de sus, cât și în partea de jos.

Discul preînregistrat are o reflectivitate ridicată, comparabilă cu cea a CD-ului (aproximativ 70% din lumina incidentă este reflectată).

Discul înregistrabil are o reflectivitate scăzută (aproximativ 15÷25% din lumina incidentă este reflectată de suprafața discului).

### **Comparație MiniDisc-Compact Disc.**

Performanțele audio și timpul de redare sunt identice la cele două sisteme.

Discul compact CD permite doar redarea, informația fiind înregistrată de producător. MiniDiscul permite înregistrarea la utilizator.

Deși cele două sisteme sunt foarte asemănătoare MiniDiscul este mult mai complex, oferind facilități deosebite în prelucrarea semnalului audio. Din acest motiv, MiniDiscul poate fi folosit în operații de montaj audio, asigurând o flexibilitate deosebită.

Carectistica antișoc a MiniDiscului și dimensiunea redusă (diametrul de două ori mai mic decât la CD) permite folosirea lui optimă în sistemele portabile.

## 10.9. Înregistrarea optică

Termenii de înregistrare optică și disc optic, deși consacrați, sunt supuși unor observații:

- Stocarea informației pe disc se face mecanic, prin pit-uri;
- Citirea discului se realizează optic, cu un fascicul laser;
- Ștergerea și rescrierea discului nu sunt posibile;

### 10.9.1. Principiul citirii optice a informației.

Citirea optică a informației se diferențiază în funcție de mediul de stocare al acesteia:

- *mecanică* – sub forma de pit-uri pe suprafața discului;
- *magnetică* – sub forma direcției magnetizării unei pelicule depuse pe disc;
- *optică* – sub forma modificării coeficientului de reflexie (densității optice) a suprafeței discului;

În toate cazurile, semnalul înregistrat pe disc modulează unul dintre parametrii fasciculului de lumină: amplitudinea, polarizarea și altele. Cele mai reprezentative sunt discurile optice și magneto-optice. În cazul discurilor cu adâncituri realizate pe suprafața inițial netedă a discului (pit-uri), adâncimea acestora este optimizată pentru un anumit proces de detecție și un coeficient de reflexie dat.

În vederea citirii informației optice de pe disc se folosesc două principii:

- Reflexia luminii pe suprafața pit-ului, care se comportă ca o pată neagră;
- Transmisivitatea luminii la trecerea acesteia prin disc (pit-urile au transmisivitate nulă);

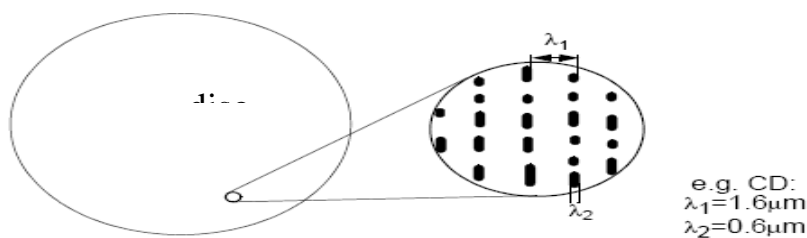


Figura 10.4. Informația este imprimată pe un substrat din plastic sub formă de adâncituri (pit) și zone netede

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Astfel, pentru citirea informației se utilizează pe lângă procesul de difracție, obținut prin explorarea unor elemente a căror dimensiune este de același ordin de mărime cu lungimea de undă a fascicului laser, și refracția, determinată de pelicula de plastic ce acoperă suprafața reflectantă a discului.

Prin refracție se realizează o protecție suplimentară a datelor la eventualele defecțiuni ale suprafeței, datorate prafului, zgârieturilor sau a altor obiecte minuscule ce pot ajunge pe disc., dacă acestea au dimensiuni mai mici decât diametrul fascicului laser la suprafața discului.

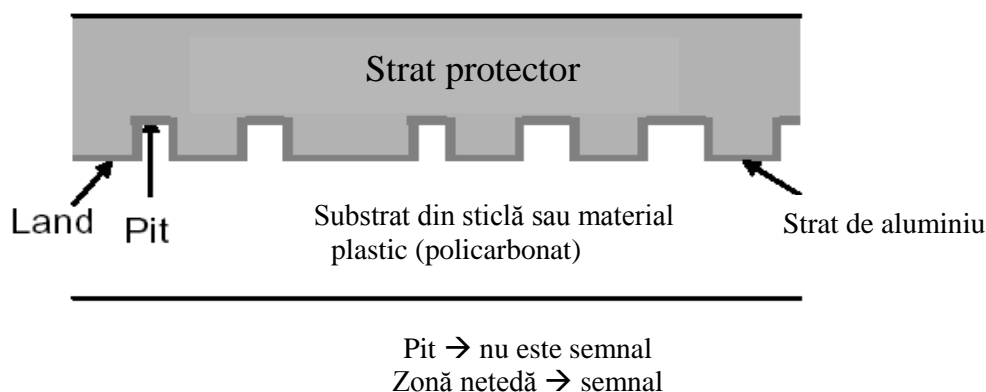


Figura 10.5. Secțiune printr-un disc optic reflectant

Fasciculus laser este focalizat cu ajutorul unui sistem optice pe suprafața de citire, unde se află adâncituri (pit-uri) pe o suprafață netedă, realizate pe un strat din material reflectant de aluminiu. Atunci când spotul laser este reflectat de suprafața netedă, semnalul de ieșire este maxim.

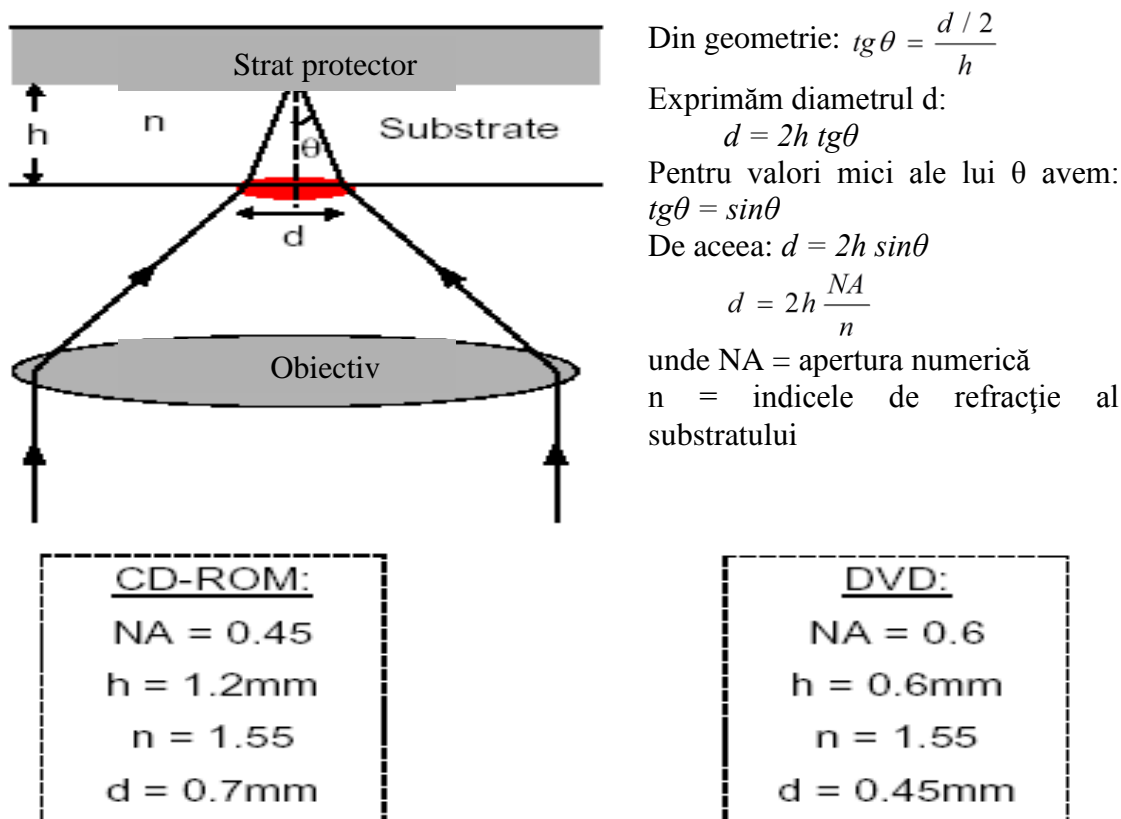


Figura 10.6.

La explorarea pit-ului, datorită dimensiunii acestuia mai mari decât cea a spotului, se va manifesta un fenomen de interferență între unda reflectată de suprafața netedă și adâncitură. Dacă faza unei reflectate de suprafața netedă este  $\varphi_1$ , iar faza reflectate de suprafața pit-ului este  $\varphi_2$ , diferența de fază sesizată de către fotodetectorul la care ajung cele două unde reflectate va fi:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2h$$

unde  $h$  este adâncimea pit-ului.

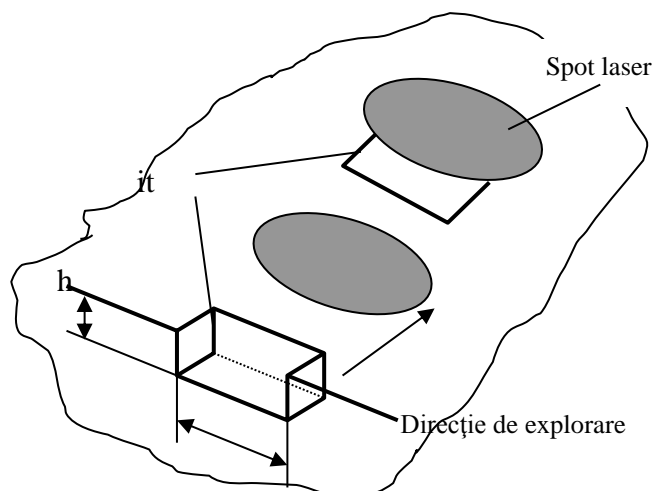


Figura 10.7. Principiul citirii optice

Dacă  $h = h_{opt} = \lambda/4$ , diferența de fază rezultată este  $180^\circ$ . În acest caz diferența de drum optic este  $\lambda/2$ . Dacă ținem cont că fasciculul străbate un strat de plastic transparent cu indice de reflexie  $n$  diferit de 1, atunci:

$$h_{opt} = \frac{\lambda}{4n}$$

Din relația ce definește  $\Delta\varphi$  rezultă că avem de-a face cu un comportament periodic funcție de adâncimea pit-ului, în măsura în care  $\Delta\varphi$  între cele două raze reflectate este  $\pi, 3\pi, \dots (2n+1)\pi$ . De aici rezultă că există o adâncime minimă necesară a pit-ului, fără de care nu este posibilă obținerea interferenței și care reprezintă, de fapt, valoarea la care se poate face citirea optică a informației. Adâncimea minimă este, deci, mai importantă decât adâncimea optimă. Metoda de citire la care  $\Delta\varphi$  este de  $180^\circ$  se numește *anularea fazei*.

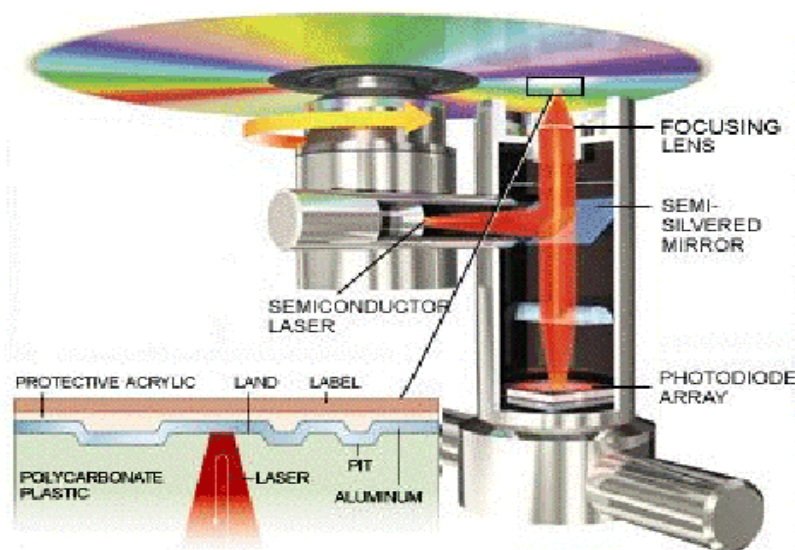


Figura 10.8. Sistem optic de citire

Redarea datelor înregistrate pe discul optic se realizează cu ajutorul unui sistem optic de citire care se deplasează deasupra suprafeței în rotație a discului, după direcție radială.



## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Sistemul optic trebuie să asigure:

- Focalizarea;
- Urmărirea;
- Citirea pistei de date ce conține câteva miliarde de pituri dispuse după o spirală cu pas constant sau variabil.

### **Sistemul optic:**

Sursa de lumină – o diodă laser (laser roșu)

Lungimea de undă : 650 nm (DVD); 780 nm (CD-ROM);

Putere: 5 mW la citire și 50 mW la imprimare

Raza laser este divizată în trei fascicule; fasciculul central pentru citire și scriere, iar celelalte pentru urmărirea pistei

Lentilele colimatorului transformă razele în fascicule paralele

Prisma divizoare reflectă fasciculul la 90°.

Lentilele obiectivului focalizează raza laserului sub forma unei pete luminoase pe suprafața discului. Diametrul petei este limitat inferior de difracție, apertura numerică fiind de 0,4 – 0,6.

Lentilele obiectivului sunt montate pe un suport care le deplasează în lungul razei discului pentru a se citi toate pistele acestuia.

Lumina reflectată de disc reface traseul inițial

Pe calea de întoarcere, prisma divizoare direcționează fasciculul către o rețea de fotodetectori, unde sunt extrase semnalele privind informația înregistrată, focalizarea și urmărirea pistei

Lumina reflectată de un pit are o lungime mai mare a drumului optic, astfel că este în opoziție de fază cu lumina incidentă

Lumina reflectată de un pit se stinge în prisma divizoare și nu rezultă un semnal util.

Lumina reflectată de o suprafață netedă este în fază cu raza incidentă, trece prin prismă și ajunge la fotodetector sub formă de semnal.

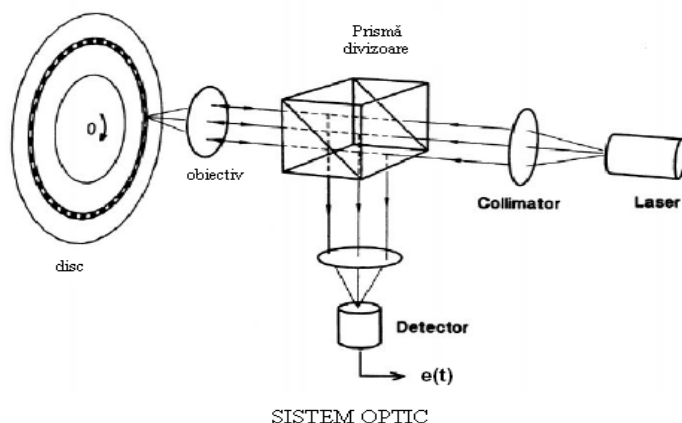


Figura 10.9. Schema sistemului optic de citire a datelor

### **. Sistemul optic de citire**

Spotul generat de sursa punctiformă, dioda laser, trece mai întâi printr-o lentilă de colimare, al cărei rol principal este acela de creșterea a diametrului fasciculului luminos.

Fasciculul trece apoi printr-o rețea de difracție, un ecran cu orificii punctiforme, aflate la o distanță de numai câteva lungimi de undă ale razei laser. Trecerea fasciculului prin rețea determină o difracție la diferite unghiuri, ceea ce o face utilă pentru obținerea celor două fascicule secundare a căror energie poate ajunge la 25% din energia fasciculului principal.

Atunci când se captează și se refocalizează fasciculul, el apare ca un fascicul central strălucitor cu două fascicule laterale mai puțin intense. În acest sistem, fasciculul central este utilizat pentru citirea datelor și pentru focalizare, iar fasciculele secundare, pentru urmărirea pistei.

Divizorul cu polarizare (prisma polarizată) al fasciculului transmite raza laser către suprafața discului, comportându-se ca o fereastră transparentă, în timp ce pentru raza reflectată se comportă ca o prismă de redirecționare a fasciculului. Divizorul cu polarizare este realizat din două prisme ortogonale având o față comună, separate cu o membrană dielectrică. Acest divizor este precedat de o lentilă de colimare, cu scopul de a realiza un fascicul de raze paralele din razele divergente emise de dioda laser.

După divizorul de polarizare, fasciculul este trecut printr-o lentilă plană de înălțime  $\lambda/4$ , având proprietăți anizotropice pentru o refracție dublă. Trecerea prin lentila plană determină rotirea planului de polarizare a luminii cu  $45^\circ$ . După reflexie, planul este rotit cu încă  $45^\circ$ , astfel se obține un fascicul având planul de polarizare rotit cu  $90^\circ$  față de cel inițial, ceea ce determină reflectarea sa de divizorul cu polarizare. Ultima componentă optică a traseului fasciculului de citire este lentila de focalizare, care focalizează fasciculul pe suprafața reflectantă. Lentilele sunt atașate unui element de execuție cu două axe și unui sistem de reglare automată a focalizării și a urmăririi. Fasciculele redirecționate de către divizorul cu polarizare sunt trecute printr-o lentilă cilindrică a cărei proprietate de a deforma spotul de focalizare de la forma circulară este utilizată pentru reglarea automată a focalizării.

## 10.10. Televiziunea analogică

*Televiziunea* – lb greacă: „*vedere la distanță*”, este știința careia i se asociază un domeniu corespunzător al tehnicii care se ocupă cu transmiterea la distanță a diferitor imagini cu mijloace electrice.

Un obiect luminos constă dintr-o distribuție de străluciri (luminate), care sunt funcție de cele 3 dimensiuni ale spațiului  $X Y Z$ , de timpul  $t$  și lungimea de undă  $\lambda$  a informației luminoase.

$$L(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \bar{t}, \bar{\lambda}) - \text{distribuția reală}$$

Analogic poate fi descrisă imaginea acestui obiect.

$$L(x, y, z, t, \lambda) - \text{distribuția pe suprafață}$$

Adică imaginea captată în punctul inițial este transmisă prin lanțul de televiziune spre punctul de recepție.

Din funcțiile definite mai sus rezultă că gradul de asemănare între distribuția de străluciri a imaginii televizate și a obiectului luminos va fi dependent de sistemul de televiziune prin care este transmisă imaginea obiectului adică de gradul distorsiunilor introduse de sistem.

$$L(x, y, z, t, \lambda) = P\{L(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \bar{t}, \bar{\lambda})\}$$

La baza sistemului de televiziune stau 3 procese fizice:

1. Conversia energiei luminoase a imaginii în semnalul electric (este utilizat fenomenul fotoelectric);
2. Prelucrarea semnalului electric și transmiterea spre punctul de recepție pe un canal (canal Radio);
3. Conversia inversă a semnalului electric în semnal luminos (imagine);

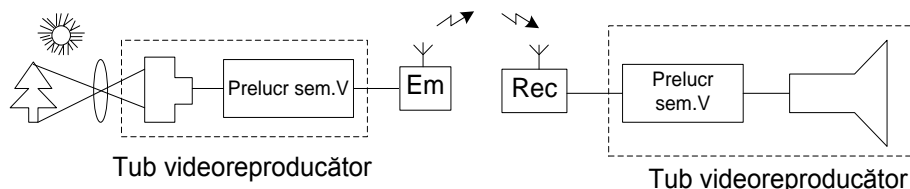


Fig. 00 Schema bloc a sistemului de televiziune.

### 10.10.1. Parametrii de descompunere a imaginii

Se disting 4 parametri:

1. Raportul de aspect –  $k$ ;
2. Numărul de linii –  $Z$ ;
3. Frecvența liniilor –  $f$ ;
4. Numărul de elemente de descompunere –  $n$ ;

La alegerea parametrilor de descompunere a imaginilor trebuie să se țină cont de posibilitățile vizuale ale omului.

1. *Raportul de aspect* – este raportul dintre lungimea orizontală și verticală a imaginii de televiziune. În sistemul TV, raportul ales este  $4 : 3$ . Această mărime s-a ales în urma percepției vizuale specifice a omului. Omul vede sub un unghi de  $180^\circ$  pe orizontală și  $125^\circ$  pe verticală.
2. *Numărul de linii*. Luînd în considerație rezoluția ochiului, folosirea unei rezoluții mai mari în sistemul TV este irațională (ochiul nu va percepe detalii foarte mici). Luînd în considerație deschizătura unghiulară a ochiului optimă pe verticală care este aproximativ egală cu  $14^\circ$  ( $840'$ ) și rezoluția ochiului egală cu o minuta, rezultă că depășirea rezoluției de  $840'$ , nu va fi percepută de telespectatori. În sistemul TV post-sovetic  $Z=625$  linii, standard american  $Z=525$  linii, standardul francez  $Z=819$ , standardul englez  $Z=405$ .
3. *Frecvența cadrelor* – empiric a fost demonstrat pentru a obține o imagine continuă la reproducerea scenelor în mișcare este suficient de transmis de la 12 până la 16 imagini statice pe secundă. Dar, la astfel de frecvență apare efectul „pîlpîirii”, (mirțanie). Din acest motiv frecvența cadrelor se alege mai mare decît frecvența critică care este de la 43 la 48 Hz. Valoare frecvenței cadrelor este aleasă 50 Hz, egală cu frecvența sistemului de alimentare (pentru excluderea influenței tensiunii de alimentare asupra semnalului de televiziune).
4. *Numărul de elemente*:  $n = k \cdot Z^2$

*Rastru* – o structură de linii paralele și inclinate care formează imaginea sau traiectoria de mișcare a fasciculului de electroni (elemente de descompunere) în timpul formării imaginii.

Experimental s-a arătat dacă imaginea este vizualizată de la distanța optimă (4 – 6 V) înălțimi, atunci structura rastrului nu este sesizată începînd cu  $Z=420$  pînă la 450 linii.

V – înălțimea imaginii

### 10.10.2. Metode de explorare a imaginii

#### *Explorarea progresivă*

Explorarea întregii suprafețe a imaginii se produce în urma mișcării simultane a fascicului de electroni pe 2 direcții reciproc perpendiculare cu viteze constante. Pe orizontal, de-a lungul axei x cu viteza mai mare și pe vertical, de-a lungul axei y cu viteza mai mică.

Mișcarea fascicului de electroni de-a lungul axei x se numește explorarea pe linii (baleiajul orizontal).

Mișcarea fascicului de electroni de-a lungul axei y se numește explorarea de cadru (baleiajul vertical).

Dacă liniile se trasează unul sub altul începând din colțul stîng de sus pînă în colțul drept de jos, linie după linie, atunci exploatarea se numește progresivă.

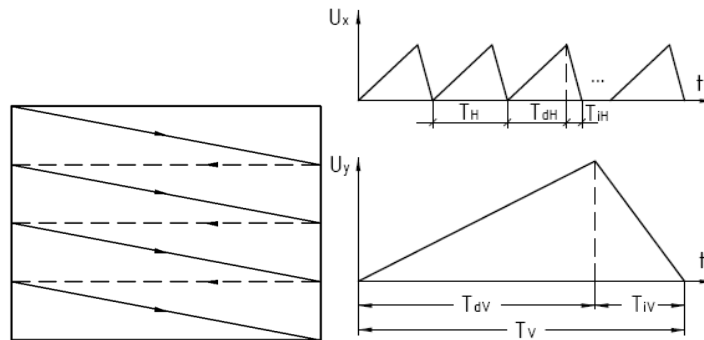


Fig.10.11. Traiectoria fascicului și semnalele de dirijare a acestuia.

$$T_H = T_{dH} + T_{iH}$$

$$T_v = T_{dv} + T_{iv}$$

$T_{dH}, T_{iH}$  - durata cursei directe și inverse de explorare pe orizontală

Pe timpul cursei inverse de explorare pe linii și pe cadru, fascicul de electroni este blocat (cursa pasivă).

$$T_{iH} = (0,1 \dots\dots 0,12) \cdot T_H$$

$$T_{iv} = (0,05 \dots\dots\dots 0,07) \cdot T_H$$

Timpul cursei inverse pe cadru este mult mai mare decît perioada unei linii și cuprinde cîteva perioade care nu participa la formarea rastrului. Din 625 linii, 575 sunt active și 50 pasive.

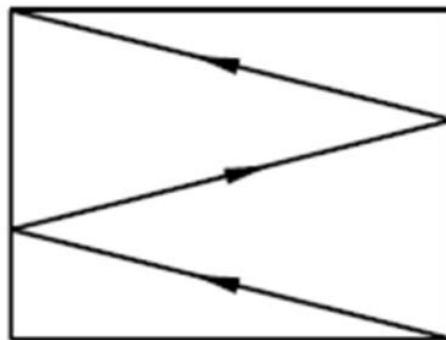


Fig. 10.12. Cursa inversă de explorare pe linii.

$$T_{iv} \gg T_H$$

Cursele inverse de explorare pe linii și cadru sunt invizibile.

Neajunsul: banda ocupată de semnalul video este mare

$$f_{H_{\max}} = 0,5K Z^2 f_v = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot 625^2 \cdot 50 \approx 13,020833 \text{ MHz}$$

### Explorarea întrețesută

Explorarea întrețesută constă în transmiterea unei imagini statice în mai multe etape (2 etape). Imaginea este descompusă în două câmpuri: câmpul liniilor pare și câmpul liniilor impare. Explorarea întrețesută începe cu explorarea câmpului a liniilor impare și se termină cu explorarea câmpului a liniilor pare. Fiecare din câmpuri conține jumătate din elemente a imaginii, însă datorită inerției ochiului se percep ambele ca o singură imagine.

Pentru realizarea explorării întrețesute este necesar de îndeplinit următoarele condiții:

1. Numărul de linii în cadru trebuie să fie impar:

$$Z = 2n + 1$$

unde  $n$  – număr întreg de linii într-un câmp.

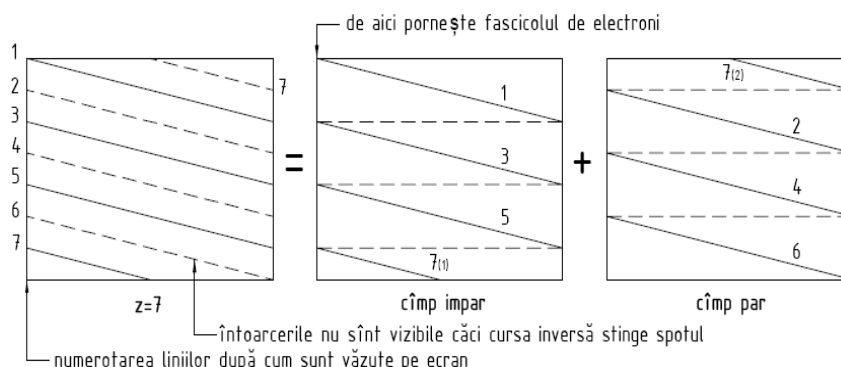


Fig.10.12 Forma rastrului în cazul explorării întrețesute

2. Corelația între frecvența explorării orizontale și explorarea verticală este:

$$f_n = Z \cdot f_{cadru}$$

$$f_{cadru} = 2f_v$$

$$\frac{f_n}{f_{sem}} = \frac{Z}{2} = n + 0,5$$

**Avantaje:**

- Micșorarea de 2 ori a benzii de trecere.
- Excluderea efectului „pîlpirii” (clipirii).

**Dezavantaj:**

- Crește complexitatea sistemului de recepție.

### 10.10.3. Semnalul video

Din principiu de realizare a sistemului de televiziune semnalul video este funcție de timp, iar valoarea semnalului în fiecare moment de timp, care este proporțional cu luminanța elementului transmis.

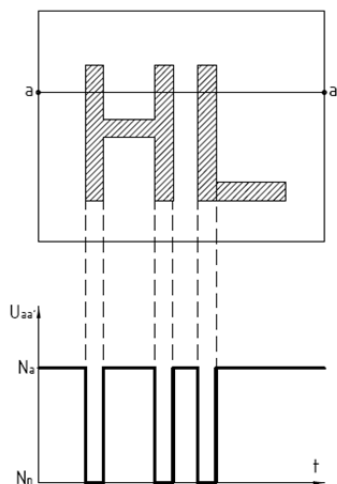


Fig.10.14. Trasarea imaginii.

Din fig.10.14. se observă:

- Semnalul are caracter unipolar.
- Luminanța elementului imaginii poate varia de la  $\beta_{min}$  pînă  $\beta_{max}$ , ce corespunde nivelului de negru și nivelului de alb. Pe timpul cursei inverse de explorare în semnalul video se introduce impulsul de stingere.

#### Noțiuni de nivel și polaritate a semnalului video.

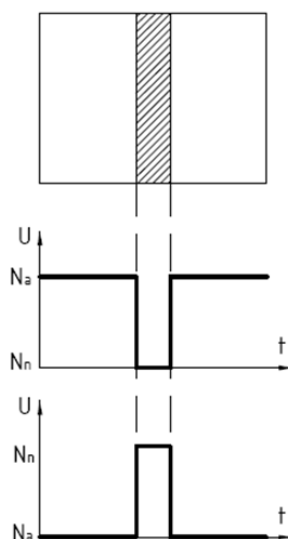


Fig. 10.15. Semnale de luminanță.

Dacă luminanței maxime (nivel de alb) îi corespunde valoarea maximă a semnalului video, iar luminanței minime (nivelul de negru) îi corespunde valoarea minimă, atunci semnalul video este de polaritate pozitivă, în caz contrar este de polaritate negativă.

**Spectrul semnalului video**

Pentru definirea condițiilor optime de transmitere a semnalului video prin canalul TV este necesar de cunoscut spectrul semnalului video și caracterul de influență a fiecărei componente asupra calității imaginii.

1) Fie se transmite imaginea alb-negru ce constă din 2 plane orizontale alb-negru.

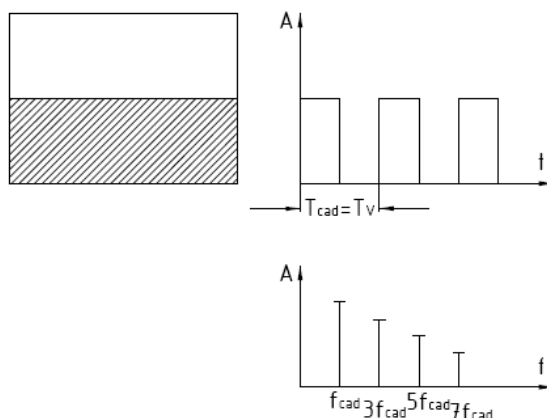


Fig. 10.16. Transmisiunea imaginii din 2 câmpuri alb negru orizontale.

Spectrul imaginii din fig. 10.16. constă din componenta continuă și componenta egală cu frecvența cadrelor cu armonici impare (este suficientă limitarea la a 5 armonică).

$$f_{\min} = f_{cadru}$$

$$f_{cadru} = 50Hz$$

2) Fie se transmite imaginea din 2 câmpuri verticale alb-negru.

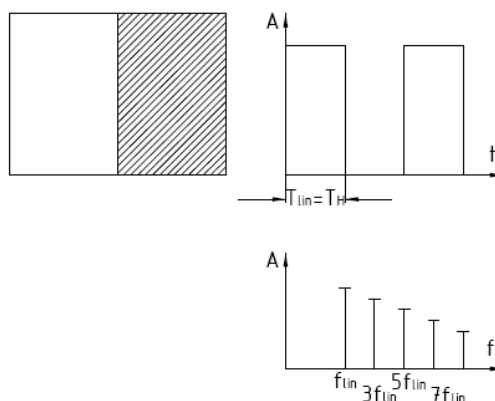


Fig.10.17. Transmisiunea imaginii din 2 câmpuri alb negru verticale

Este suficient de limitat la a 3 sau a 5 armonică.

Vom analiza cea mai complicată imagine din punct de vedere a numărului de detalii care constă din  $n$  pătrățele alb-negru.

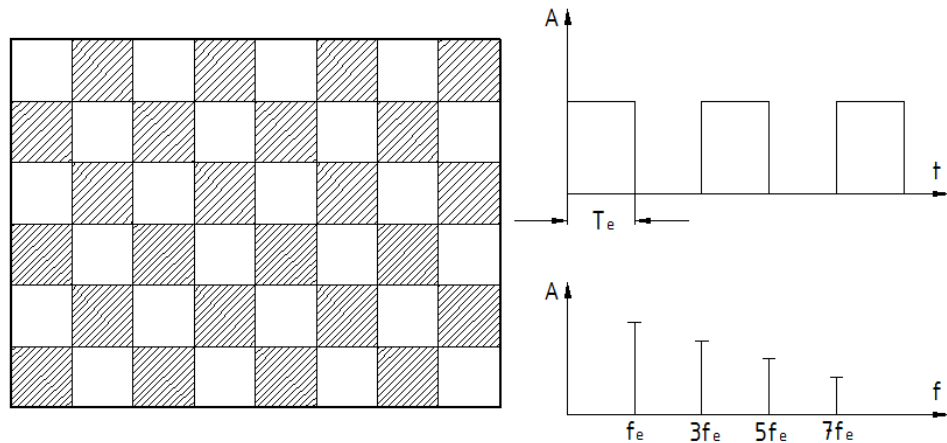


Fig. 10.18. Transmisiunea imaginii din  $n$  pătrățele alb-negru

Explorare progresivă:

$$n = N \cdot z = k \cdot z^2 \tau_e = \frac{T_v}{\frac{n}{2}} = \frac{2T_v}{n \cdot z} = \frac{2T_v}{k \cdot z^2}$$

$$f_{e \max} = \frac{k \cdot z^2 \cdot f_v}{2} = \frac{\frac{4}{3} \cdot 625^2 \cdot 50}{2} \approx 13 \text{ MHz}$$

Explorare întrețesută:

$$n_s = \frac{N \cdot z}{2} = K \frac{z^2}{2} \tau_e = \frac{T_v}{\frac{n_s}{2}} = \frac{2T_v}{k \cdot z^2}$$

$$f_{e \max} = \frac{k \cdot z^2 \cdot f_v}{4} = \frac{\frac{4}{3} \cdot 625^2 \cdot 50}{4} \approx 6,5 \text{ MHz}$$

#### 10.10.4. Semnalul de stingere

*Definiție:* Asigurarea blocării fasciculului de electroni pe timpul cursei inverse pentru excluderea iluminării suplimentare a ecranului, care reduce contrastul ( $K$ ):

$$K = \frac{\beta_{\max}}{\beta_{\min}} - \text{raportul între luminanța maximă și minimă pe ecran.}$$



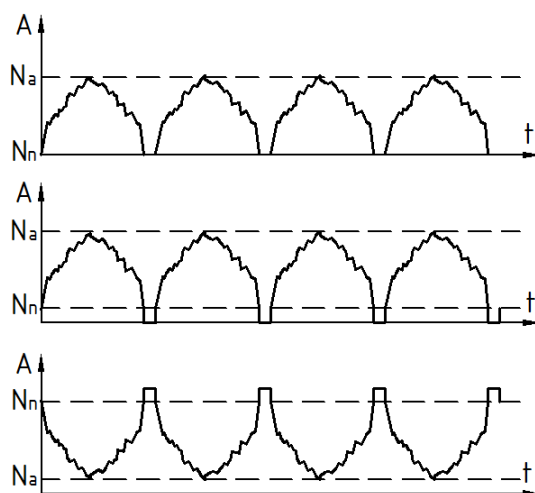


Fig. 10.19. Prezentarea semnalului video și de stingere.

Deoarece semnalul de stingere asigură blocarea fasciculului el este aplicat astfel încât semnalul și valoarea lui să corespundă zonei mai negru decât negru indiferent de polaritatea semnalului video.

Durata impulsului de stingere trebuie să fie mai mare decât timpul de întoarcere a fasciculului de electroni, evitând apariția neregularităților pe marginile imaginii unde viteza este constantă

$$T_{BH} = (0,16 \dots 0,18) T_H ;$$

$$T_{BV} = (0,086 \dots 0,08) T_V ;$$

### 10.10.5. Semnalul de sincronizare

*Definiție:* Sincronizarea fasciculului TVR cu fasciculul TVC pentru reproducerea corectă a imaginii (TVR – tubul video reproducător; TVC – tubul video capturator).

Deoarece nu se pot realiza generatoare de baleiaj de mare stabilitate în timp, decât cu prețul unor dimensiuni mari și cost ridicat pentru îndeplinirea acestor cerințe se preferă folosirea sincronizării întreținute. Se realizează sincronizarea întreținută cu semnale specifice aplicate la sfârșitul liniilor și fiecare câmp.

Pentru sincronizarea dispozitivelor de baleiaj din receptorul TV se formează semnalul de sincronizare care se transmite în canalul comun cu semnalul de imagine.

*Cerințe impuse sistemului de sincronizare:*

- Lipsa semnalului de sincronizare pe imagine;
- Posibilitatea separării ușoare a semnalelor de sincronizare linie și cadru;
- Menținerea corectă a întreținerii corectă a liniilor și câmpurilor;
- Stabilitatea la perturbații;

Din cerințe rezultă următoarele **caracteristici** a semnalului de sincronizare:

- a) Frecvența  $f_v = 15,625 \text{ kHz}$ ;  $f_H = 50 \text{ Hz}$ ;
- b) Forma dreptunghiulară cu fronturi abrupte;
- c) Pentru a nu ocupa timpul prevăzut pentru transmiterea informației despre imagine sunt plasate în timpul imaginii (durata cursei inverse);
- d) Pentru a nu fi vizibile pe imagine semnal lor se alege ca și la semnale de stingere, către negru;

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Domeniul de amplitudine pentru semnalele  $S_V$  și  $S_H$  se alocă 25% din amplitudinea semnalului video complex.

Separarea semnalelor de sincronizare poate fi efectuată în 2 moduri:

- După amplitudine  $S_H < S_V$
- După durată  $T_{SH} < T_{SV}$

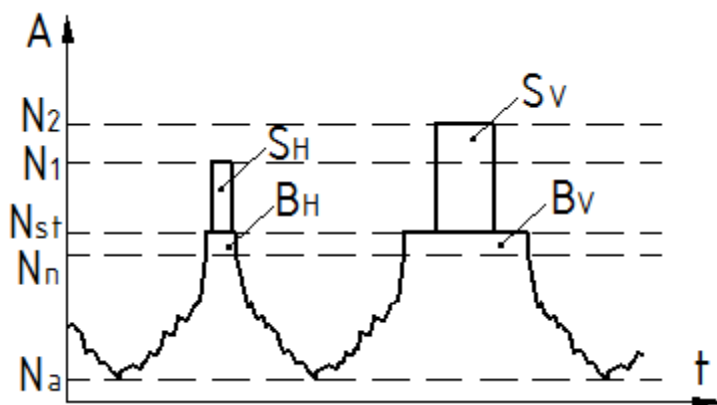


Fig. 10.20. Semnalul video complex alb-negru

$N_a$  – nivel de alb;  $N_n$  – nivel de negru;  $N_{st}$  – nivel de stingere;  
 $S_H$ ,  $S_V$  – semnale de sincronizare linie și cadru;  
 $B_H$ ,  $B_V$  – semnale de stingere pe linie și cadru.

În primul caz se efectuează separarea prin limitare succesivă la 2 nivele diferite.

În cazul al doilea separarea se efectuează după durată diferită, diferența de durată a impulsurilor  $S_H$  și  $S_V$  se transformă cu ajutorul circuitelor de diferențiere și integrare în diferență de tensiune.

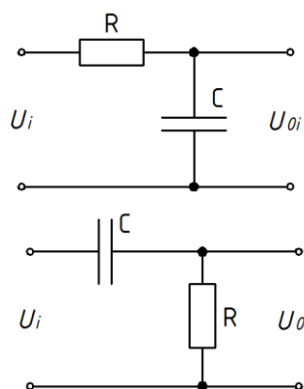


Fig. 10.21.  
Circuitele de integrare și  
diferențiere

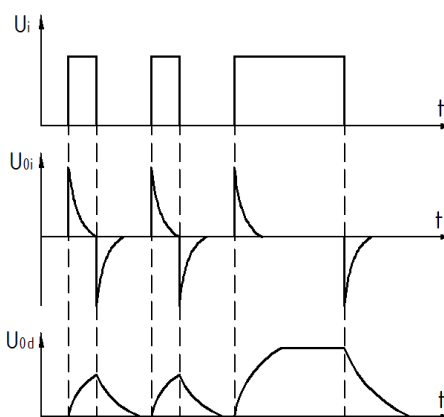


Fig. 10.22. Forma  
impulsului inițial, integral și  
diferențial

În acest caz diferența de tensiune poate fi obținută atât de mare, încât să nu influențeze baleiajul de linii pe cel de cadru.

*Avantaj:* Stabilitate mai înaltă la perturbații (impulsul perturbător avînd durate mici nu reușește să producă o tensiune suficientă de influență).

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

*Dezavantaj:* Imposibilitatea obținerii semnalelor integrate cu fronturi abrupte, în consecință apare instabilitatea momentului de sincronizare.

### *Formarea semnalelor de sincronizare*

După trecerea semnalului  $U_i$  prin circuitul de diferențiere se va obține semnalului  $U_{od}$ .

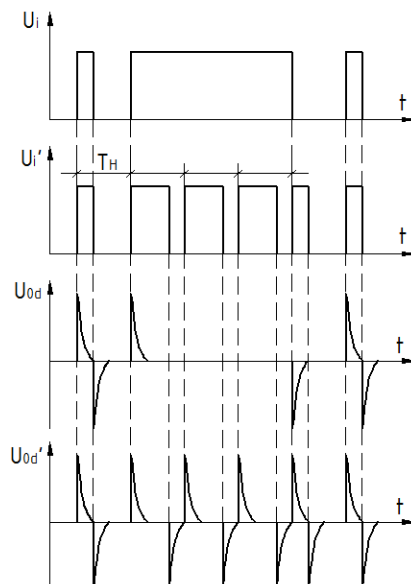


Fig. 10.23. Formarea semnalelor de sincronizare în cazul explorării progresive.

Impulsurile pozitive se folosesc pentru sincronizarea baleiajului de linii în receptor, iar cele negative nu au nici o influență. În timpul acțiunii impulsurilor de sincronizare câmpuri în canalul de sincronizare linii – semnalul de sincronizare lipsește.

Generatorul de baleiaj pe orizontală iese din sincronism și oscilează pe frecvența proprie  $f_{0H}$ . După apariția primelor impulsuri de sincronizare va intra în sincronism, ca rezultat primele linii vor fi nesincronizate. Pentru înlăturarea dezavantajului se introduc creșteri în impulsul de sincronizare pe cadru.

### *Semnalele de sincronizare în cazul explorării întreșesute*

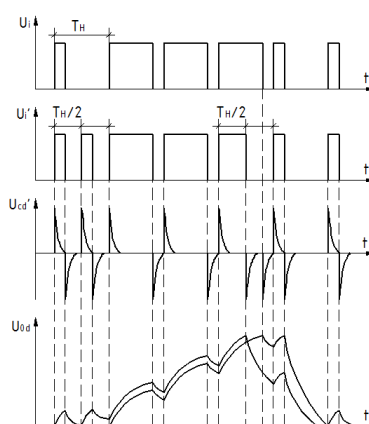


Fig. 10.24. Semnalele de sincronizare în cazul explorării întreșesute cu creșteri frecvența  $f_H$ .

$Z$  – numărul de linii din care este format un cadru, care este format din 2 câmpuri: câmpul liniilor pare și impare, care este format la rândul lui din  $Z/2$  linii sau  $n \pm 1/2$  linii.

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

În figură este prezentată forma impulsurilor de sincronizare a liniilor și a cadrelor, pentru câmpul liniilor pare și impare. Deplasarea impulsurilor de sincronizare a cadrelor cu jumătate de linie duce la formarea diferită a frontului impulsului integrat. În cazul câmpului liniilor pare distanța de la extremitatea stângă a impulsului pînă la prima creștere este aproape egală cu o linie întregă. În cazul câmpului liniilor impare distanța se micșorează pînă la jumătate de linie.

Sincronizarea generatorului de baleiaj cu impulsuri de sincronizare reprezentată în figură poate duce la deplasarea nedorită a câmpurilor în timp. Această deplasare poate atinge valori de unități a liniei și ca rezultat poate provoca suprapunerea câmpurilor, care va duce la înrăutățirea imaginii.

Luînd în considerație că intensitatea impulsurilor integrate se datorează deplasării cu jumătate de linie și creșterilor care au frecvența  $f_H$  rezultă că introducerea creșterilor cu intervalul egal valorii deplasării va duce la formarea egală a fronturilor.

În timpul transmiterii de sincronizare a cadrelor, impulsurile de sincronizare a liniilor sunt extrase cu frecvență dublă. De aceea generatorul de baleiaj a liniilor este acordat în așa mod ca el să funcționeze în regim de divizare a frecvenței cu coeficientul de divizare 2.

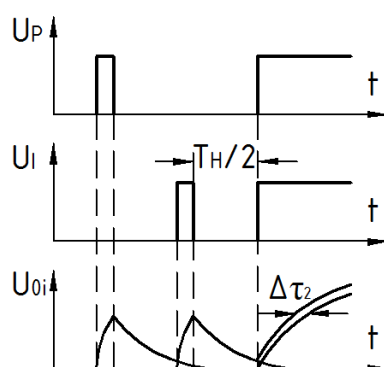


Fig. 10.25. Influența tensiunii remanente asupra formei integrale a semnalului de sincronizare cadru.

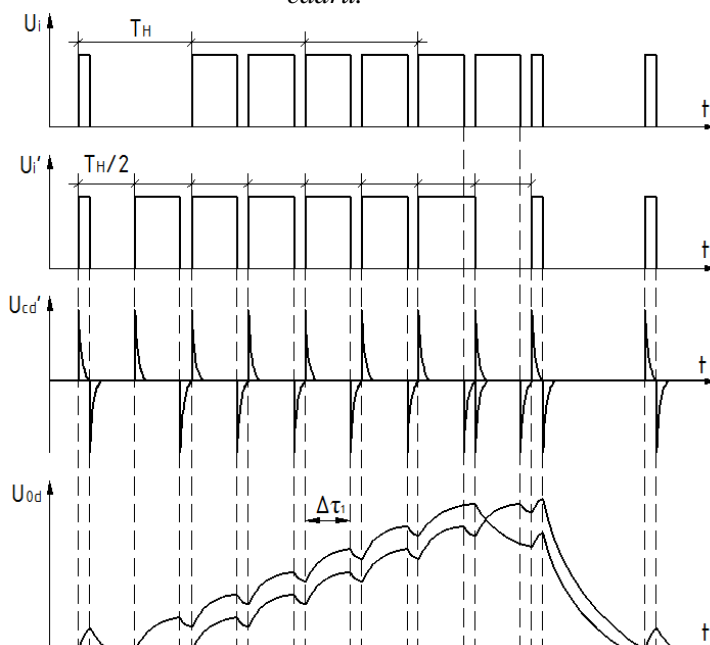


Fig. 10.26. Formarea semnalelor de sincronizare în cazul explorării întreprinse cu creșteri frecvență  $2f_H$ .

Vom analiza intensitatea frontului a impulsurilor integrat.

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Condițiile inițiale de integrare a impulsurilor de sincronizare a cadrelor pentru câmpul liniilor pare și impare sunt diferite. Ca rezultat apare o deplasare nedorită în timp a câmpurilor egală cu  $\Delta\tau_2$ .

$\Delta\tau_2 \ll \Delta\tau_1$ , dar este suficient pentru înrăutățirea întrețeserii câmpurilor. Pentru înlăturarea neajunsului este destul de introdus înainte și după impulsul de sincronizare a cadrelor câteva impulsuri cu frecvență  $2f_H$ . Aceste impulsuri se numesc impulsuri egalizatoare.

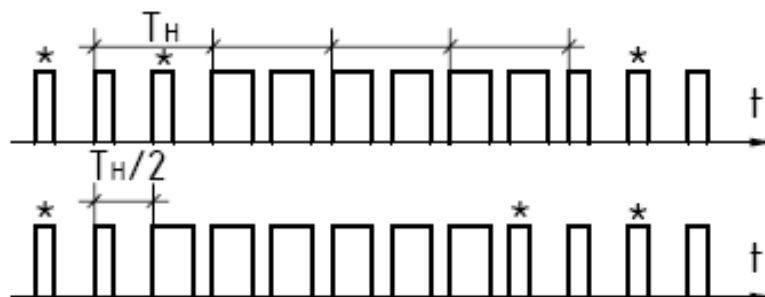


Fig. 10.27. Impulsuri egalizatoare

Denumirea semnalului	Durata în unități de linie	Durata în $\mu\text{S}$
A liniilor	0,07-0,08	4,28-5,21
A cadrelor	3	192
Crestări și semnale egalizatoare	0,035-0,045	2,24-2,88
Semnale de stingere pe linie	0,16-0,18	10,24-11,52
Semnale de stingere pe cadru	23-25	1470-1600

### 10.10.6. Analizorul vizual. Noțiuni colorimetrice.

**Lumina** prezintă oscilații electromagnetice cu lungimea de undă de la 380 până la 780 nm la care ochiul uman este sensibil. Fiecărei lungimi de undă îi corespunde o culoare.

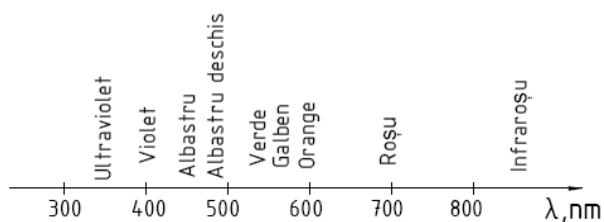


Fig. 10.28. Domeniul lungimilor de undă.

Orice culoare este caracterizată prin parametri subiectivi stabiliți de ochiul uman și parametri obiectivi caracterizați prin elemente de măsură.

Orice culoare reală poate fi definită prin intermediul a trei caracteristici: strălucire, nuanță, saturație.

*Parametrii obiectivi:*

- *Luminanța* – pentru strălucire;

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

- *Lungimea de undă dominantă* – pentru nuanță;
- *Factorul de puritate a culorii* – pentru saturație;

*Strălucirea* unei surse de lumină este determinată de senzația de lumină, care se manifestă asupra ochiului (strălucirea stelelor noaptea este mai mare ca ziua). Luminanța depinde de caracteristicile sursei.

*Nuanța* – exprimă senzația de culoare a unei surse, a unui obiect. Cu ajutorul nuanței reușim să determinăm culorile din spectru vizibil. Albul, negru și gri nu au nuanță.

Caracteristica obiectivă a nuanței culorii se face prin **lungimea de undă dominantă**.

*Saturația* – exprimă intensitatea senzației de culoare și se caracterizează prin gradul de diluare cu alb a culorii pure. Saturația culorii este maximă atunci când prezența albului este nulă.

### 10.10.7. Legile colorimetrice

Vom analiza legile de bază utilizate în colorimetrie. În colorimetria tricromatică acționează 3 legi Grossmann. Acestea legi se aplică unui sistem de culori primare, independent de alegerea acestora.

#### **Legea 1**

Orice culoare se poate obține prin amestecul aditiv al celor trei culori primare. Această lege se prezintă prin ecuația:

$$mM \rightarrow m_1M_1 + m_2M_2 + m_3M_3$$

unde:  $M$  – senzația;

$M_1, M_2, M_3$  – cantități unitare a culorilor primare;

$m_1, m_2, m_3$  – module colorimetrice ce prezintă ponderile în amestecul culorilor.

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

#### **Legea 2**

Dacă 2 suprafețe luminoase colorate produc aceeași senzație de culoare, această echivalență se menține dacă luminanțele lor sînt multiplicat sau divizate cu o aceeași cantitate.

$$KmM \rightarrow Km_1M_1 + Km_2M_2 + Km_3M_3$$

$K$  – factor de multiplicare sau divizare.

Aceasta lege exprimă independența luminației în cadrul echivalenței cromatice.

#### **Legea 3**

Dacă o culoare  $M'$  ai cărei module colorimetrice sînt  $m_1', m_2', m_3'$  este amestecată cu culoarea  $M$  – culoare rezultată va fi echivalentă cu adunarea celor 3 culori primare  $M_1, M_2, M_3$  multiplicat cu cantități  $m_1 + m_1', m_2 + m_2'$  și  $m_3 + m_3'$ :

$$mM + m'M' \rightarrow (m_1 + m_1')M_1 + (m_2 + m_2')M_2 + (m_3 + m_3')M_3;$$

### 10.10.8. Sisteme colorimetrice

#### **Sistemul RGB**

În sistemul RGB (roșu unitar, verde unitar și albastru unitar) în calitate de culori au fost alese culorile monocromatice.

R =  $\lambda_R = 700$  nm;

G =  $\lambda_G = 546,1$  nm;

B =  $\lambda_B = 435,8$  nm;

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Catități unitare a culorilor primare sunt alese astfel ca ponderea luată în măsură egale să producă senzația de alb.

$$r = g = b = \frac{1}{3};$$

$$L[R]:L[G]:L[B]=1:4,5907:0,0601$$

Sistemul RGB este comod pentru că toți parametrii lui pot fi aflați experimental și culorile primare RGB sunt reale.

Expresiile colorimetrice:

$$F=rR+gG+bB$$

$$r = \frac{m_r}{m_r + m_g + m_b};$$

$$g = \frac{m_g}{m_r + m_g + m_b};$$

$$b = \frac{m_b}{m_r + m_g + m_b}$$

unde:  $r, g, b$  – sunt coordonate în sistemul RGB,  
 $m_r, m_g, m_b$  – ponderile culorilor.

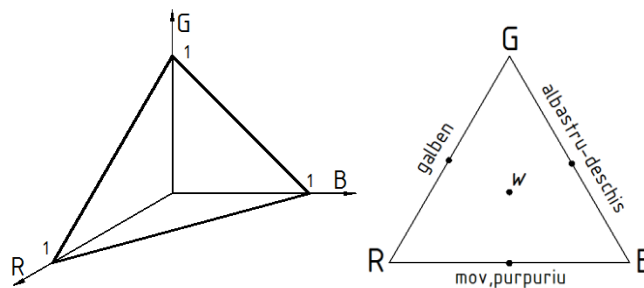


Fig.10.29. Triunghiul culorilor, reprezentarea grafică a amestecului culorilor

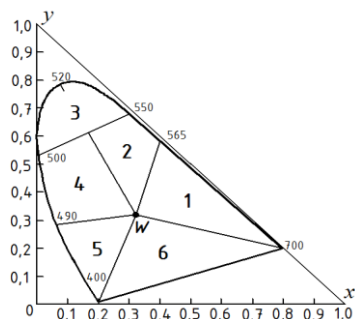
Locus – locul punctelor în sistemul RGB; poziția culorilor monocromatice în sistemul colorimetric.

Dezavantajul sistemului RGB - prezența componentelor negative în relația colorimetrică pentru unele culori.

**Sistemul XYZ**

Pentru ușurarea calculelor în 1931 Comitetul Internațional a inventat acest sistem.

Culorile XYZ sunt culori fictive, nu sunt reale, care sunt folosite doar pentru calcule, fiindcă coordonatele fiecărei culori sunt pozitive.



- w – alb;
- 1 – roșu;
- 2 – galben;
- 3 – verde;
- 4 – albastru deschis;
- 5 – albastru;
- 6 – purpuriu;

Fig. 10.30 Diagrama culorilor

Toate culorile monocromatice sunt în triunghiul XYZ.

Pentru reprezentarea culorilor se va folosi ca în RGB o reprezentare plană cu un sistem de coordonate rectangulare, coordonatele fiind X și Y.

În centrul de greutate a triunghiului se afla corespunzător culorii albe cu coordonatele :

$$(x = y = z = \frac{1}{3})$$

$$C = xX + yY + zZ;$$

$$x = \frac{m_x}{m_x + m_y + m_z};$$

$$y = \frac{m_y}{m_x + m_y + m_z};$$

$$z = \frac{m_z}{m_x + m_y + m_z}$$

**10.10.9. Spectrul semnalului video**

Spectru semnalului video poate fi descris prin relația:

$$f = m \cdot Z_0 \cdot f_{cad} + n \cdot f_{cad} = m \cdot f_H + n \cdot f_V$$

O proprietate a spectrului este structura discretă care conține componente (armonice) de ordinul  $m$ , unde  $0 \leq m \leq +\infty$  și multiple cu frecvența de explorare pe orizontală:

$$f_H = Z_0 \cdot f_{cad}, f_{cad} - \text{frecvența cadrelor}$$

În jurul acestor frecvențe se grupează armonicile de ordinul  $n_2$  unde  $-\infty \leq n \leq +\infty$ , multiple frecvenței de explorare pe verticală.



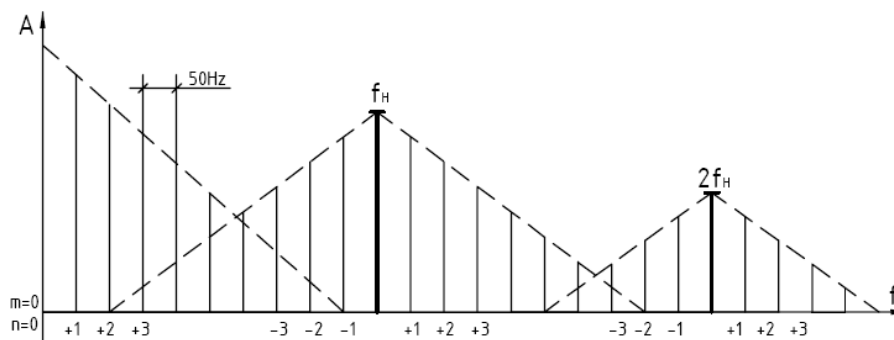


Fig. 10.31. Structura spectrului (discretă)

În caz particular cind luminanța semnalului se modifică pe verticală, în spectrul semnalului se pastrează frecvențe multiple, frecvențe de explorare pe verticală:

$$f = n f_v$$

Dacă luminanța cadrelor se schimbă pe orizontală atunci spectrul semnalului se pastrează, frecvențele multiple frecvenței de explorare pe orizontală:

$$f = m \cdot f_H = m \cdot Z_0 \cdot f_v$$

Explorarea întretesută:  $f_H = 15625$  Hz

Explorarea progresivă:  $f_H = 31250$  Hz

În cazul cînd luminanța semnalului se modifică pe orizontală și verticală atunci componentele spectrului se grupează în jurul armonicii  $f_H$ , înfașurătoarea căruia depinde de distanța luminanței de-a lungul liniei.

#### 10.10.10. Spectrul semnalului video în cazul explorării întretesute

În acest caz explorarea pe verticală se efectuează cu frecvența cîmpurilor. Aici raportul frecvențelor de explorare pe orizontală și verticală nu este un număr întreg:

$$\frac{f_H}{f_V} = \frac{f_{lin}}{f_{card}} = z + \delta$$

unde:  $z$  – valoarea întregă de linii în cîmp  
 $\delta$  – valoarea fracționată a liniei în cîmp

Dacă reprezentăm matematic numărul de linii transmise prin cîmpul numărul 1 prin relația  $z + \delta$ , prin două cîmpuri  $2(z + \delta)$  și prin  $\omega$  cîmpuri  $\omega(z + \delta)$ , atunci rezultă:

$$\omega(z + \delta) = \omega z + \omega \delta = Z_0.$$

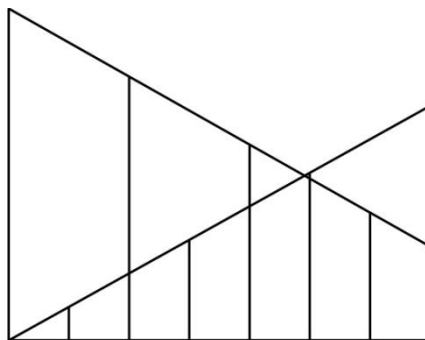


Fig. 10.32. Spectrul semnalului video în cazul explorării întretesute

Fiindcă  $Z_0$  și  $\omega z$  sunt numere întregi atunci și  $\omega \delta$  tot este întreg.

În cazul descompunerii întretesute pe intervalul între două armonici vecine a frecvenței liniilor se încadrează  $z+\delta$  intervale cu frecvența  $f_V$  și la suprapunerea spectrelor componentele lor sunt plasate la mijlocul intervalelor spectrelor vecine.

Concluzie: creșterea în  $\omega$  ori a timpului de transmitere a cadrului ce conține  $\omega$  cîmpuri duce la îndesarea de  $\omega$  ori a spectrului.

Transmiterea imaginii mobile este însoțită în modulare în amplitudine a componentelor spectrale și apariția în vecinătatea fiecărei componente a benzilor laterale adăugătoare, lățimea cărora depinde de viteza de micșorare și nu depășește  $\pm 5$  Hz

#### 10.10.11. Suprapunerea spectrelor semnalelor de luminanță și crominanță

Luînd în considerație că parea cea mai importantă a energiei este cocentrată în jurul componentelor spectrale cu frecvența liniilor și 90% din energia totală este concentrată în banda de frecvență de la 0 pînă la 0,6 - 0,7 MHz.  $B=[0 \dots 0,6, 0,7]$  MHz

În sistemele de televiziune în culori semnalul de crominanță este transmis pe o subpurtătoare aparte care este plasată în partea superioară a spectrului destinat transmiterii semnalului de crominanță.

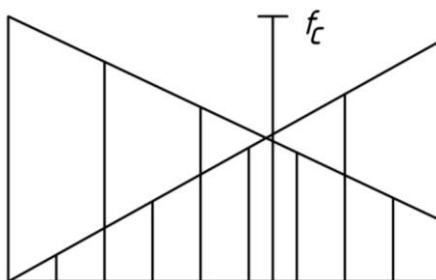


Fig. 10.33. Suprapunerea spectrelor.

Intercalarea spectrelor se obține prin metoda de sincronizare după frecvență sau faza a subpurtătoarei de culoare.

În cazul sincronizării după frecvența subpurtătoarei de culoare frecvența subpurtătoarei se alege ca armonică impară a semifrecvenței liniilor:

$$f_c = (2m+1) \cdot f_H / 2$$

În acest caz subpurtătoarea se plasează strict la jumătate între armonicile vecine a frecvenței liniei și cadrului a semnalului de crominanță:

Dacă trecem de la frecvență la timp atunci obținem:

$$T_c \frac{1}{f_c} \frac{1}{f_c} = (2m+1)2T_{lin};$$

$$T_{lin} = (2m+1) \frac{T_c}{2}$$

Din expresie rezultă ca intervalul frecvenței liniei se plasează număr impar de semiperioade a frecvenței subpurtătoare de cromatică.

Ca rezultat semnalul subpurtătoare de cromatică duce la apariția pe ecran a imaginii adăugătoare punctiforme, polaritatea căreia se schimbă de la linie la linie, și fiindcă cadrul conține număr impar de linii și de la cadru la cadru.

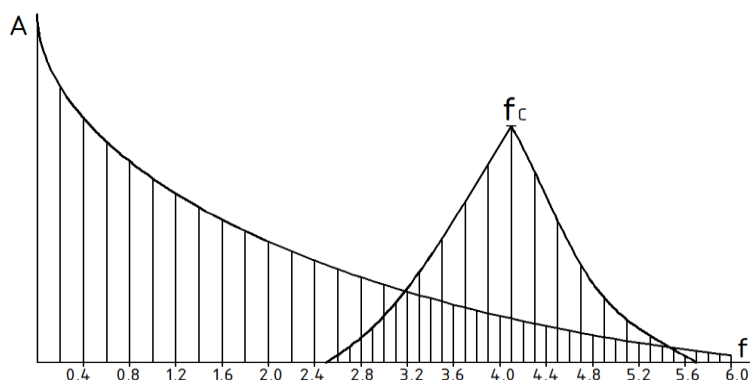


Fig. 10.34. Suprapunerea spectrelor.

## 10.11. Televiziunea digitală

În TV digitală semnalele video și audio sunt convertite în format digital compus din "0" și "1" (biți). Seriile de biți sunt utilizate pentru modularea purtătoare analogice. În punctul de recepție semnalul audio și video digitale sunt convertite înapoi în formatul analogic (original).

În cazul TV analogice lărgimea benzii este de la 6-8 MHz. Pentru digitală este de 10 ori mai mare. Deoarece tehnicile de compresie sunt utilizate pentru micșorarea lărgimii benzii până la valori admisibile (6-8MHz).

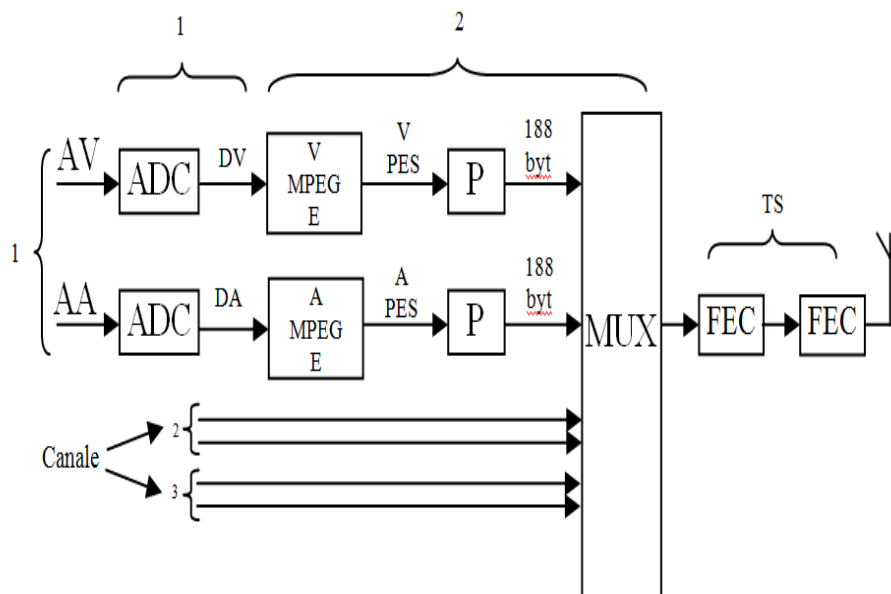
În realitate compresia este așa de eficientă ca mai multe canale digitale pot fi transmise în aceeași bandă de frecvență alocată canalului analogic.

### *Avantajele TV digitală față de analogice*

- Rezistență ridicată la zgomot;
- Putere mai mică a emițătoarelor;
- Număr mai mare a canalelor de TV transmise în aceeași bandă;
- Creșterea calității imaginii și a sunetului;
- Crearea sistemelor TV cu noi standarde de descompunere a imaginii;
- Transmiterea în semnalul de TV a informațiilor suplimentare;
- Crearea sistemelor interactive de TV;

Transmiterea semnalului de TV digital implică 3 etape:

- digitalizarea
- compresia
- codarea canalului



*Fig. 10.35. Schema de structură a unui emițător digital.*

unde: **ADC** - convertorul analog digital  
**FEC**-(forfor error corection) procesor de adăugare a biților de corecție  
**M**-modulator  
**V**-video  
**A**-audio

### 10.11.1. Digitalizarea imaginii.

Digitalizarea este un proces de conversie a semnalului video și audio analogice în serii de biți prin intermediul convertorului ADC. Pentru reducerea lărgirii benzii se utilizează compresia de date atât video cât și audio. Acest lucru este realizat de codorul video și audio MPEG care produce o serie de pachete elementare video și audio. Are loc mai departe divizarea în pachete mai mici cu lungimea de 188 byți. Pachete ce aparțin diferitor canale sunt aplicate la multiplexor unde se produce fluxul de transport. După, are loc adăugarea datelor de corecție a erorilor de procesorul FEC. Fluxul de transport este utilizat pentru modularea purtătoarei, care pentru standardul DVB-S se află în domeniu de 10,7 până la 12,75 GHz ce utilizează modulația QFSK- în timp ce în DVB-T este în banda UHF ce corespunde cu frecvența de lucru a TV analogice cu lărgimea benzii de la 8-6MHz, 3-10 canale DVB în dependență de calitatea semnalelor transmise.

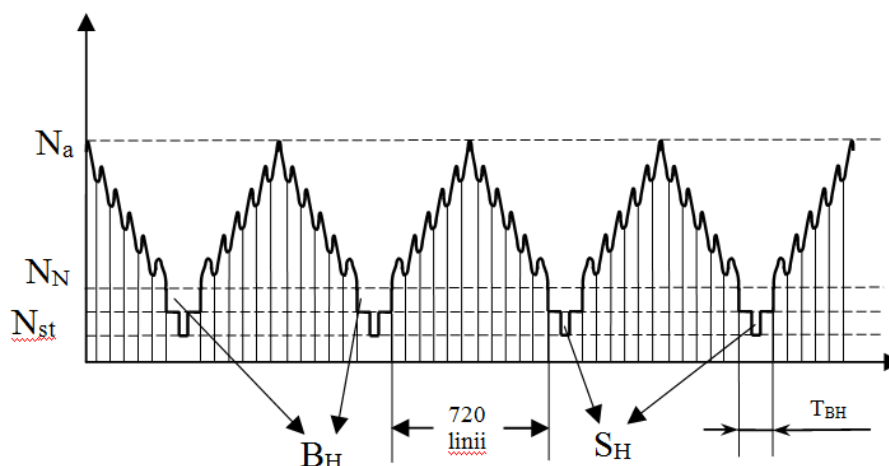


Fig. 10.36. Eșantionarea semnalului.

Digitalizarea imaginii de TV reprezintă discretizarea conținutului a imaginii, cadru după cadru și linie după linie. Pentru a păstra calitatea imaginii ar trebui să fie atâtea eșantioane în fiecare linie cîte există pixeli fiindcă fiecare eșantion reprezintă un pixel. Pentru DTV imaginea statică este o matrice de pixeli orizontali și verticali. Numărul de pixeli va depinde de formatul utilizat:

- TV cu definiție standard SDTV este PAL sau NTSC
- TV cu definiție înaltă HDTV

Standardul PAL are 625 linii dintre care 576 active.

NTSC - 525 linii - 480 active

În ceea ce privește numărul de pixeli pe o linie SDTV specifică valoarea de 720 de pixeli pe linie pentru ambele standarde. Oferind număr total de pixeli pe imagine pentru PAL:

- PAL  $576 \times 720 = 414\,720$
- NTSC  $480 \times 720 = 345\,600$

*Concluzie:*

Fiecare linie a imaginii va fi reprezentată de 720 de eșantioane. Pentru a asigura că eșantionul să fie format în poziție exactă corespunzătoare pixelului, frecvența de eșantionare trebuie fixată cu frecvența liniilor. În cadrul standardului:

- PAL  $f_H = 15\,625$  Hz
- NTSC  $f_H = 15\,734$  Hz

Din aceste considerente frecvența de discretizare trebuie să fie multiplă frecvenței liniilor.

### 10.11.2. Alegerea frecvențelor de discretizare.

Semnalul video analogic conține informația video cu semnale de sincronizare a liniilor dar numai informația video e necesar de convertit în fluxul digital.

Cum se cunoaște durata unei linii este :

- $64 \mu\text{s}$  – PAL;
- $12 \mu\text{s}$  - pentru transmiterea semnalelor de sincronizare;
- $52 \mu\text{s}$  - pentru transmiterea semnalului video;

Din aceste considerente rezultă:

$$f_{\text{eșantionare}} = \frac{720}{52} = 13,8 \text{ MHz};$$

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

În TV analogice  $f_e=13,5$  MHz.

Pentru satisfacerea condiției de multiplicitate a frecvenței liniei în standardul PAL și NTSC s-a ales valoarea de 13,5 MHz, ea este frecvența de discretizare în sistemul DVB, iar 13,5 este a 864 armonică în PAL și a 858 în NTSC:

- $13,5=864 \times 15625$ ;
- $13,5=858 \times 15734$ ;

Ca rezultat numărul de pixeli pe linie pentru PAL:

- $13,5 \times 52=702$ ;

pentru NTSC:

- $13,5 \times 52,6=710$ ;

Se obține prin frecvența și durata liniei active.

### 10.11.3. Discretizarea video

Din bazele TV se cunoaște că teledifuziunea coloră implică transmiterea a 3 componente: luminanța (Y) și diferența de culoare ( $C_r$  și  $C_b$ ). În TV analogică semnalul de luminanță este modulat în amplitudine (pentru Radiodifuziune terestră) sau modulat în frecvență (Radiodifuziune prin satelit).

Pentru componentele de cromaticitate este utilizată modulația în cuadratură cu subpurtătoare de:

$$\left. \begin{array}{l} 4,43 \text{ MHz în sistemul PAL} \\ 3,58 \text{ MHz în NTSC} \\ 4,25 \text{ MHz în SECAM} \end{array} \right\} 4,40625 \text{ MHz}$$

În DVB cele 3 componente sunt independent eșantionate, convertite în 3 fluxuri digitale înainte de compresie și modulație.

Pentru semnalul de luminanță care conține cea mai înaltă frecvență  $f_{\text{discretizare}}=13,5$  MHz, la cromaticitate după recomandarea CC/RT  $f_{\text{eșantionare}}$  de 2 ori mai mică 6,75 MHz.

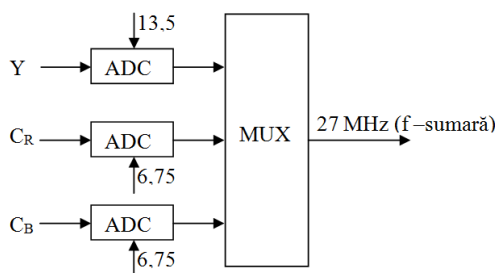


Fig. 10.37. Discretizarea semnalului de cromaticitate.

După procesul de digitalizare se formează 3 fluxuri independente ce formează un flux unic cu frecvența 27 MHz.

10.11.4. Structuri de discretizarea semnalelor de cromaticitate.

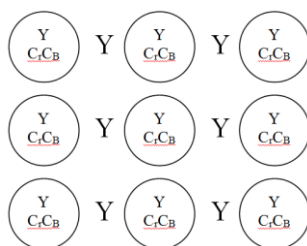


Fig. 10.38. Structura 422.

Structura 422 reduce rezoluția doar pe orizontală lăsând intactă rezoluția verticală.

Proporția 422 indică că ambele semnale Cr și Cb sunt discretizate cu rata mai mică de 2 ori față de rata de discretizare a semnalului de luminanță. Din desen rezultă că componentele discrete sunt distribuite uniform formând structura alternantă de culoare cu componenta de luminanță Y unică și coloane compuse din luminanță și 2 componente de cromaticitate.

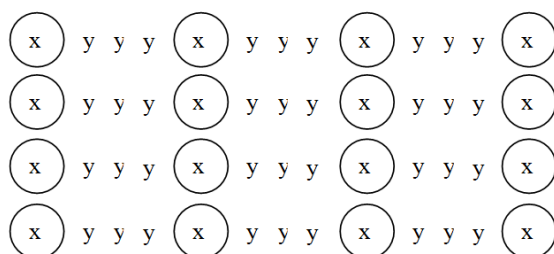


Fig. 10.39. Structura 411.

Pentru reducerea benzii de frecvență și ca rezultat a vitezei fluxului poate fi utilizată structura 411. Aici componenta de cromaticitate este discretizată cu rata de discretizare mai mică de 4 ori față de semnalul de luminanță. Fiecare al 4-lea pixel. Structura a fost utilizată cu succes în primele aplicații digitale. Din fig. 10.39. se observă un dezechilibru între rezoluția cromatică pe orizontală și verticală (rezoluția pe orizontală mai mică ca pe verticală).

Pentru depășirea problemei cu menținerea bitrate-ului (viteza fluxului digital de TV) s-a introdus structura 420.

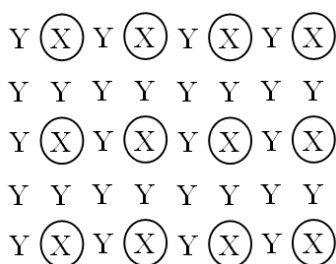


Fig. 10.40. Structura 420.

Această tehnică de discretizare prevede utilizarea a semiratei de discretizare atât pe verticală cât și pe orizontală, discretizând fiecare al II-lea pixel și fiecare al II-lea rând. Ca rezultat apare o structură alternantă a rândurilor și coloanelor cu componenta de luminanță unică ca în fig. 10.40.

### 10.11.5. Cuantizarea. Particularități.

*Cuantizarea* – proces de divizare a diapazonului de valori continue în număr finit de intervale. Cuantizarea reprezintă un proces de discretizare a semnalului de TV nu după timp dar după amplitudine.

În urma cuantizării fiecărui nivel  $i$  se atribuie un număr a unei zone corespunzătoare. Așa apare o structură de nivel ce exprimă valori cu eroare de cuantizare, adică cuantizarea constă în aproximarea valorilor momentane pînă la cel mai apropiat nivel de cuantizare.

În fig.10.41. într-o formă simplificată este prezentat procesul de codificare și decodificare a semnalului de luminanță liniar crescător utilizînd cuantizarea cu adîncimea de cuantizare cu 8 nivele.

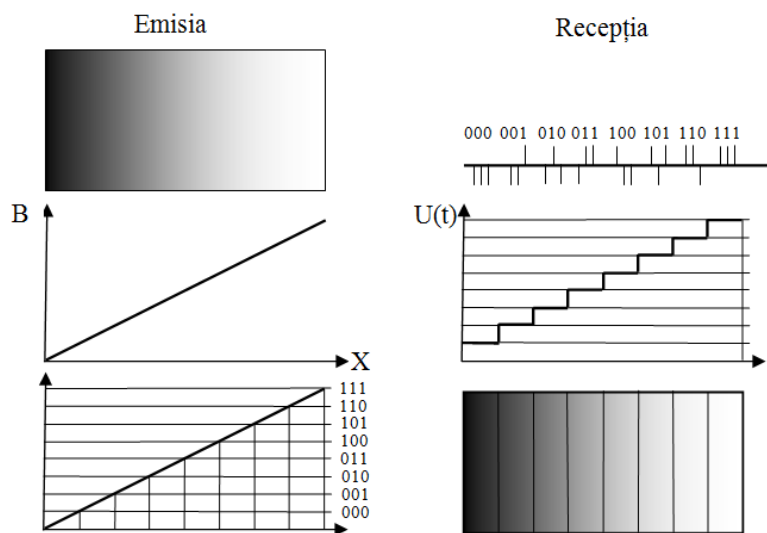


Fig. 10.41. Procesul de codificare și decodificare a semnalului de luminanță.

### 10.11.6. Codarea

*Codarea* – proces de atribuire a fiecărui nivel a unui număr din sistemul binar. Această metoda se mai numește modularea impulsurilor în cod.

Viteza de transmitere a unui flux informațional bitrate-ul reprezintă cantitatea simbolurilor binare transmise într-o unitate de timp. (unități de măsură bit/s).

Bitrate-ul va fi egal cu produsul frecvențelor de discretizare și adîncimii de discretizare (a numărului de simboluri atribuite unui nivel).

$$C = f_d \times k$$

Numărul de simboluri binare  $k$  într-un cuvînt de cod are o legătură cu numărul de nivele de cuantizare:

$$k = \log_2 m \approx 3,31 \lg m$$

Numărul de nivele de cuantizare „ $m$ ” trebuie luate nu mai puțin decît numărul de gradații de luminanță care le percepe ochiul uman. În dependență de condiții numărul de gradații poate fi de la 90-400, ca rezultat  $k=6,4+7,6$ .



## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Adâncimea cuantizării poate lua valori doar întregi deaceia  $k$  primește de la 7 și 8. Luînd în considerație că 128 nivele nu poate fi o valoare universală pentru orice condiție de vizualizare s-a hotărât utilizarea valorii 8. În aparatul profesional adâncimea de cuantizare este 10.

*Viteza fluxului digital (bitrate-ul)*

PAL	720 pixeli/linie	NTSC	720 pixeli/linie
	576 linii active		480 linii active
PAL	$720 \times 576 = 414\,720$		
NTSC	$720 \times 490 = 345\,600$		
PAL:	$720 \times 756 \times 25 = 10368000 \times 8 = 82944000(b/s)$		
NTSC:	$720 \times 480 \times 30 = 10368000 \times 8 = 82944000(b/s)$		
	unde: 25;30 – numărul cadrelor		
	82944000 numărul de biți pe secundă		

$Y + C_R + C_B$  – bitrate-ul final

### Codarea în MPEG

Luînd în considerație că bitrate-ul total: bitrate-ul total =  $2 \times 20,736 + 82,944 = 124,146$  Mb/s pentru 2 componente de crominanță și unul de luminanță. Pentru rezolvarea acestei probleme a fost elaborat un șir de tehnici pentru micșorarea vitezei de transmitere (biterate-ul) pentru estimarea gradului de rezolvare a ei și introduce noțiunea de gradul de compresie. Cu cît gradul este mai mare cu atît mai mică e viteza de transmitere rezultă că este mai mică lărgimea benzii canalului utilizat. Un aspect negativ al compresiei este creșterea degradării inevitabile a imaginii ceea ce reprezintă plata pentru micșorarea biterate-ului.

De ce creșterea biterate-ului duce la creșterea benzii de frecvență, care e legătura dintre numărul detaliilor transmise și lărgimea benzii de frecvență?

Tehnicile compresiei avansate permit ascunderea degradării imaginii cu prețul unor tehnici și costisitoare.

Există 2 standarde de bază de compresie :

- JPEG
- MPEG

JPEG-asociat cu imagini digitale

MPEG-dedicat videodigitalului

Cele mai populare standarde sunt MPEG 2 și MPEG 4.

MPEG 2 asociat cu SDTV

MPEG4 cu HDTV

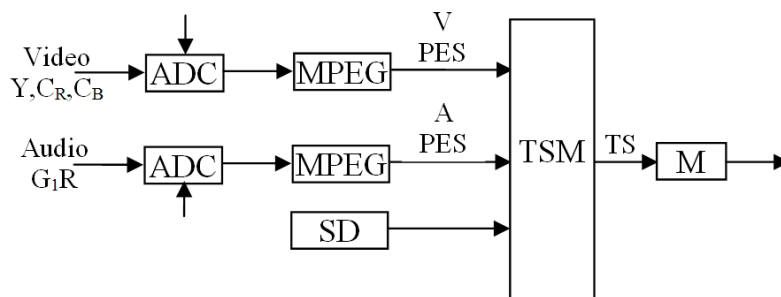


Fig. 10.42. Caz generalizat a codorului MPEG.

Un canal digital e construit din 3 elemente

- a) video
- b) sunet

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

- c) date tehnice –care conțin informații adăugătoare ca tele textul, informații specifice a recepției plus ghidul electronic a programelor (EPG) sînt generate în formă electronică și nu necesită codarea.

Scopul codorului este să comprime datele prin excluderea a părților neesențiale sau redundante a imaginii și a sunetului realizînd operația de reducere a numărului de biți divizînd în fluxuri de pachete elementare.

### *Sistemul de codare MPEG2*

Există 2 caracteristici distincte a imaginilor dinamice. Ambele sunt utilizate de MPEG în compresia datelor .

- Video reprezintă o secvență de imagini statice ca rezultat putem folosi aceleași tehnici de compresie utilizate de JPEG. Se cunoaște sub denumirea de: compresare spațială între cadre.
- Constă ca succesiunea imaginilor statice din videoclip diferă foarte puțin după conținut și permite să renunțăm la o parte din informație ce nu se schimbă de la o imagine statică la alta numită redundanță și transmițînd doar informații despre diferențe dintre 2 imagini statice vecine. Se cunoaște sub denumire de DCT (transformarea cosinusoidală completă).

Codare MPEG consta din 3 părți:

- pregătirea datelor;
- compresia temporală și spațială;
- cuantizarea.

### **10.11.7. Pregătirea informației video**

Scopul pregătirii este de a asigura o organizare potrivită pentru o compresie a cuvintelor de cod proaspăt eșantionate. Informația video nimereste în codor sub forma eșantioanelor de cod liniar a semnalului de luminanță și crominanță.

Pregătirea prevede regruparea acestor eșantioane în blocuri 8x8, pentru utilizarea eliminării redundanțelor spațiale. Aceste blocuri sunt după rearanjate în macroblocuri de 16x16, pentru excluderea redundanței temporale. După care, macroblocurile sunt grupate în pachete care vor reprezenta unități de bază pentru compresie.

Structura macroblocului este determinată de profilul MPEG2 ales utilizînd structura de eșantionare 420, macroblocul va avea o structură formată din 4 blocuri luminanță și cîte un bloc pentru cel diferență de culoare.

Teoretic un pachet poate varia de la macrobloc pînă la întreaga imagine dar în practică pachetul acoperă o linie completă sau o parte din linii.

Compresia temporală sau compresia între cadre este realizată pe cadre succesive. Această compresie este datorată diferențelor nesemnificative între două cadre succesive. Din acest motiv nu este necesar de transmis conținutul în întregime a fiecărei imagini statice fiindcă majoritatea informației este o repetare banală a cadrului precedent. Necesari de transmis doar diferențele între cadre. Pentru descrierea diferențelor dintre cadre sunt utilizate două componente: vectorul de deplasare și diferență între cadre. Pentru ilustrarea acestei tehnici vom analiza două cadre consecutive arătate în fig.10.43.

Conținutul primului cadru este 1,2,3,4,5,6,7,8,9;

Conținutul cadrului doi este 10,2,3,4,1,6,7,8,9;

Pentru excluderea redundanței, vor fi transmise doar schimbările conținutului. Aceste schimbări vor fi redare prin două aspecte: mișcarea conținutului nr1. din celula A1 în B2 și introducerea în celula A1 a conținutului nr10. Adică primul aspect este vectorul de mișcare. Iar

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

al doilea este conținutul nr10. care reprezintă diferența între cadre și deriva dintr-o metodă mai complexă. De mai întâi vectorul de mișcare este adăugat la primul cadru pentru producerea cadrului prezis

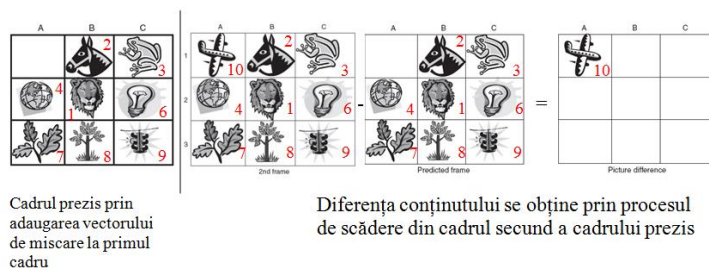


Fig. 10.43. Analiza compresiei temporale

Pentru obținerea cadrului diferență din cadrul secund se scade cadrul prezis. Ambele componente (vectorul de deplasare și cadrul diferență) sunt combinate pentru formare cadrului P.

### Grup de imagini statice

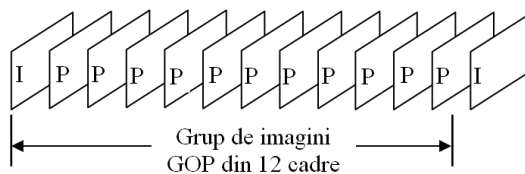


Fig. 10.44. Grup de imagini statice

Compresia temporală se realizează în grup de cadre (GOP group of pictures) de obicei compuse din 12 cadre ne întretesute. Primul cadru din grup reprezintă un cadru de referință și este numit I-frame. Care este urmat de P-frame obținut prin comparare a cadrului doi cu I-frame. Acest lucru se repeta a treilea cadru se compara cu P-frame precedent pentru producerea a al doilea P-frame, în așa mod pînă la a 12-lea cadru după care urmează cadru I. Acest tip de predicție se numește predicția înainte.

### Proгноza și diferența între cadre

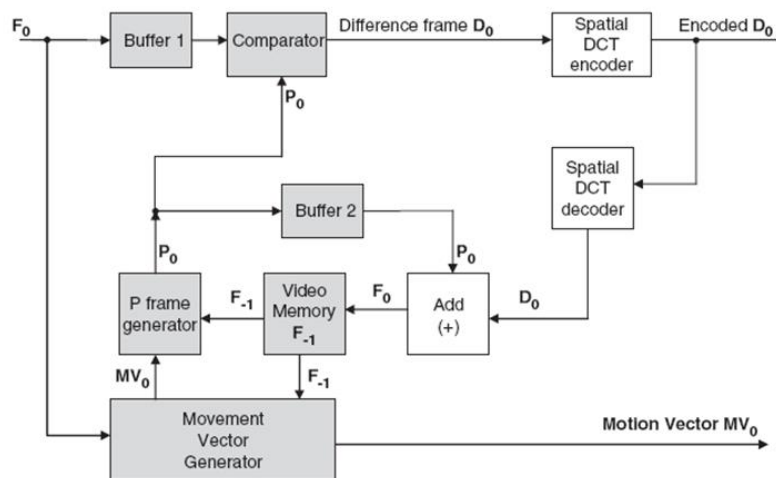


Fig. 10.45. Schema bloc a procesului de prezicere temporară.

În fig. 10.45. este reprezentată schema bloc a procesului de prezicere temporară. Cadrul inițial  $F_0$  se aplică la bufer unde se păstrează un timp, de asemenea acest cadru nimereste la intrarea MVG (generator al vectorului de intrare) care utilizează conținutul cadrului precedent  $F_1$  stocat în memoria video VM, pentru obținerea vectorului de mișcare  $MV_0$ . Vectorul de mișcare se adaugă la  $F_1$ , pentru obținerea  $P_0$  care este comparat cu conținutul cadrului  $F_0$ , pentru obținerea erorii remanente, sau  $D_0$  - cadru diferență. Eroarea remanentă  $D_0$  se aplică ca cadru spațial DCT, apoi se transmite în canal.

$D_0$  codat se aplică concomitent la decodorul DCT spațial pentru obținerea  $D_0$  care va fi recepționat în punctul de recepție.

După care, acest semnal se adaugă la  $P_0$  care așteaptă în bufferul2, pentru restabilirea cadrului inițial  $F_0$  utilizat pentru păstrarea pe durata unui cadru în memoria video.

### Prognoza bidirecțională

Viteza fluxului de ieșire în mare măsură depinde de precizia vectorului de deplasare. Pe cadru care se prezice din vectorul de înaltă precizie și va fi asemănător cu cadrul inițial intrat încât eroarea remanentă va fi foarte mică. Ca rezultat vom obține mai puțini biți informaționali, și ca rezultat mai mică viteză datelor. În caz dacă se utilizează un vector de mișcare speculativ prezicerea cadrului va fi imprecisă, rezultă că eroarea remanentă crește și crește viteza fluxului.

Scopul prognozării bidirecționale este de a mări precizia vectorului de programare. Această metodă se bazează pe poziția viitoare și trecută a blocului în mișcare. Prognoza de bidirecțională folosește estimarea mișcării vectorului direct și invers folosind cadrul trecut și viitor pentru formarea cadrului prezis. În rezultat se obțin 2 vectori: înainte și înapoi. Al 3-lea vector se obține prin interpolarea primilor 2 vectori bidirecționali.

Acești 3 vectori sunt utilizați pentru formarea a 3 cadre prezise P cadru, B cadru, B cadru. Toate aceste cadre se compară cu cadrul inițial obținând 3 erori remanente. Se utilizează acel vector a cărui eroare remanentă este mai mică.

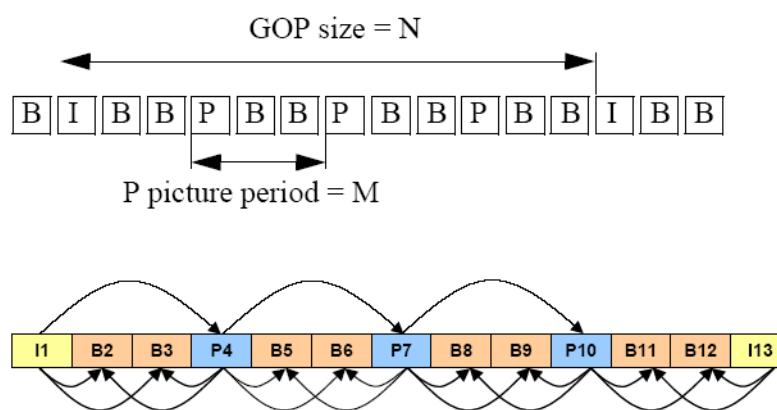


Fig. 10.46. Structura GOP – cadrului

Cadrele de 1-15 –formează grupul de grad  $GOP= 15$  formează un grup de cadre ce pot avea diferite dimensiuni, dar se începe numai decît cu cadrul I. P cadrul 4 se prezice după cadrul I. P cadrul 7 după P cadru 4, P10 după P7.

I10 se transmite doar cu codarea spațială și în dependentă de cadrele precedente. B2,3 se prezice după I1 și P4 ; B 5,6 după P4, P7 ; B14,15 după P13,I 16;

Înainte de codare consecutivitatea se schimbă deoarece B cadru trebuie se urmeze după ambele cadre pe care se prezice.

În așa formă cadrele se codează și se transmit iar în procesul de decodificare se restabilește consecutivitatea inițială.

### 10.11.8. Discretizarea semnalului audio.

În conformitate cu recomandările frecvența de discretizare pentru sistemul digital, radio și TV trebuie să fie de valoarea 48 kHz. Pentru calitate înaltă a semnalului audio. În caz când nu este necesară transmiterea unui semnal de calitate înaltă, frecvență de discretizare poate fi aleasă la 32kHz.

În caz MPEG2 este posibil de utilizat frecvențe de discretizare înjumătățite de 16kHz; 22,05kHz; 24kHz. Se mai utilizează și sferturi de frecvență 8kHz; 11,025kHz; 12kHz, astfel de valori a frecvenței de discretizare sunt utilizate la transmiterea semnalului audio cu viteze mici și foarte mici a fluxurilor digitale în rețelele internet.

### 10.11.9. Cuantizarea semnalului audio

Se realizează luând în calcul diapazonul dinamic a aparatului auditiv (diferența între pragul de sensibilitate și nivelul de durere este de 120 dB). Pentru asigurarea reproducerii de înaltă calitate în conformitate cu recomandările adâncimea cuantizării trebuie să fie mai mare de 16 biți ce este  $2^{16}$  nivele ceea ce are o valoare de 65536.

În așa caz diapazonul dinamic a semnalelor transmise va fi apropiat diapazonului dinamic al aparatului auditiv: 106 – 110 dB. Pentru aparatul profesional adâncimea cuantizării este 18,20,24 biți.

Viteza fluxului digital

$$V_{audio} = n \times m \times F_s$$

unde:  $F_s$  – frecvența de discretizare;

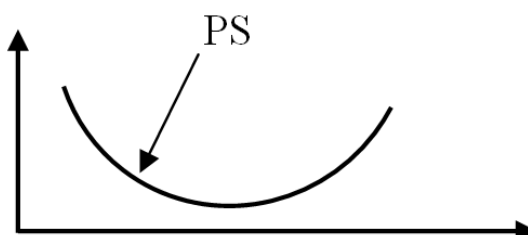
$n$ -  $m$  de canale audio;

$m$ - adâncimea de cuantizare;

Domeniul de utilizare	Frecvența de discretizare (kHz)	Adâncimea cuantizării (biți)	Viteza fluxului digital (kbps)
1. Compact disc	44,1	16	705,6 (1canal)
2. Tele și radiodifuziune	48	16-20	768-960

### 10.11.10. Procesul de compresie a semnalului audio după standardul MPEG2

Algoritmul de compresie a semnalului audio se sprijină pe modelul psihoacustic a auzului. Se mai analizează conținutul spectral a semnalului audio. Se cunoaște că pragul sensibilității a aparatului audio depinde de frecvența sensibilitatea urechii are diapazonul maxime de la 1-5kHz.



## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

Fig. 10.47. Reprezentarea grafică a pragului de sensibilitate.

unde: PS – pragul de sensibilitate.

P.S lent crește în măsura îndepărtării de la acest diapazon. Se mai cunoaște un fapt că prezența în spectrul audio a oricărei componente puternice coboară sensibilitatea la alte componente adiacente. Acest efect se numește mascarea.

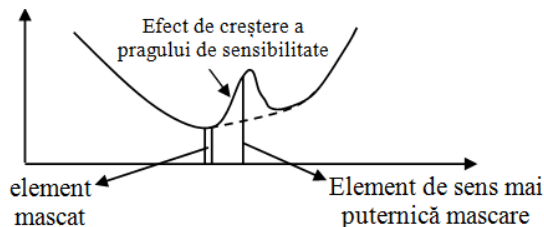


Fig. 10.48. Mascarea statică.

În afară de mascarea statică există noțiunea de mascare dinamică. Semnalul slab de nivel jos ce pare imediat după încheierea semnalului puternic de nivel înalt rămâne o perioadă de timp neobservat, astfel de componentă se poate numi element redundant.

Utilizarea efectelor de mascare permite considerabil de micșorat volumul de informație lăsând intactă calitatea sunetului. În rezultatul analizei s-a realizat măsurări a lățimii și poziției a benzilor de frecvență în limitele cărora acționează mascarea. Aceste benzi sunt numite critice.

În diapazonul de 1kHz lățimea benzii critice este aproximativ egală cu 100 Hz. În diapazonul de 2kHz este de 300 Hz, 10 kHz crește pînă la 1kHz.

**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. Definiția imaginii la televiziunea analog în sistemul PAL-SECAM are un număr de:
  - a) 625 linii orizontale;
  - b) 525 linii orizontale;
  - c) 380 linii orizontale;
  - d) 450 linii orizontale;
  
2. La sistemul SD (standard definition) imaginea este compusă din:
  - a) 720 x 576 pixeli
  - b) 750 x 620 pixeli
  - c) 770 x 583 pixeli
  - d) 730 x 589 pixeli
  
3. La sistemul HD (high definition) imaginea este compusă din:
  - a) 1920 x 1080 pixeli
  - b) 1900 x 1000 pixeli
  - c) 1930 x 1180 pixeli
  - d) 1920 x 1180 pixeli
  
4. Suportul de bază al benzii magnetice este realizat din:
  - a) Mylar;
  - b) Policarbonat;
  - c) Acetofan;
  - d) Acetat de celuloză;
  
5. Caseta DAT permite înregistrarea numerică pe 3 canale cu o cuantizare de:
  - a) 16 biți
  - b) 12 biți
  - c) 24 biți
  - d) 48 biți
  
6. Valoarea semnalului video în fiecare moment de timp este proporțional cu:
  - a) Crominanța;
  - b) Saturația;
  - c) Luminanța;
  - d) Contrastul;
  
7. Durata unei linii pentru transmiterea semnalelor de sincronizare este de:
  - a) 12  $\mu$ s
  - b) 20  $\mu$ s
  - c) 18  $\mu$ s
  - d) 24  $\mu$ s
  
8. Durata unei linii pentru transmiterea semnalului video este de:
  - a) 12  $\mu$ s
  - b) 52  $\mu$ s
  - c) 40  $\mu$ s
  - d) 64  $\mu$ s

## UTILIZAREA SISTEMELOR DE ÎNREGISTRARE ȘI REDARE AUDIO-VIDEO

9. Procesul de divizare a diapazonului de valori continue în număr finit de intervale se numește:
- a) Digitizare;
  - b) Codificare a semnalului video;
  - c) Decodificare a semnalului video;
  - d) Cuantizare;
10. Procesul de atribuire a fiecărui nivel a unui număr din sistemul binar se numește:
- a) Codare;
  - b) Cuantizare;
  - c) Codificare;
  - d) Digitizare;

Răspunsuri corecte: 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6C, 7A, 8B, 9D, 10A



# CAPITOLUL 11

## UTILAJE ȘI DISPOZITIVE AUXILIARE DE FILMARE

Mijloacele auxiliare de filmare sunt acele mijloace tehnice care permit realizarea filmărilor din mișcare.

Filmul modern recurge în mare măsură la mobilitatea aparatului de filmat: apropierea, îndepărtarea, înălțarea sau coborârea față de subiect etc., schimbând prin aceste mișcări direcția din care se filmează, fără a întrerupe continuitatea.

În funcție de gradul de complexitate, mișcările de aparat folosite în timpul filmării pot fi:

- mișcări simple, care, fără a modifica locul de amplasare al camerei (punctul de stație), constau în înclinarea axei optice a acesteia în plan orizontal, vertical sau într-un oarecare plan intermediar. Aceste mișcări ale aparatului se numesc mișcări de panoramare. Întrucât aceste mișcări nu presupun schimbarea punctului de stație, ele nu determină schimbarea perspectivei geometrice a imaginii; o excepție este mișcarea de transfocare (*zoom*-ul). Aceasta este o mișcare optică (*traveling optic*), care poate da senzația de deplasare a camerei și care modifică perspectiva geometrică a cadrului.
- mișcări care constau în deplasarea aparatului de filmat în plan orizontal (pe două coordonate) pe diverse direcții determinând schimbarea perspectivei imaginii. Aceste mișcări, combinate cu mișcări de panoramare, oferă multiple posibilități de cadrare și urmărire a subiectului filmat;
- mișcări complexe, care constau în deplasarea aparatului în spațiu, deci pe trei coordonate. Combinarea acestor mișcări cu cele de panoramare oferă o gamă extrem de bogată de posibilități de modificare a perspectivei imaginii, a încadraturilor și mai ales a ritmului intern al cadrului filmat.

În conformitate cu această clasificare a mișcărilor se clasifică și mijloacele tehnice destinate realizării lor.

### 11.1. Utilaje și mijloace tehnice pentru efectuarea mișcărilor simple de aparat

#### *Capete panoramice*

Pentru efectuarea mișcărilor simple se utilizează dispozitive cunoscute sub denumirea de capete panoramice. Aceste dispozitive permit efectuarea unor mișcări de panoramare în plan orizontal pînă la o rotire completă a acestuia de  $360^0$  și, în plan vertical, în limita unui unghi de aproximativ  $+ - 45^0$  în raport cu poziția orizontală a aparatului (poziția de referință).

Din punct de vedere constructiv, capetele panoramice sunt de mai multe feluri, acestea deosebindu-se între ele nu numai sub aspectul construcției propriu-zise, ci și al gradului de fluiditate al mișcărilor pe care îl pot asigura.

#### *Capete panoramice simple cu fricțiune.*

Uniformitatea mișcărilor la aceste capete se realizează prin fricțiune, performanțele obținute depinzând aproape exclusiv de priceperea și experiența în mînuirea lor.

Din construcție, aceste capete permit blocajul individual, fie a platformei de panoramare orizontală, fie a celei de panoramare verticală și, bineînțeles, al ambelor platforme simultan.



Datorită construcției lor compacte și a greutății reduse, aceste capete sunt ușor manevrabile și transportabile, ceea ce explică largă lor utilizare în filmările cu aparate semiportabile și portabile.

### *Capete panoramice turnate cu comanda prin manivele*

La acest tip de capete mișcările de panoramare sunt comandate cu ajutorul unor manivele care acționează prin intermediul unor angrenaje de roți dințate. Rolul manivelor constă atât în transmiterea comenzilor, cât și în imprimarea unui caracter uniform mișcărilor de panoramare. Aceste capete panoramice se utilizează mai ales pentru aparatele de filmat grele, de tipul celor de studio.



În tehnica filmărilor de animație, unde regimul normal îl reprezintă filmarea cadru cu cadru, mișcările de panoramare trebuie executate cu mare precizie de la o imagine la alta, deoarece în caz contrar efectul obținut va fi de calitate nesatisfăcătoare. Capetele panoramice utilizate la filmările normale nu dau satisfacție, deoarece finețea mișcărilor asigurată de construcția lor este insuficientă, motiv pentru care se recurge la capete de construcție specială.

### *Capete panoramice giroscopice*

Aceste capete sunt prevăzute cu volante mecanice, care sunt puse în mișcare prin acționarea lor de către cameraman. Raportul de transmitere a angrenajelor destinat antrenării volantelor fiind mare, acestea vor avea o turație ridicată, fapt care va asigura mișcări deosebit de uniforme, fluide, lipsite de accelerări sau decelerări bruște. Dintre toate tipurile de capete panoramice, cele giroscopice asigură mișcările cele mai uniforme, calitatea lor depinzând de performanțele conferite de construcția și reglajul lor și într-o măsură mult mai mică de măiestria operatorului.



Limitarea utilizării acestor capete apare în cazul mișcărilor foarte rapide, ele nefiind adecvate în acest scop, precum și în cazul filmărilor cu priză directă de sunet, deoarece funcționarea lor este însoțită de un zgomot caracteristic. Acest lucru a dus la realizarea unor noi tipuri de capete panoramice, la care uniformizarea mișcării se obține prin frânare hidraulică, a căror funcționare este absolut silențioasă.

### *Capete panoramice speciale*

Acestea sunt destinate efectuării unor mișcări în raport cu anumite elemente specifice, fie ale aparatului de filmat, fie ale sistemului optic. Dintre acestea prezintă un deosebit interes capetele panoramice pentru rotirea aparatului de filmat în jurul punctului nodal al obiectivului. Acestea se folosesc la filmarea machetelor, deoarece, prin pivotarea aparatului de filmat în jurul punctului nodal al obiectivului, permit menținerea neschimbată a perspectivei, astfel încât liniile de fugă ale machetelor vor coincide cu cele ale obiectelor reale din cadrul filmat, fără ca artificul folosit să fie observat în imaginea finală. Lipsa unui asemenea cap panoramic exclude posibilitatea efectuării mișcărilor de panoramare în cazul procedeele de filmare combinată cunoscute sub denumirea de filmări cu suprapunere în perspectivă.

Fixarea aparatelor de filmat pe capetele panoramice se realizează în două variante constructive:

- prin intermediul unui șurub (dimensiunea standardizată a acestuia fiind de 3/8"). Acest procedeu, care se distinge prin simplitatea sa, se utilizează aproape exclusiv în cazul aparatelor ușoare, portabile;
- prin intermediul sistemului cunoscut sub denumirea de "coadă de randunică". Acest sistem, remarcabil prin operativitatea pe care o asigură, se utilizează mai ales în cazul aparatelor de filmat grele.

### *Trepiedul*

Capetele panoramice de orice fel se montează pe diverse tipuri de trepiede și stative. Astfel, în cazul aparatelor ușoare, folosite mai ales în afara platourilor de filmare sau a studiilor de televiziune, se utilizează trepiede ușoare, cu picioare extensibile confecționate din duraluminiu sau lemn (caz în care se folosesc unele elemente de întărire din metal).

Construcția acestor trepiede larg răspândite în producția de filme și TV permite amplasarea aparatelor la înălțimea dorită, concomitent cu asigurarea unei baze de susținere corespunzătoare. De regulă, pe asemenea trepiede se montează capete panoramice cu fricțiune.



În anumite situații (când planeitatea solului sau a podelelor permite acest lucru), trepiedele se instalează pe carucioare cu roți, ceea ce ușurează deplasarea lor la schimbarea punctului de stație iar, uneori, asigură condiții pentru efectuarea de mișcări de aparat chiar în timpul filmării. Pentru a face asemenea carucioare ușor transportabile, ele sunt concepute pliabile.

La filmările în platouri, deoarece dușumeaua acestora constituie o cale de rulare foarte netedă, se utilizează stative pe roți cu bandaje din cauciuc, care amortizează eventualele șocuri provenite din micile denivelări ale dușumelei și reduc zgomotul produs prin deplasarea stativului. Pentru a permite amplasarea aparatului la înălțime convenabilă stativele sunt prevăzute cu coloane telescopice acționate fie manual, fie prin intermediul unui sistem hidraulic. Stativele cu comandă hidraulică prezintă avantaje însemnate atât sub aspectul manevrabilității, cât și al uniformității mișcării, ceea ce le face potrivite și pentru filmări din mișcare.

### ***Slider-ul***

Dispozitivele *slider* sunt concepute pentru obținerea unor mișcări de cameră de tip *travelling* pe distanțe foarte scurte, direcții și înălțimi diferite, utilizate mai ales cu camere de mici dimensiuni.



Sunt fiabile, ușor de transportat și montat și sunt folosite îndeosebi la realizarea videoclipurilor și spoturilor publicitare.

***Cărucioare “travelling”***

Cărucioarele *travelling* se deplasează prin rulare pe șine amplasate pe sol. Pentru efectuarea unor mișcări cât mai line, șinele sunt astfel îmbinate încât să nu prezinte niciun fel de denivelari.



Formele diverse și modul de îmbinare ale șinelor permit descrierea unor traiectorii dintre cele mai diferite. Avantajul cărucioarelor *travelling* constă în faptul că pot fi utilizate chiar și pe teren denivelat, deoarece calea lor de rulare (șinele) pot fi așezate perfect la orizontală prin introducerea între șine și sol a unor pene compensatoare.

Cărucioarele cu roți pe pneuri se utilizează în acele locuri de filmare unde terenul este perfect neted. Roțile pe pneuri pot efectua mișcări în orice direcție, deoarece, neavând o cale de rulare obligatorie, nu sunt supuse niciunui fel de limitare.

***Camera car mount și suction cup***

Cum se observă din imagini sunt dispozitive care permit fixarea aparatului de filmat în diverse poziții pe caroseria mașinilor.



*Suction cup* este un dispozitiv pe care se pot monta camere video de dimensiuni reduse. Acest dispozitiv poate fi fixat atât în exteriorul cât și în interiorul mașinii.



Ambele tipuri de dispozitive sunt foarte fiabile și permit realizarea unor cadre deosebit de dinamice, altfel greu sau imposibil de obținut.

## 11.2. Utilaje și mijloace tehnice utilizate pentru mișcări complexe de aparat

### *Cărucioare dolly*

Cărucioarele *dolly*, sub aspectul soluției constructive utilizate, pot fi întâlnite în două variante:

- *cărucior dolly cu braț mobil*
- *cărucior dolly cu coloană telescopică extensibilă.*

Acționarea elementelor care conferă mobilitate aparatului de filmat, adică a brațului mobil sau a coloanei telescopice, poate fi efectuată în mai multe feluri:

- prin sisteme mecanice, care constau în angrenaje comandate cu ajutorul unor manivele. În acest caz, greutatea aparatului este compensată cu ajutorul unor arcuri instalate dedesubtul brațului. Acest sistem a fost utilizat mai ales în prima generație de *dolly* cu braț și în prezent se utilizează din ce în ce mai puțin;
- prin sisteme hidraulice, presiunea uleiului necesară acționării brațului fiind obținută cu ajutorul unor pompe comandate manual sau electric;
- prin sisteme mixte pneumo-hidraulice. În cazul unor asemenea sisteme, sistemul hidraulic folosește ca sursă de energie recipiente umpluți cu gaze la mare presiune (azot, bioxid de carbon). Datorită sistemului de acționare utilizat s-au putut obține construcții foarte compacte, unele dintre acestea chiar demontabile și transportabile în ambalaje de dimensiuni foarte mici.





Cărucioarele *dolly* de orice tip sunt prevăzute fie cu roți cu bandaj de cauciuc masiv, fie cu roți pe pneuri. Cărucioarele *dolly* pot efectua mișcări în toate direcțiile și, combinate cu mișcările brațului, permit ca aparatul de filmat să descrie traiectorii dintre cele mai complexe.

### ***Macarale de filmat***

Macaralele de filmat reprezintă mijloace tehnice dintre cele mai complexe care, la o scară mult marită, permit efectuarea aceluiași mișcări de aparat ca și în cazul cărucioarelor *dolly*. Pe platforma brațului mobil, aflată la una din extremitățile acestuia, aparatul de filmat poate fi montat pe un suport propriu, care permite rotirea sa până la  $360^{\circ}$ , pe lângă cea pe care platforma o poate efectua în jurul pivotului său central, împreună cu brațul macaralei.

Pentru ca brațul mobil să poată fi deplasat lin și fără efort, platforma împreună cu încărcătura pe care o poartă (aparatul de filmat, operatorul și asistentul de cameră) este echilibrat cu ajutorul unor contragreutăți amplasate la extremitatea opusă a brațului.



În producția de film se utilizează o gamă foarte largă de tipodimensiuni de macarale, de la unele care asigură înălțimea maximă de ridicare a aparatului la circa 2, 5 m, până la cele la care această cotă atinge valori de 10m sau mai mult. Unele macarale sunt instalate pe vehiculele autotractate, ceea ce asigură acestora o rază mare de acțiune și autonomie. Macaralele pot fi instalate și pe șine de *travelling*. Pentru a simplifica operarea lor, macaralele moderne sunt telecomandate, ceea ce înseamnă excluderea personalului de pe platforma macaralei și controlul filmării printr-un sistem de vizare electronic.

### ***Travelling aerian***

Este un *travelling* care în loc de șine folosește un sistem de cabluri aeriene. Camera alunecă de-a lungul acestora cu ajutorul unui dispozitiv cu stabilizare a imaginii și poate efectua mișcări în toate direcțiile, oferind imagini spectaculoase. Întregul sistem este controlat de la distanță (telecomandat).



### *Steadicam*

*Steadicam*-ul a fost inventat în 1975 de inventatorul și cameramanul Garrett Brown.

*Steadicam*-ul este un sistem de articulații și contragreutăți care asigură un echilibru perfect al echipamentului. Acesta se prinde de corpul cameramanului prin intermediul unei veste tip ham. Operarea *steadicam*-ului implică *training* inițial și ulterior multă experiență

*Steadicam*-ul permite operatorului să fie mobil, să execute mișcări pe direcții multiple, imposibil de realizat la o filmare clasică. El poate să meargă cu fața sau cu spatele, să urce și să coboare scări, să alerge etc., mișcările fiind line, fluide, generând cadre dinamice și spectaculoase.





### *Shoulder mount*

În filmul modern, o tehnică foarte des folosită este filmarea din mână (*hand-held camera*, *hand-held shooting* sau *shaky camera*). Filmarea din mână conferă imaginii o dinamică deosebită, o senzație de real, de jurnal de știri, de participare directă la eveniment.

Camerele de mici dimensiuni nu ridică probleme de operare.

Pentru aparatele profesionale de filmat pe peliculă, mult mai mari și mai grele, există dispozitive speciale numite *shoulder mount*.



Asemenea dispozitive sunt disponibile și pentru camerele video.

### *Doggicam*

Compania americană "*Doggicam Systems*", înființată în 1996 de directorul de imagine Garry Thielges, a dezvoltat până în prezent o gamă impresionantă de dispozitive și mijloace auxiliare de filmare. Totul a început cu proiectarea unui dispozitiv aparent simplu, în realitate foarte ingenios și sofisticat, pentru filmarea unor cadre pentru un spot publicitar la o marcă de bere. Dispozitivul permitea o filmare fluidă (asemănătoare *steadicam*-ului) la diverse înălțimi în raport cu solul și consta într-o cameră montată pe un stick prin intermediul unei capsule girostabilizatoare și un monitor la nivelul ochilor cameramanului



În prezent compania oferă o gamă mare de dispozitive auxiliare de filmare, intrate în lexicul creatorilor de film sub numele generic de *doggicam*.

Mai jos sunt prezentate câteva dintre acestea:

## UTILAJE ȘI DISPOZITIVE AUXILIARE DE FILMARE

Doggicam - dispozitive asemănătoare celui descris mai sus. Acest echipament permite operatorului o deplasare lină, fluidă pe orice direcție, la orice înălțime în raport cu solul. Are un design modular care permite adaptarea sistemului oricăror cerințe.

Bodymount – un sistem de atașare a camerei pe corpul unui personaj.



Sparrow head – sunt capete panoramice *wireless* cu capsulă girostabilizatoare, care se pot monta pe diverse alte echipamente: macarale, dispozitive de filmat de pe mașină, *dolly* etc.



Power Slide și varianta mai nouă Super Slide – echipamente *wireless* foarte ușoare și rigide care se pot monta pe brațul unei macarale sau pe o cale de rulare (*travelling* sau alt sistem), care permit camerei mișcări foarte precise cu viteze și accelerări extraordinare. Pot fi ușor transportate și montate în orice locație, pe orice fel de teren.



*Two axis dolly* – este un echipament complex care oferă o nouă libertate de mișcare și control a camerei. Cele două axe cu sisteme glisante sunt configurate astfel încât camera poate fi deplasată pe oricare din ele prin intermediul unui joystick. Mișcarea precisă permite camerei traiectorii complexe. Echipamentul a fost special construit pentru filmul *“The Children of Men”* (2006) pentru realizarea unui plan-secvență care acoperea 12 pagini de script (aproape 4 minute de film). Prin utilizarea unui *MoCup* aceste mișcări complexe pot fi înregistrate și reproduse ulterior.



*MoCup* – este un *device* digital care oferă șapte canale de înregistrare și redare a mișcărilor complexe ale camerei. Acestea pot fi redade imediat sau chiar săptămâni mai târziu.



### *Drone*

Vehicule aeriene fără pilot ”dronel”, reprezintă cea mai importantă inovație din domeniul militar realizată în ultimii ani. Dacă până de curând dronel erau utilizate doar în teatrele de război, ele ar putea deveni cât de curând omniprezente. De la agricultură și arheologie până la jurnalism, dronel promet să transforme numeroase domenii în deceniile următoare, marcând o schimbare fără precedent în viața de zi cu zi.



Unul din domeniile pe care dronel promet să-l transforme este cel al jurnalismului. În Statele Unite, țara cu cele mai multe dronel, facultățile de jurnalism au început deja să pregătească studenții pentru această nouă etapă a meseriei de ziarist.

Ideea *jurnalismului cu drone* nu datează de mai mult 3-4 ani. Prima oară această idee a fost aplicată în Polonia, în timpul unui protest, când cineva a folosit un mini-elicopter controlat de la distanță pentru a filma evenimentul.

Cu ajutorul dronel se pot obține imagini inaccesibile reporterilor aflați la sol, iar prețul acestor aparate este unul rezonabil.

Una dintre primele instituții media care au folosit dronel în cadrul reportajelor a fost ziarul digital *The Daily*, care a obținut cu ajutorul acestora imagini video extraordinare în care se putea observa efectul devastator al unei tornade ce a lovit Alabama.

Dronel au fost adoptate și de către  *paparazzi*, care au descoperit că pot obține cu ajutorul lor imagini la care altfel nu ar avea acces. Pe Coasta de Azur, unde își petrec vara numeroase celebrități, dronel sunt deja un instrument esențial în arsenalul fotografilor.

Probabil că, în curând, datorită costurilor scăzute, dronel își vor găsi întrebuințarea și în industria filmului și televiziune.



### *Tyler mount*

Este o platformă pe care se instalează o cameră pentru realizarea filmărilor din helicotper. Are aceleași caracteristici ca ale *steadicam*-ului și permite realizarea unor cadre fluide complexe. Există echipe speciale pentru acest filmări.



**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. Mijloacele auxiliare de filmare reprezintă:
  - a. grila de lumini din studiourile cinematografice și de televiziune
  - b. echipamentele de post-sincronizare și montaj
  - c. mijloace tehnice care permit realizarea filmărilor din mișcare
  - d. echipamentele de retroproiecție
  
2. Mișcările complexe de cameră constau în:
  - a. deplasarea camerei în plan orizontal pe două coordonate pe diverse direcții
  - b. modificarea locului de amplasare a camerei
  - c. deplasarea camerei în spațiu pe trei coordonate
  - d. înclinarea axei optice a camerei în plan orizontal
  
3. La capetele panoramice giroscopice uniformizarea mișcării se obține prin:
  - a. frânare hidraulică
  - b. folosirea unor angrenaje cu roți dințate comandate cu ajutorul unor manivele
  - c. fricțiune
  - d. folosirea unor dispozitive *wireless*
  
4. Cărucioarele de *travelling* se deplasează pe:
  - a. o platformă autotractată
  - b. șine amplasate pe sol
  - c. cabluri aeriene
  - d. una sau două șine scurte montate pe un stativ
  
5. Cărucioarele *dolly* pot efectua mișcări:
  - a. înainte – înapoi
  - b. lateral
  - c. sus – jos
  - d. în toate direcțiile
  
6. Camera de filmat montată pe brațul unei macarale poate efectua o rotire în plan orizontal de:
  - a. 180°
  - b. 90°
  - c. 360°
  - d. 120°
  
7. *Steadicam*-ul a fost inventat în anul:
  - a. 1966
  - b. 1975
  - c. 1981
  - d. 2002
  
8. *Doggicam*-ul permite realizarea filmărilor:
  - a. în mișcare, la diverse înălțimi în raport cu solul
  - b. subacvatice
  - c. aeriene
  - d. combinate
  
9. *Sparrow head* este un dispozitiv care permite montarea aparatului de filmat:
  - a. pe corpul unui personaj

- b. pe un *slider*
  - c. pe un stativ hidraulic
  - d. pe diverse echipamente
10. *Two axis dolly* este un echipament complex conceput de firma *Doggicam Systems* în anul:
- a. 2008
  - b. 2006
  - c. 2010
  - d. 2002

Răspunsuri corecte: 1C, 2C, 3A, 4B, 5D, 6C, 7B, 8A, 9D, 10B

## CAPITOLUL 12

## SURSE DE LUMINĂ. CORPURI DE ILUMINAT

Lumina este "materia primă" pentru a crea imaginea. Tot ceea ce ține de imagine este în strânsă legătură cu lumina și natura ei. Indiferent dacă vorbim de fotografie, film, video sau grafică computerizată lumina este folosită în procesul de creație a imaginilor. Este important să gândim lumina ca pe un lucru fundamental în realizarea acestor imagini. În general luminile, ca dispozitive, pot fi categorisite, după tipul de iluminare, în:

- surse concentrate (*hard light*)
- surse difuze (*soft lights*)

Aceste caracteristici sunt date de modul de proiectare a fasciculului luminos și implicit a tipului de umbră creată. Diferența între o sursă concentrată și una difuză este aceeași ca lumina dintr-o zi senină și o zi cu cer noros. Astfel, într-o zi senină, lumina puternică a soarelui crează umbre bine conturate ale obiectelor direct iluminate și un contrast crescut între tonuri. Într-o zi cu cer noros, lumina soarelui este difuzată de stratul de nori, creând umbre slab conturate ale obiectelor și un contrast scăzut la nivelul tonurilor.

## 12.1. Surse de lumină

Lumina trebuie tratată ca având trei funcții fundamentale: funcția vitală, funcția plastică și funcția tehnică.

Funcția vitală condiționează însăși viața normală a omului. Majoritatea informației receptate și transmise se realizează prin imagini vizuale datorate luminii.

Funcția plastică este primordială în artele figurative în care lumina este principalul mijloc de exprimare artistică. Prin iluminare se evidențiază elementele principale conținute în imagine cât și, subiectiv, relațiile dintre ele. Perspectiva tonală și cromatică sugerează unele dintre elementele care sugerează cea de-a treia dimensiune în imaginile filmate 2D.

Funcția tehnică se referă la proprietatea luminii de a forma imagini optice în camera obscură a aparatului de luat vederi determinând efecte fotografice și fotoelectrice care fac posibilă înregistrarea imaginilor.

Un artist adevărat nu va copia niciodată riguros natura ci va interveni cu personalitatea sa creatoare, pentru a sublinia mesajul imaginii filmate. În televiziune uneori este suficientă o redare obiectivă, corectă, a realității, pentru care sunt necesare unele cunoștințe tehnice minime.

Orice corp care emite radiații luminoase constituie o sursă de lumină. *Sursele* care emit lumină transformând direct o altă formă de energie în lumină sunt *surse primare* (*naturale* - soarele, stelele, focul, sau *artificiale* - create de om), iar corpurile iluminate care reflectă sau transmit lumina sunt surse *secundare*.

Generarea și întreținerea în timp a luminii necesită excitarea sursei cu energie din exterior. Lumina poate fi produsă artificial prin radiație termică și luminescență.

Radiația termică implică încălzirea suficientă a corpurilor, procesul intim al excitării fiind ciocnirea dintre atomi, ioni și molecule.

Luminescența cuprinde emisia de radiații luminoase altele decât de natură termică. Prin electroluminescență gazele și vaporii metalici emit lumină datorită descărcărilor electrice (ciocnirea atomilor cu fascicule de electroni (fig. 12.1.)). Fotoluminescența se produce prin absorbția și conversia energiei electromagnetice de către luminofoari. Fotoluminescența se numește fluorescență dacă emisia de radiații durează foarte puțin timp (până la  $10^{-8}$  s) după dispariția excitării și fosforescență dacă emisia durează mai mult, ca în cazul fosforului.



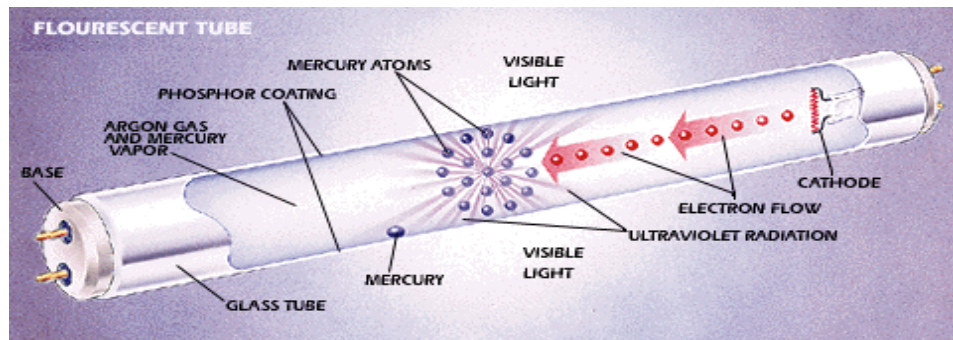


Fig.14.1. Principiul emisie de lumină prin descărcări electrice în gaze

### 12.1.1. Fenomene fizice ale emisie de radiații luminoase

Sursele elementare de energie luminoasă sunt atomii care alcătuiesc materia. În funcție de energia primită din exterior pe orice cale, electronul trece de la starea fundamentală la o stare excitată superior. Stările excitate fiind instabile și de scurtă durată, în medie până la 10-8s, atomul se dezexcită spontan fără nici o influență din exterior, revenind la stări energetice inferioare sau direct la forma fundamentală, prin emisia de radiație (fig. 14.2).

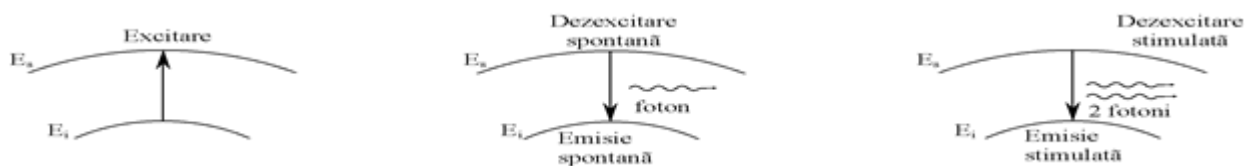


Fig. 12.2. Tranziții energetice ale unui atom între două nivele  $E_s$  și  $E_i$

Orice tranziție de dezexcitare de pe un nivel energetic superior  $E_s$  pe unul inferior  $E_i$  este însoțită de emisia unui foton, a cărui energie  $E_f$  este egală cu diferența dintre energiile celor două nivele, iar frecvența undei electromagnetice purtătoare corespunde expresiei:

$$n = \frac{E_f}{h} = \frac{E_s - E_i}{4h}, \quad (14.1)$$

în care  $h$  este constanta lui Planck.

Durata dezexcitării fiind aproximativ egală cu durata stării excitate, de circa  $10^{-8}$  s, rezultă că aceasta este și durata de existență a unui foton, unda purtătoare având prin urmare o lungime de  $3 \times 10^8$  m/s (viteza luminii)  $\times 10^{-8}$  (durata)  $\gg$  3m. În afară de emisia spontană, în medii transparente poate avea loc și o emisie stimulată. Astfel, dacă într-o stare excitată electronul este ciocnit de un foton emis spontan, atomul este stimulat să emită un alt foton în momentul ciocnirii. Este interesant de reținut faptul că fotonul emis stimulat are aceeași energie, frecvență și direcție cu fotonul stimulator, fenomen ce stă la baza realizării surselor *laser*, singurele capabile să emită lumină coerentă monocromatică.

### 12.1.2. Formarea spectrelor de linii și benzi spectrale. Spectru continuu.

Excitarea gazelor și vaporilor metalici se realizează practic prin descărcări electrice în tuburi ermetice (fig. 14.3.). În funcție de structura atomică, la presiuni scăzute (de cca.  $5 \times 10^{-3}$  mm col. Hg) fiecare gaz prezintă un spectru specific de linii monocromatice ce îi conferă o anumită culoare aparentă, determinată cu precădere de radiația vizibilă cu energia cea mai mare. Astfel, în domeniul vizibil hidrogenul și kriptonul prezintă patru linii spectrale, heliul șase, vaporii de sodiu un dublet la 589 și 589,6 nm, iar vaporii de mercur – patru linii. Culoarele aparente sunt: roșu pentru neon, violet pentru heliu, galben pentru vaporii de sodiu și albastru-verde pentru vaporii de mercur. Majoritatea lămpilor cu descărcări conțin mercur.

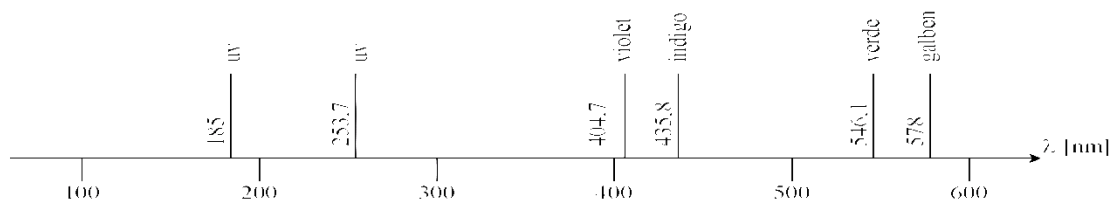


Fig.12.3. Spectrul de linii al vaporilor de mercur

La lămpile fluorescente cu vapori de mercur de joasă presiune radiațiile ultraviolete sunt absorbite de luminofor și convertite în radiații vizibile sub forma unui spectru continuu (fig.14.4). Prin creșterea presiunii vaporilor, respectiv a densității atomilor pe unitatea de volum, benzile spectrale se lărgesc și devin mai intense. Spectrele de emisie ale vaporilor de mercur și de sodiu sunt importante pentru că stau la baza fabricării unor lămpi cu randamente foarte bune. Sodiul emite o lumină gălbuie, în zona de maximă sensibilitate spectrală a ochiului, de aceea se folosește atât de mult la iluminatul stradal, dar nu și ca sursă de lumină pentru filmare.

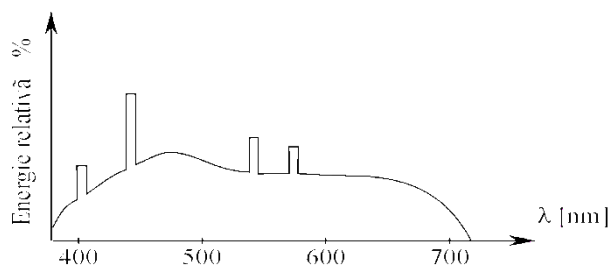


Fig 12.4. Distribuția spectrală a energiei unei lămpi fluorescente de tip alb lumina zilei de circa 6500K

La substanțele solide, datorită densității foarte mari, de cca.  $10^{22}$  atomi/cm<sup>3</sup>, forțele de legătură considerabile determină, prin excitarea termică, lărgirea benzilor spectrale ce se suprapun într-un spectru continuu. Puterea de emisie a corpurilor încălzite depinde atât de temperatură cât și de puterea lor de absorbție ceea ce se verifică ușor experimental încălzind comparativ o bucată de oțel și una de cuarț.

### 12.1.3. Corpul absolut negru, referința pentru radiația luminoasă

S-a stabilit ca etalon de radiație un corp absolut negru capabil de a absorbi în totalitate toate radiațiile ce cad asupra lui, indiferent de lungimile de undă, temperatură, direcție și starea de polarizare. Având coeficientul spectral de absorbție egal cu unitatea, acest corp ipotetic prezintă un spectru continuu și o putere de emisie maximă ce depinde numai de temperatură. De

aceea corpul absolut negru a căpătat și denumirea de *radiator integral* ce reprezintă sursa etalon de radiație termică.

Un model practic de corp absolut negru poate fi considerat orice incintă în care este practicat un orificiu (fig. 12.5.). Datorită reflexiilor repetate, lumina care intră prin orificiu se slăbește treptat și din aceasta nu mai iese lumină în exterior. Dacă incinta este realizată dintr-un material greu fuzibil, la încălzire prin orificiu se emite o radiație etalon a cărei structură depinde numai de temperatură.

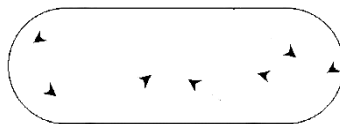


Fig. 12.5. Model de corp absolut negru

*Legea deplasării:* prin creșterea temperaturii puterea de emisie maximă a corpului absolut negru se deplasează spre lungimi de undă mai scurte (linia întreruptă din fig. 6.7.).

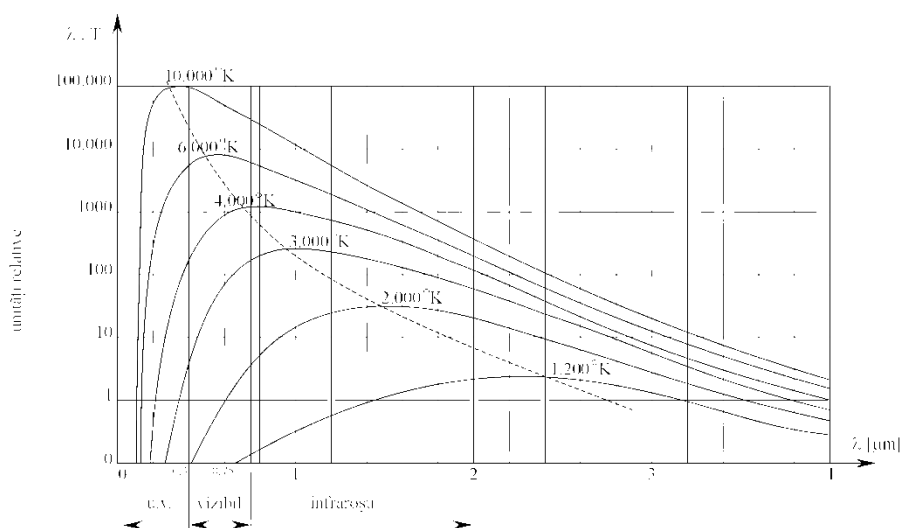


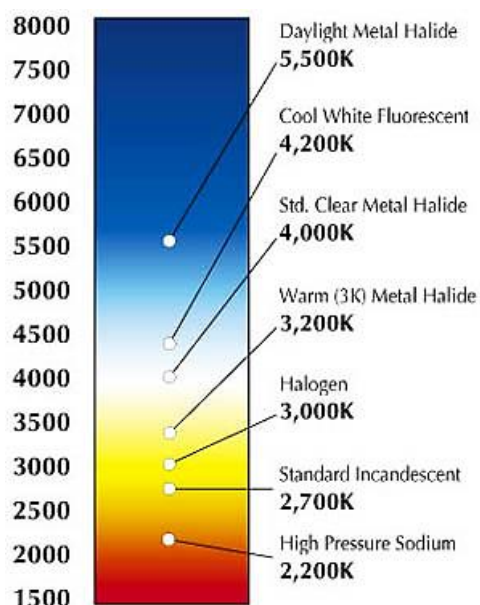
Fig. 12.6. Curbe de emisie spectrală ale corpului absolut negru pentru diferite temperaturi

Se observă că eficacitatea luminoasă maximă a corpului absolut negru se află între de 5000 și 6000K deoarece în acest interval fluxul energetic maxim se află în zona centrală a spectrului vizibil, pentru care sensibilitatea spectrală a ochiului este maximă. În aceste condiții corpul absolut negru radiază lumină albă. Între temperatura filamentului lămpilor cu incandescență, care aproximează corpul absolut negru, și culoarea luminii există o legătură directă.

#### 12.1.4. Temperatura de culoare. Definiție, unități și mod de evaluare

Temperatura de culoare se definește ca temperatura corpului absolut negru la care acesta emite lumină de aceeași culoare cu a sursei de lumină considerate. Exprimată în Kelvin ( $t^{\circ}\text{C}+273$ ) temperatura de culoare este o caracteristică spectrală deosebit de importantă pentru evaluarea calității surselor de lumină, mai ales în relație cu redarea corectă a imaginilor în culori, indiferent pe ce suport sunt înregistrate. Deși se definește corect numai pentru sursele termice cu spectru continuu, noțiunea de temperatură de culoare s-a extins și asupra surselor de lumină care nu au un spectru continuu. Pentru acestea se definește o temperatură de culoare aproximativă pentru care se folosesc termenii:  $T_c$  corelată,  $T_c$  asociată sau  $T_c$  echivalentă la care corpul absolut negru are culoarea cea mai apropiată de cea a sursei considerate.

Este de exemplu cazul lămpilor cu spectru discontinuu HMI, CID și al lămpilor fluorescente cu dominante de culoare corespunzătoare benzilor spectrale ale vaporilor de mercur. Temperatura de culoare corelată se atribuie surselor cu indici de redare a culorii  $R_a > 0,5$  iar lămpile pentru iluminare profesională  $R_a > 0,9$ . Redarea corectă a culorilor filmate se obține numai dacă temperatura de culoare a luminii este în concordanță cu calibrarea camerei. În caz contrar în imagine vor apărea dominante de culoare inadmisibile. Temperaturile de culoare aproximative ale unor surse de lumină uzuale sunt date în tabelul de mai jos:



O altă unitate de măsură pentru temperatura de culoare este *Mired*, de la “*micro-reciprocal degrees*”.

Valorile *Mired* sunt corelate cu *Kelvin* conform expresiei:

$$M = \frac{10^6}{K} \quad (14.2)$$

Se observă că *Mired* și *Kelvin* sunt mărimi invers proporționale.

În sistem *Mired*, la intervale egale corespund variații egale de culoare, ceea ce ușurează calculul valorii filtrelor necesare pentru schimbarea temperaturii de culoare între limitele dorite.

Filtrele pentru cameră sau proiectoare legate de culoare se împart în trei grupe:

- filtre de corecție sau de balansare - pentru modificări moderate ale temperaturii de culoare a surselor de lumină;
- filtre de conversie - pentru modificări majore ale temperaturii de culoare;
- filtre de compensare - pentru eliminarea unor dominante de culoare, indiferent de cauzele care le determină.

Filtrele din primele două grupe sunt divizate în două serii: albastre pentru ridicarea temperaturii de culoare și roșii-portocalii pentru coborârea acesteia. Efectele acestor filtre sunt evaluate în *Mired*. Deoarece valorile *Mired* sunt în relație inversă cu temperatura de culoare, filtrele albastre absorb excesul de radiații din domeniul roșu ridicând, astfel, temperatura de culoare, și sunt însoțite de semnul (-), iar cele roșii-portocalii de semnul (+).

### 12.1.5. Surse de lumină artificiale

Orice dispozitiv capabil să producă lumină, transformând o formă oarecare de energie în energie luminoasă se numește sursă de lumină. Sursele care emit lumină având ca sursă de alimentare energia electrică se numesc surse electrice.

În funcție de principiile de funcționare, sursele electrice pot fi clasificate în trei grupe: surse cu incandescență, surse cu descărcări și surse cu lumină mixtă. În fig. 12.7. lămpile electrice sunt clasificate în funcție de principiile de funcționare și construcție:

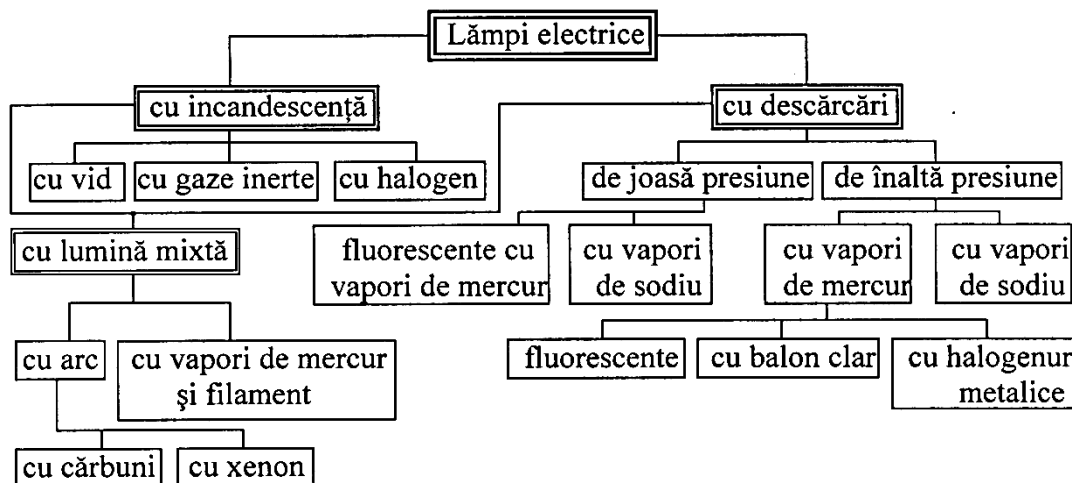


Fig. 12.7. Clasificarea lămpilor electrice după principiile de funcționare

Sursele cu incandescență emit lumină prin excitarea termică a unei substanțe termorezistente, respectiv prin încălzirea până la incandescență a unui filament cu ajutorul curentului electric care îl străbate.

Sursele cu descărcări se bazează pe excitarea gazelor și vaporilor metalici prin ciocnirea atomilor și moleculelor acestor substanțe cu fascicule de electroni și ioni accelerați între doi electrozi dintr-un tub de descărcare.

Sursele cu lumină mixtă emit atât prin descărcări cât și prin incandescență sau fotoluminescență (luminofori).

Ledurile și laserii formează categorii distincte de surse de lumină care de obicei nu se încadrează în grupa lămpilor. Randamentul și puterile în creștere le impun tot mai puternic pe piață.

Pentru iluminatul de uz general, unde nivelurile de iluminare sunt relativ scăzute, se impun surse relativ ieftine și cu o durată de funcționare economică, la care lampa furnizează cantitatea de lumină la un preț minim, luând în calcul costul lămpii și al energiei electrice consumate.

### 12.1.6. Caracteristicile surselor electrice

#### Caracteristici electrice

- puterea lămpii (wați);
- tensiunea nominală de alimentare (volți);
- tensiunea la bornele lămpii (volți) - pentru lămpile cu descărcări;
- intensitatea curentului (amperi) - pentru lămpile cu descărcări.

#### Caracteristici spectrale

- temperatura de culoare (Kelvini);

- curba spectrală (energia relativă în funcție de lungimile de undă);
- indicele de redare al culorilor  $R_a$  (pentru lămpile cu descărcări).

#### *Caracteristici fotometrice*

- fluxul luminos (lumini);
- eficacitatea luminoasă (lumini/wați);
- intensitatea luminoasă maximă (candele) - pentru lămpile cu reflector încorporat de tip R și PAR;
- distribuția spațială a intensității luminoase;
- luminanța filamentului - pentru lămpile cu incandescență cu balon clar și luminanța arcului - pentru lămpile cu descărcări (candele/cm<sup>2</sup>);
- luminanța balonului - pentru lămpile cu incandescență cu balon mat sau opal și pentru lămpile fluorescente (candele/m<sup>2</sup>);
- durata de funcționare (ore).

#### *Caracteristici constructive*

- lungimea totală a lămpii (mm);
- diametrul balonului (mm);
- înălțimea centrului corpului luminos față de baza soclului (mm) - pentru lămpi cu soclu unilateral;
- lungimea filamentului (mm) - pentru lămpi cu incandescență liniare;
- lungimea arcului (mm) - pentru lămpi cu descărcări în regim de arc;
- tipul de soclu;
- poziția de funcționare.

## 12.2. Corpuri de iluminat

Un corp de iluminat reprezintă un ansamblu de elemente optice electrice și mecanice destinate să asigure dirijarea fluxului luminos al sursei spre subiectul iluminat și fixarea, protejarea, alimentarea cu energie electrică a sursei de lumină.

Orice aparat de iluminat *trebuie să asigure*:

- concentrarea fluxului luminos al lămpii într-un anumit unghi solid, în funcție de necesitățile plastice și exponometrice;
- distribuție cât mai uniformă a iluminării în pata de lumină;
- un randament luminos cât mai bun;
- să reducă efectul de orbire provocat de lampă;
- să fie ușor, robust, silențios și să prezinte simplitate în exploatare.

#### *Surse Open-Face*



Proiectoarele *Open-Face* (deschise): așa cum numele sugerează, nu au niciun fel de lentilă în fața becului și prin urmare sunt ceva mai luminoase decât proiectoarele Fresnel. Proiectoarele *Open-Face* folosesc becuri halogen cu contact dublu (soclu Rs7). Au o formă rotunjită și conțin o oglindă parabolică. Sunt echipate cu voleuri (*barndoors*) și un filtru metalic pentru protecția lămpii.

Comparativ cu proiectoarele Fresnel, mecanismul de concentrare sau difuzie a razelor de lumina este diferit. Acesta modifică doar poziția lămpii față de oglinda reflectoare. Când lampa este aproape de oglindă, razele de lumină sunt maxim divergente, rezultând o lumină difuză. În situația opusă, când becul este îndepărtat de oglindă, razele de lumină sunt mai puțin divergente, iar lumina devine mai concentrată. Deoarece atât becul, cât și oglinda, devin surse de lumină, proiectoarele *Open-Face* tind să distribuie o cantitate relativ mare de lumină. Din acest motiv sunt recomandate ca lumină de umplere. În unele situații sunt folosite împreună cu o suprafață reflectoare mare (blendă, placă de polistiren, perete alb) pentru a crea o lumină difuză.

Proiectoarele *Open-Face* mai sunt cunoscute și sub denumirea de *Red Head Light* sau "mandarine", fiind în general de culoare roșie. Ca putere, sunt echipate cu lămpi între 150 și 2000w cu temperatura de culoare între 2900K și 3200K.

### *Surse Fresnel*



Proiectoarele Fresnel fac parte din categoria celor mai flexibile surse de lumină, fiind concepute pentru a crea un câmp luminos uniform și controlabil ca dimensiune. Lumina oferită de proiectoarele Fresnel creează o umbră curată și bine conturată. Deoarece au un câmp luminos uniform pe întreaga suprafață de proiecție sunt recomandate pentru iluminarea actorilor atât direct cât și printr-o difuzie aplicată între proiector și subiect. Din acest motiv, aceste tipuri de proiectoare sunt des folosite în televiziune și cinematografie.

Aceste tipuri de proiectoare sunt denumite Fresnel deoarece în fața lămpii există o lentilă Fresnel (fig. 14.8.) ce are ca proprietate transformarea fasciculelor de lumină divergente în fascicule paralele. Practic, aceasta acționează ca o lentilă plan-convexă.

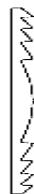


Fig. 12.8. Secțiune în lentila Fresnel

La fel de important este faptul că proiectoarele Fresnel folosesc o oglindă semisferică în spatele becului. Aceasta este amplasată astfel încât razele de lumina ce lovesc oglinda să fie reflectate înapoi prin centrul lămpii. În interiorul proiectorului becul și oglinda sunt montate pe același suport astfel încât acestea se deplasează ca un ansamblu în momentul în care dorim să concentrăm sau să difuzăm lumina. Proiectoarele Fresnel au o lumină uniformă, ușor de controlat și o umbră bine conturată.

Câteva din acesoriile specifice proiectoarelor Fresnel :

*Scrims* (difuzii metalice): sunt cercuri metalice având în interior o plasă metalică pentru a reduce cantitatea de lumină la trecerea prin acestea. În general există difuzii metalice simple cu ramă metalică de culoare verde, care reduc cantitatea de lumină cu o jumătate de diafragmă ( $\frac{1}{2}$  f-stop) și difuzii metalice duble cu ramă roșie, care reduc cantitatea de lumină cu o diafragma (1f-stop).

*Gel Frames* (suport gel-uri): sunt folosite pentru a prinde gelurile de lumină în fața proiecteurului. Se atașează în portfiltrele din fața lentilei Fresnel.

*Barn Doors* (voleuri): ajută la controlarea spotului luminos. Sunt alcătuite în general din 2 palete mari, pătrate sau dreptunghiulare și 2 palete mai mici, cu formă triunghiulară. Sunt folosite în general pentru a împiedica lumina să cadă pe o anumită suprafață sau pentru a "desena" anumite forme de lumină.

*Focal Spots* (spirine) : transformă lumina într-un spot foarte concentrat .

*Shutters* (jaluzele): sunt asemănătoare unor jaluzele orizontale amplasate în fața proiecteurului Fresnel. Sunt folosite pentru a reduce cantitatea de lumină ce ajunge pe subiect sau pentru crearea efectelor de *flash sau fulger* prin închidere și deschidere rapidă.

Aceste accesorii pot echipa și alte tipuri de aparate de iluminat.

### ***Surse Soft-Light***



Proiectoarele *Soft-Ligt* (difuze): sunt concepute pentru a produce o lumină difuză, cu o umbră slab conturată. Lumina provine de la o sursă sub forma de baghetă, ce este ascunsă în interiorul proiecteurului și care proiectează lumina într-o oglindă concavă. Deoarece lampa nu proiectează direct lumina ci prin intermediul acestei oglinzi , rezultă o lumină difuză, cu o suprafață mare de răspândire, greu de controlat. În general, proiectoarele *soft-light* sunt folosite ca lumină de umplere sau lumină de ambianță.

Ele produc o cantitate mai mică de lumină per watt în comparație cu alte proiectoare din clasa lor. Din acest motiv, în general, aceste tipuri de proiectoare folosesc mai multe lămpi simultan, ce pot fi controlate separat.

### ***Corpuri de iluminat tip PAR***



Denumirea de PAR este abrevierea de la *Parabolic Aluminized Reflector*. Există o gamă variată de proiectoare care folosesc acest tip de oglinda parabolică. Sursa dintr-un proiector PAR include cele mai importante componente: globul luminos, lentila și oglinda. În general, oferă cea mai mare cantitate de lumină pe watt în comparație cu alte proiectoare cu incandescență.

Tipuri de proiectoare PAR:

*PAR Cans*: se remarcă prin simplitatea lor, sunt ușoare, relativ ieftine și necesită un grad de întreținere scăzut. Sunt concepute pentru pentru folosirea în spectacole de teatru, în show-uri de televiziune și mai puțin utilizate în cinematografie.

*PAR Arrays*: este un grupaj de lămpi PAR ce au o bază comună. Acestea au comutatoare independente și sunt grupate câte 1-2-4-6-9...până la 36 de lămpi. Se remarcă prin cantitatea mare de lumină pe care o furnizează și sunt folosite pentru iluminatul de suprafețe și încăperi mari.



**Proiectoare HMI**

Sunt asemănătoare constructiv cu proiectoarele Fresnel, de care diferă prin tipul de sursă folosit. Proiectoarele HMI se remarcă printr-un raport consum-performanță foarte bun: aproximativ 90-100 lumeni per watt consumat și oferă o lumină cu temperatura de culoare de aprox. 5600K.

Denumirea de HMI este marcă înregistrată Osram și este o abreviere de la "*Hydrargyrum Medium-Arc Iodide*" și a devenit un termen uzual în domeniu, ce descrie aceste tipuri de lumini.

Corpul aparatului este realizat din aluminiu extrudat și elemente din dur aluminiu pentru a-i conferi rezistență și durabilitate.

Proiectorul vine echipat cu sursă de lumină, balast și cabluri de legătură.

**Refleptoare fluorescente****Kino Flo (CineFlo)**

CineFlo-urile reprezintă una dintre cele mai frecvent utilizate tipuri de lumini fluorescente în studiourile de producție, pe platourile de filmare, în televiziune sau în mediul foto profesional. Sunt de asemenea o opțiune bună pentru toate tipurile de *chroma key* (ecran verde/albastru), indiferent de tipul de producție (film, reclame, documentar).

Acest aparat oferă o lumină uniformă, difuză, fără efect de pâlpare a lămpilor, cu posibilitatea de a controla cantitatea de lumină emisă prin utilizarea voleurilor integrate și a grilelor frontale, precum și a altor accesorii disponibile de la producători terți.

Corpul aparatului este conceput astfel încât, în cazul în care instrumentul în ansamblu este prea voluminos pentru un anumit scop, tuburile, cablurile și reflectorul pot fi rapid demontate și asamblate în diverse configurații potrivite pentru situația dată.

Carcasa este fabricată din policarbonat, cu capetele ranforsate pentru o rezistență sporită la utilizari repetate.

Lămpile sunt disponibile în mai multe variante de temperaturi de culoare.

Este un aparat portabil, cu un consum foarte redus de energie.

Voleurile se închid pentru transport, protejând astfel aparatul; acestea, împreună cu grila tip fagure facilitează controlul luminii emise.

Cablajul este constituit din cabluri individuale, câte unul pentru fiecare lampă, cu lungimi diferite și etichetate cu culori distincte pentru a elimina orice fel de confuzie privind conexiunile.

Balastul este fabricat din componente de înaltă calitate, având performanțele și durabilitatea corespunzătoare brandurilor costisitoare. Balastul este conceput pentru a opera lampile la 24000 Hz (frecvență foarte înaltă), fără efect de pâlpare, de 400 de ori mai rapid decât balasturile tradiționale.

Balastul dispune de comutatoare separate, pentru a controla fiecare lampă individual.

Aparatul are o siguranță ușor de schimbat, care protejează balastul împotriva șocurilor electrice.

### ***Proiector LED***



Avantajul utilizării proiectoarelor cu LED-uri în locul altor tipuri de lumini este că acestea sunt compacte și produc o cantitate mare de lumină, având un consum redus de energie electrică. Aceste proiectoare utilizează un număr mare de surse puternice tip LED, cu o temperatură de culoare de 5400K, oferind o lumină albă, rece, difuză și au o rază de acțiune semnificativ mai mare comparativ cu orice tip de sursă fluorescentă, deoarece fiecare LED concentrează fasciculul de lumină la un unghi de 60°. Unghiul luminos este eficient pe o distanță de la 1 la 10 m.

Sunt aparate ideale pentru teren, deoarece pot fi alimentate de o sursă de curent alternativ (110-230V) sau de un acumulator DC 12-24V. Aceste corpuri de iluminat sunt foarte utile în situațiile în care nu există posibilitatea alimentării de la rețea; pot funcționa până la 12 ore cu ajutorul acumulatorilor externi (un acumulator de 165Wh poate oferi o durată de funcționare până la 4-5 ore). Echipele de știri și evenimente pot găsi această caracteristică foarte utilă.

Intensitatea luminoasă poate fi reglată de la 100% la 10%, cu ajutorul unui potențiomtru amplasat pe spatele panoului, fără a afecta temperatura de culoare. Opțional se poate utiliza un *dimmer* cablat pentru a controla intensitatea luminoasă de la distanță.

Se livrează împreună cu două filtre acrilice: un filtru de conversie CTO, care variază temperatura de culoare a LED-urilor de la 5500K la 3200K (lumina caldă) și un filtru de difuzie pentru diminuarea umbrelor. Filtrele se poziționează în fața LED-urilor în suportul pentru accesorii.

### ***Dedolight***



Dedolight produce o gamă variată de soluții pentru iluminarea de studio, locație și platouri de filmare (fig. 14.9). Se diferențiază de celelalte tipuri de aparate de iluminat prin sistemul optic ce permite modularea exactă a luminii, pornind de la un spot extrem de concentrat și până

la lumină soft, de ambianță, păstrând mereu o uniformitate perfectă datorită lentilelor asamblate la fel de precis ca într-un obiectiv. Același sistem optic generează și beneficiul unui pachet extrem de compact, pentru acces în locuri dificile și poziționare ușoară și perfect controlabilă. Un alt avantaj major este folosirea lămpilor de 24V, ceea ce permite o eficiență dublă față de reflectoarele standard și, implicit, consum mai mic și degajare de căldură semnificativ redusă pentru aceeași intensitate luminoasă.



Fig. 12.9. Câteva surse dedolight pentru diverse întrebuințări

### ***Moving head – Lumini inteligente***



În ziua de astăzi cele mai cautate calități sunt fiabilitatea, rezistența și eficiența. Datorită acestor aspecte, la ora actuală unele din cele mai folosite echipamente profesionale de iluminat în *show*-urile de televiziune sau în alte spectacole sunt așa numitele *moving head* (lumini în mișcare sau capete în mișcare), cunoscute și sub numele de *lumini inteligente*. Înglobând cele mai noi tehnologii de iluminat, *Moving Head*-urile pot produce efecte extrem de complexe.

Proiectorul *Moving Head* este un aparat de iluminat ce generează culori și forme diferite în timp ce se poate mișca în orice direcție. Folosește o sursă halogen de putere, pentru a oferi o rază constantă și omogenă de lumină și este prevăzut din fabricație cu ventilatoare care mențin componentele electronice la o temperatură constantă.

Aceste echipamente de lumini pot fi folosite în modul culoare fixă sau în modul automat (programabil), ce schimbă culorile și mișcarea la un anumit interval de timp. Ele pot fi programate și controlate de un tehnician dintr-o consolă de lumini.

*Moving Head*-urile pot folosi lămpi cu descarcare sau LED-uri RGB.

Luminile inteligente reprezintă toate echipamentele de lumini care pot fi programate astfel încât să se poate obtine efecte diferite de la o producție la alta.

Avantajul acestor aparate constă în aceea că permit schimbarea modelelor și a culorilor care urmează a fi proiectate pe scenă.

Luminile inteligente au un sistem de prindere ce permite prinderea lor oriunde pe grila de lumini sau pot fi așezate direct pe podea.

### 12.3. Proiectarea și realizarea schemelor de lumină

Pentru elaborarea unei scheme de lumini, cunoscută și sub numele de schiță de lumini este necesară cunoașterea principalelor tipuri de lumini din punct de vedere al plasticii imaginii de film și televiziune. Aceleași tipuri de lumini sunt folosite și la realizarea fotografiilor.

Printr-o iluminare bine distribuită și dozată se desăvârșește compoziția imaginii, aceasta căpătând de fiecare dată o semnificație aparte. Fasciculele de lumina albă și colorată scot în evidență și pun în valoare culorile prezente în cadru, decorul, elementele de recuzită și fundalul, dar în primul rând personajele și actorii.

Caracterizarea acestora prin iluminare, în raport cu acțiunea tratată, constituie problema de bază a iluminatului în cinematografie și televiziune.

În raport cu sursele folosite, lumina artificială poate fi concentrată sau difuzată. Ea va fi totdeauna dirijată și dozată în funcție de scopul urmărit de operatorul de imagine.

Acesta este obligat să cunoască și să știe să folosească în procesul artistic de iluminare următoarele categorii de lumină: lumina generală (de umplere sau de expunere); lumina principală (*key light*: cheie); lumina de modelare; lumina de contur; lumina de fundal; lumina de efect.

**Lumina generală** sau **lumina de umplere** (*base light*) se folosește în toate situațiile. Pe ea „se pictează”, cu celelalte categorii de lumină. Lumina generală se utilizează pe întreg spațiul în care se desfășoară acțiunea și contribuie la claritatea imaginii și a profunzimii de câmp. Ea se dispune frontal asupra cadrului general vizat.

Lumina generală este uniformă ca intensitate și putere, proiectează umbre sau dă umbre foarte slabe și difuze, care în ultima instanță vor fi estompate de celelalte categorii de iluminare. Această categorie de lumină se obține cu ajutorul surselor de lumină difuze: fundaliere, rivalte, minirivalte etc.

**Lumina principală** (*key light*) este cea care definește plastica feței personajelor. Cu ajutorul ei se determină forma și volumul subiectelor, construind un element artistic esențial pentru compoziția cadrului. Ea evidențiază caracterul personajului iluminat.

Lumina principală impune crearea senzațiilor realității din cadrul prezentat și trebuie totdeauna motivată dramatic, artistic și psihologic. Prin plastica pe care această iluminare o poate defini, pot fi caracterizate și scoase în evidență marea diversitate de personaje în diferitele lor ipostaze.

Lumina principală este lumina care determină expunerea corectă, induce direcția de privire, determină și desenează umbra. Lumina cheie poate avea un nivel de justă expunere, de subexpunere - cheie joasă, sau de supraexpunere - cheie înaltă. Pentru camerele video *broadcast* actuale este necesar un nivel de iluminare ce cca 1500lux. Practic se variază nivelul iluminării până când imaginea este bine expusă cu diafragma 2,8...4. Un nivel optim de iluminare, care asigură o profunzime de câmp confortabilă se situează la o valoare a difragmei între 5,6 și 8.

Lumina principală se plasează în principiu în lateral în raport cu subiectul, în jur de 45°, și la înălțimea necesară pentru a obține efectul de iluminare urmărit. Această categorie de lumină se obține cu ajutorul surselor dirijate dotate cu lentile, oglinzi și sisteme mecanice de concentrare și difuzare a spotului luminos.

Lumina principală este mai slabă de aproximativ 2 ori decât lumina de contur, dar mai puternică sau, după caz, egală cu lumina de modelare.

**Lumina de modelare** (*fill light*) se folosește la modelarea luminii principale. Cu ajutorul ei se obțin anumite gradații de lumină și umbră, rezultând astfel plastica pe care o dorim.

În raport cu scopul dramaturgic urmărit, prin lumina de modelare poate fi mărit sau micșorat contrastul imaginii, fie el alb-negru, fie de culoare, care pot fi saturate sau mai puțin saturate ca nuanță. Pot fi corectate neuniformitățile pe care este posibil să le dea lumina dirijată, în special cea de pe față. Această iluminare trebuie să cadă din partea opusă luminii principale, de față, dacă se poate la înălțimea axului optic al camerei sau chiar puțin mai jos.

Lumina de modelare se poate obține de la sursele dirijatăe prin difuzarea dorită, dar și de la surse ce dau lumină difuză: fundaliere, rivaltere și minirivalte etc.

**Lumina de contur** (*back light*) se utilizează pentru a detașa subiectul de fundalul pe care acesta este proiectat și a se crea astfel senzația de relief și profunzime. Sursele electrice cu ajutorul cărora se obține lumina de contur se pot plasa în spatele subiectului, sus sau jos, în funcție de felul acestuia, de forma și textura lui, de distanța dintre el și fondul pe care se proiectează. Această iluminare se obține de la surse puternice ca intensitate, ce permit concentrarea și difuzarea spotului luminos. Intensitatea luminii de contur, în comparativ cu lumina de față, lumina cheie, este de aproximativ două ori mai mare. Aceasta se obține nu numai prin concentrarea spotului luminos, ci și prin unghiul mic de reflexie al acestuia de către suprafețele pe care cade, în mod deosebit pe capul și umerii personajelor.

De obicei lumina de contur se obține cu lumina albă. În anumite situații însă, în funcție de anumite cerințe plastice sau dramaturgice, ea poate fi colorată cu ajutorul unor filtre.

**Lumina de fundal** (*background light*) hotărăște plastica cadrului general și se obține prin iluminarea decorului, iluminarea elementelor de recuzită și iluminarea fundalului.

Iluminarea decorului are menirea ca acesta să dobândească funcționalitatea dramatică pentru care a fost creat, constituit pentru personaje mediul lor de acțiune.

Cu cât un decor este mai aproape de cele pe care le întâlnim în viață și activitatea de fiecare zi, cu atât el va fi mai funcțional pentru jocul personajelor.

Sursele de iluminare a decorului de interior pot fi diverse: de la cele concentrate până la cele difuze, de la cele puternice până la cele difuze și slabe ca intensitate, de la petele de lumină albă, trecând prin culorile spectrului, până la pete de negru. Iluminarea elementelor de recuzită se obține cu ajutorul fasciculelor de lumină albă sau colorată, având mare grijă să fie redată forma și textura lor, scoaterea lor în relief. Elementele de recuzită vor fi puse în valoare prin lumină în raport cu rolul care-l au în decor, în ambianța creată, în jocul actorilor, în susținerea dramatică a acțiunii ce se desfășoară.

În principiu, elementele de recuzită primesc lumina laterală sau de contur ori și laterală și de contur, pentru a le detașa de fundalul pe care de obicei se proiectează.

Iluminarea fundalului trebuie realizată cu multă artă, întrucât pe el se proiectează decorul, elementele de recuzită și personajele prezentate în cadru, creându-se senzația de adâncime, de relief al elementelor participante la acțiune.

**Lumina de efect** este o categorie de lumină impusă de anumite elemente prezentate în cadru: lumânare, foc, lampadare, aplici, veioze, ferestre, vitralii etc. Lumina de efect este deci o lumină motivată de surse sau elemente interne ori externe cadrului.

Intensitatea luminii de efect, ce poate fi de natura albă sau colorată, trebuie să depășească lumina generală și se obține de la surse dirijate cu ajutorul sistemelor optice și mecanice reglabile. În fața lentilelor unor asemenea corpuri de iluminat se pot plasa filtre colorate sau diverse măști, care să dea efectul luminos dorit.

Pe cât este posibil lumina de efect nu este recomandabil să atragă prea mult atenția spectatorului, ce dorește să urmărească și să perceapă acțiunea.

### 12.3.1. Elaborarea unei scheme de lumini (schițe de lumini)

La baza elaborării unei schițe de lumini stă așa numita metodă a iluminării în trei puncte (*three-point lighting, three-point setup*), care constă în iluminarea subiectului din trei puncte diferite, folosind principiile de dispunere a luminii principale, luminii de modelare și a celei de contur (fig. 14.10.).

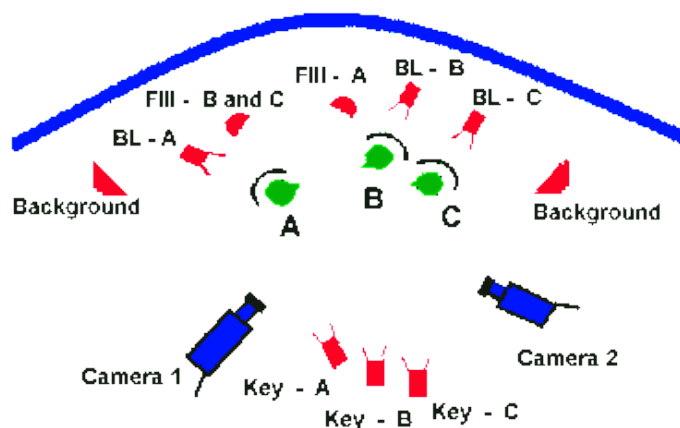


Fig. 12.10. Three - point setup

Aceasta este cea mai simplă schemă de lumini și este valabilă doar la iluminarea unui singur subiect (personaj). Când avem de iluminat mai multe personaje sau un întreg platou TV pentru un *show*, lucrurile se complică.

Câteva exemple:

Exemplul 1. Interviu (sau talk show) cu un prezentator și doi invitați

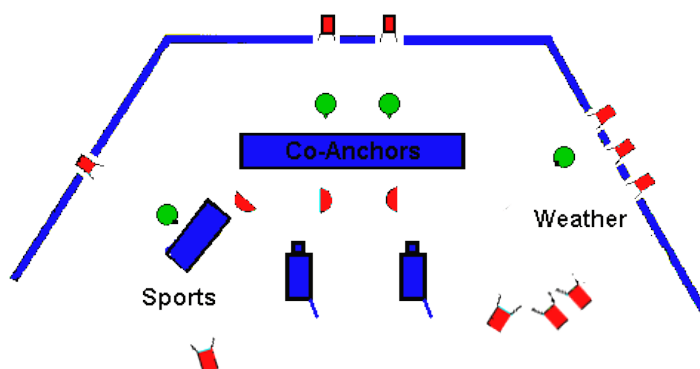


În acest caz, schema de bază se repetă pentru fiecare subiect în parte, cu observația că una din luminile de modelare se folosește pentru două din cele trei personaje. Situația concretă din platou (teren) implică deseori modificări de acest fel.

De asemeni, directorul de imagine poate opta pentru o imagine în cheie joasă (*low key*), fără contraste puternice. Acest lucru se realizează printr-un raport de 1:1 între lumina principală și lumina de modelare.

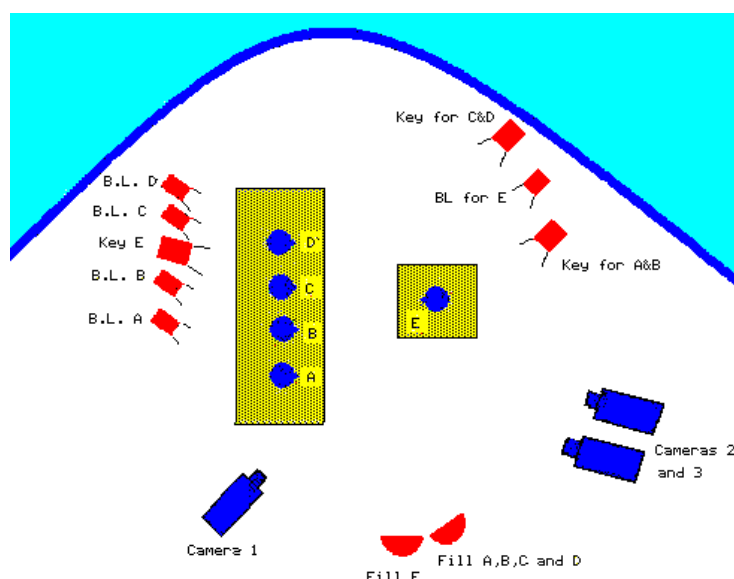
Exemplul 2. Studioul de știri cu patru prezentatori

O situație mai complexă, un setup pentru un platou de știri, cu patru prezentatori, situație în care cele două camere trebuie să arate în logica montajului pe fiecare dintre aceștia sau, împreună, pe cei doi de la pupitrul știrilor propriu-zise.



Poziționarea luminilor principală și de modelare asigură acoperirea tuturor zonelor de interes. În această situație nu este necesară folosirea luminii de fundal deoarece celelalte surse cumulate asigură o iluminare satisfăcătoare a decorului. Folosirea proiectoarelor Fresnel permite ajustarea fasciculelor de lumină în limitele dorite.

*Exemplul 3. Talk-show cu un moderator și mai mulți invitați*



În această schemă de lumini, două proiectoare Fresnel de 2Kw sunt folosite ca lumină principală pentru toți cei patru invitați. Proiectorul de 2Kw din partea stângă a schiței (*Key E*) este folosit ca lumină principală pentru moderator.

Cinci proiectoare Fresnel de putere mai mică (1Kw) sunt folosite ca lumină de contur pentru moderator și invitați. Voleurile de la aceste surse permit direcționarea dorită a fasciculelor de lumină și împiedică suprapunerea acestora.

Două rivalte de 2 Kw asigură lumina de modelare pentru întreaga arie.

Ce se întâmplă însă când există mai multe personaje într-un decor de mari dimensiuni? Există câteva soluții pentru această situație.

1. Întreaga arie poate fi acoperită cu lumină de umplere folosind rivalte, panouri cu LED-uri sau *kino flo*-uri de mari dimensiuni balansate din punct de vedere al temperaturii de culoare.

Pozițiile de interes (cele în care evoluează personajele) sunt puse în evidență separat, folosind proiectoare Fresnel amplasate în concordanță cu schema de bază, *three-point setup*. Nivelul de iluminare al acestor zone este dublu față de iluminarea generală. Pozițiile sunt marcate pe podeaua studiului cu bandă adezivă. Zonele astfel iluminate nu se delimitează foarte strict cu ajutorul voleurilor, pentru a permite personajelor o marjă rezonabilă de eroare în cazul în care nu respectă marcajele.

2. A doua abordare implică iluminarea întregii zone folosind surse Fresnel cu lumină dirijată ca lumini principale, de modelare și de contur. Se obține astfel o imagine în cheie dramatică, cu zone de lumină și întuneric bine delimitate. Întreaga suprafață este tratată unitar, ca un singur subiect.

Ca lumină principală se folosește un proiector Fresnel de putere foarte mare (5-10 Kw) poziționat la o distanță suficient de mare pentru a acoperi o suprafață cât mai mare.

Unul sau mai multe proiectoare Fresnel cu filtre de difuzie, amplasate de o parte și de alta a luminii principale, vor servi ca lumină de modelare. În acest caz rivaltele sau *Kino flo*-urile nu sunt suficient de puternice pentru a ilumina zonele de decor îndepărtate.

În decoruri foarte mari este foarte probabil să fie necesară folosirea mai multor proiectoare pentru lumina principală și lumina de modelare. Ele trebuie așezate în așa fel încât să nu producă umbre multiple.

Într-un astfel de decor este nevoie de multe proiectoare pentru lumina de contur, pentru ca personajele să se poată deplasa în orice direcție fără să se observe variații foarte mari ale intensității acesteia.

3. O altă soluție este împărțirea suprafeței în mai multe zone și iluminarea acestora separat. Fasciculele de lumină sunt astfel dirijate încât marginile lor să se suprapună doar în mică măsură. Este important ca personajele să nu aibă prim planuri în aceste zone de trecere.

Dacă în cadru există alte surse de lumină (lampadare, ferestre etc), amplasarea luminii principale va trebui să respecte direcțiile de iluminare ale acestora.

4. Ultimul caz este acela al simulării unei atmosfere de noapte. Această tehnică impune raporturi de iluminare între 3:1 și 6:1. Numai zonele importante din punct de vedere dramaturgic vor fi iluminate; restul vor rămâne în întuneric. Personajele se pot deplasa între zonele cu lumină prin zonele întunecate.

Lumina principală respectă direcția de iluminare a surselor vizibile sau sugerate în cadru.

De exemplu, dacă scena prezintă un personaj citind la lumina unei veioze, lumina principală va trebui pusă într-un unghi identic cu cel al luminii emise de aceasta.

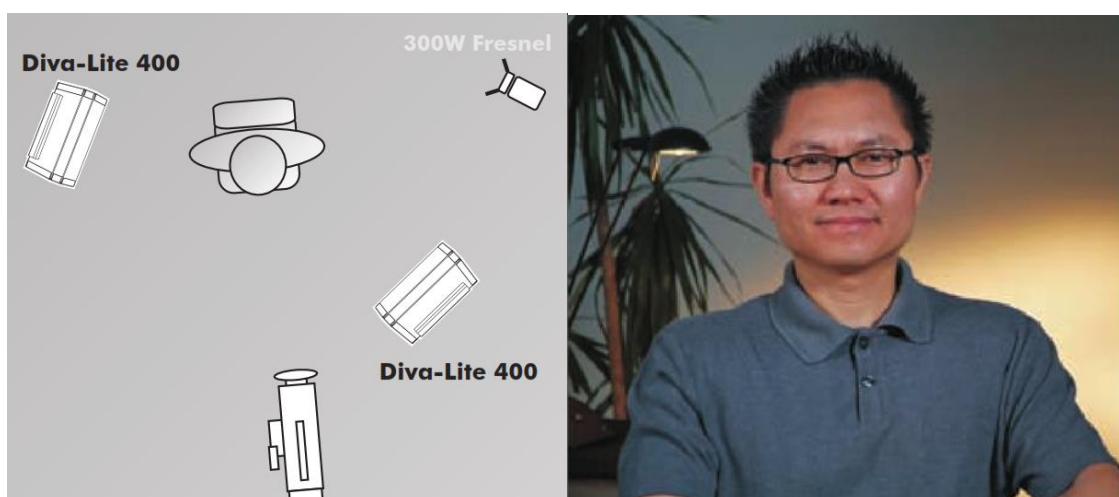
În continuare sunt prezentate câteva scheme de lumini în care sunt folosite corpuri de iluminat de tip *Kino flo*, proiectoare Fresnel și blende.

1. O schemă simplă pentru iluminarea unui portret care folosește un *Kino flo* și o blendă. Lipsește lumina de contur.



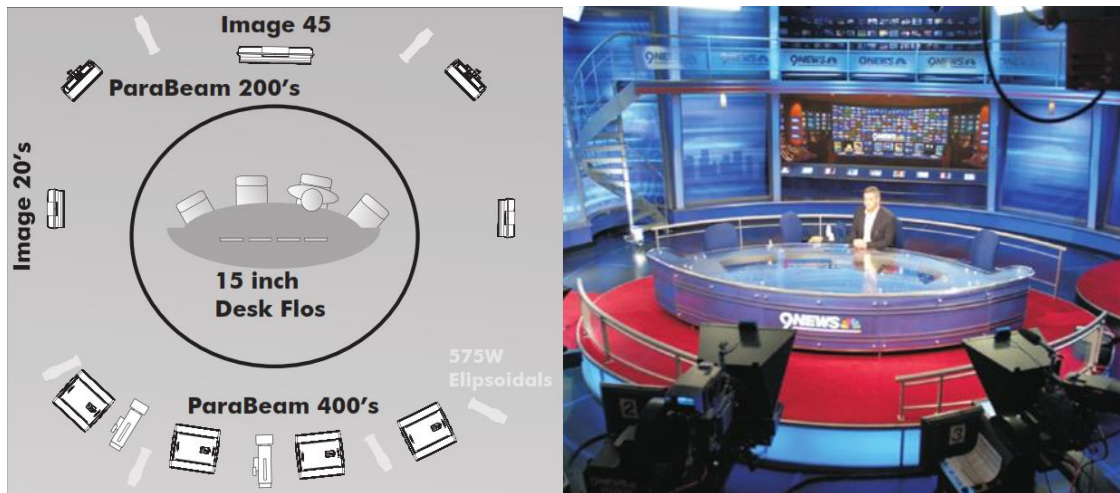


2. O schemă atipică, cu folosirea a două *Kino flo*-uri pentru iluminarea personajului din două direcții și a unui proiector Fresnel de 300 W pentru iluminarea decorului.



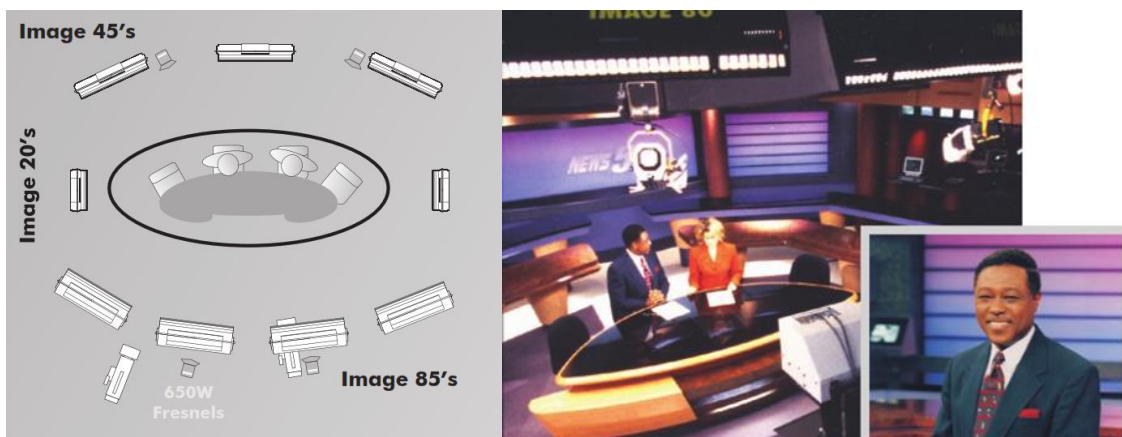
Se obține o lumină de portret plată, fără umbre. Absența luminii de contur nu deranjează datorită iluminării fundalului cu proiectorul cu lumină dirijată, care este într-un raport de 2:1 cu cele două surse care asigură iluminarea feței personajului.

3. Iluminarea unui platou de știri cu surse difuze tip *Kino flo* și proiectoare spot de 575 W pentru crearea de efecte pe suprafața decorului.

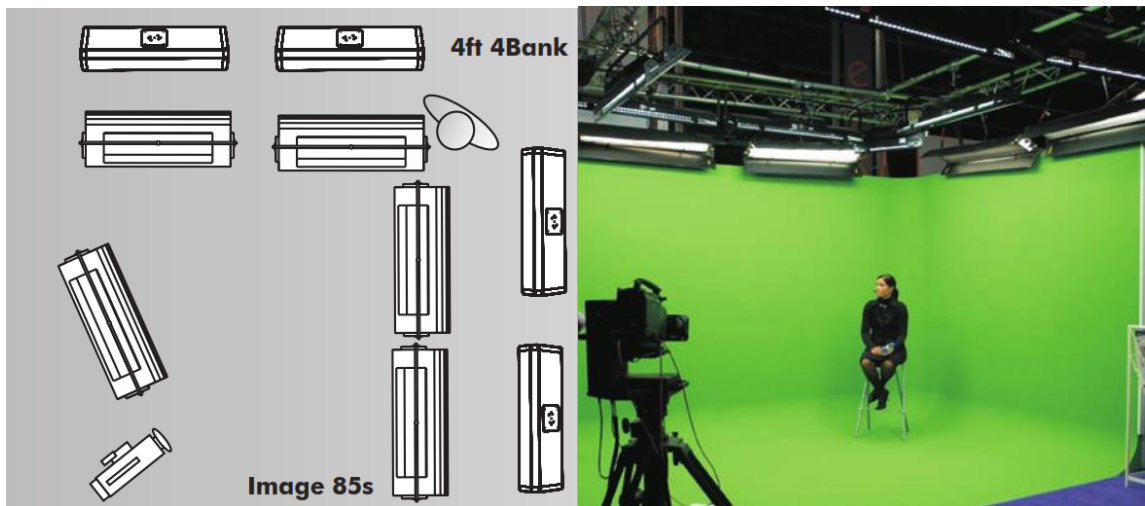


Se obține o iluminare uniformă, fără umbre nete, a întregului decor. Acest tip de iluminare este cunoscut sub numele de "baie de lumină". Monotonia este spartă de efectele produse de spoturi.

4. O variantă a schemei anterioare. Decorul este iluminat cu 9 surse *Kino flo* cu lumină difuză. Pentru cei doi prezentatori sunt utilizate 4 proiectoare Fresnel de 650 W: 2 pentru lumina principală și 2 pentru lumina de contur.

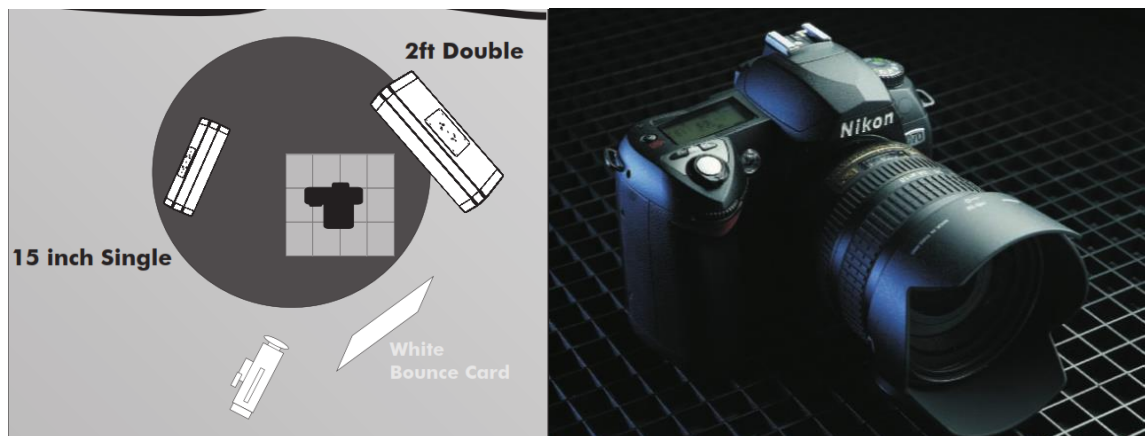


5. Shema de iluminare pentru *chroma key*. Se observă iluminarea uniformă a întregului decor folosind numai surse de lumină difuză (*Kino flo*) și iluminarea personajului cu o singură sursă (tot difuză). Pentru realizarea efectului *chroma key* trebuie ca întreg spațiul să fie iluminat uniform, fără umbre:



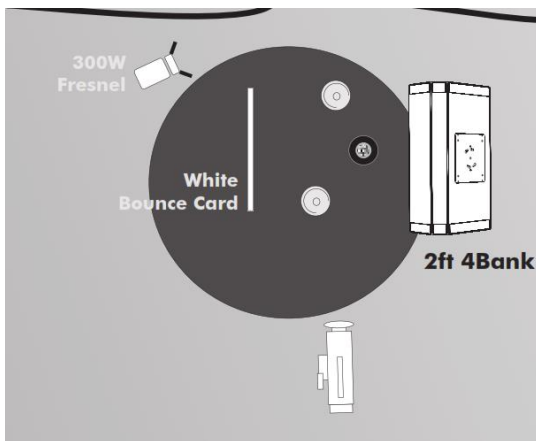
Corpurile de iluminat *Kino flo* sunt folosite din ce în ce mai mult atât în cinematografie cât și în televiziune și fotografie. În exemplele următoare sunt prezentate două scheme de lumini pentru realizarea unor fotografii publicitare.

6. Schema de lumini pentru realizarea unei fotografii dificil de realizat din punct de vedere estetic, cromatic (obiect negru pe fond negru). Problema a fost rezolvată simplu prin folosirea a două panouri *Kino flo* (unul *single*, cu o singură lampă, al doilea, cu două lămpi) – și a unei blende.



7. A doua schemă de lumini este la fel de simplă: un *Kino flo* cu 4 lămpi, un proiector Fresnel de 300 W pentru decor și o blendă.

SURSE DE LUMINĂ. CORPURI DE ILUMINAT



**Test de autoevaluare a cunoștințelor:**

1. Corpul absolut negru:
  - a. reflectă radiațiile luminoase
  - b. absoarbe toate radiațiile incidente
  - c. absoarbe toate lungimile de undă cu excepția celor albastru și violet
  - d. reflectă în egală măsură radiațiile incidente indiferent de lungimea de undă
2. Temperatura de culoare se măsoară:
  - a. în grade Kelvin sau Mired
  - b. în grade Celsius
  - c. în grade Fahrenheit
  - d. prin raportul dintre fluxul luminos și puterea absorbită
3. Filtrele de compensare se folosesc pentru:
  - a. modificări moderate ale temperaturii de culoare
  - b. modificări majore ale temperaturii de culoare
  - c. schimbarea compoziției spectrale a surselor de lumină
  - d. eliminarea unor dominante de culoare
4. În funcție de principiile de funcționare sursele de lumină se împart în:
  - a. difuze și concentrate
  - b. primare și secundare
  - c. cu incandescență, cu descărcări în gaze și cu lumină mixtă
  - d. naturale și artificiale
5. Lămpile cu descărcări de înaltă presiune cu vapori de mercur se împart în:
  - a. cu vapori de mercur și filament și fluorescente cu vapori de mercur
  - b. fluorescente, cu balon clar și cu halogenuri metalice
  - c. cu arc și cu vapori de mercur și filament
  - d. cu vid, cu gaze inerte și cu halogeni
6. Sursele cu incandescență emit lumină prin:
  - a. încălzirea până la incandescență a unui filament cu ajutorul curentului electric
  - b. fotoluminescență
  - c. excitarea gazelor și vaporilor metalici
  - d. fascicule de ioni și electroni accelerați între doi electrozi
7. Caracteristicile electrice ale surselor de lumină sunt:
  - a. temperatura de culoare și curbele spectrale
  - b. fluxul luminos, eficacitatea luminoasă, intensitatea luminoasă și luminanța filamentului
  - c. puterea lămpii, tensiunea nominală de alimentare, tensiunea la bornele lămpii și intensitatea curentului
  - d. lungimea filamentului, tipul de soclu, lungimea totală a lămpii și diametrul balonului
8. Lentilele Fresnel au proprietatea de a:
  - a. reflecta razele de lumină înapoi prin centrul lămpii
  - b. transforma fasciculele de lumină divergente în fascicule paralele
  - c. difuza sau concentra razele de lumină
  - d. reduce intensitatea luminoasă

9. Voleurile (*barn doors*) se folosesc pentru:
- a. reduce cantitatea de lumină
  - b. transforma lumina într-un spot foarte concentrat
  - c. crearea efectelor de *flash* sau fulger
  - d. controlarea spotului luminos
10. Nivelul optim de iluminare care asigură o profunzime de câmp confortabilă se situează la o valoare a diafragmei de:
- a. 2,2 – 4
  - b. 5,6 – 8
  - c. 4 – 5,6
  - d. 11 – 16

Răspunsuri corecte: 1B, 2A, 3D, 4C, 5B, 6A, 7C, 8B, 9D, 10B

## BIBLIOGRAFIE

1. (1989). *Sistemul internațional de unități (SI) – traducere din limba franceză*, București: Editura Academiei RSR.
2. (1992). *Cabluri cu fibre optice*, București: Centrul de instruire și documentare Romtelecom.
3. \*\*\* Colecția revistei “Știința pentru toți”.
4. \*\*\* *Dicționar Politehnic*, Editura Tehnică, București, 1967.
5. \*\*\* *Enciclopedia tehnică și ilustrată*, Editura Teora, București, 1999.
6. \*\*\* *Evoluția Tehnologică*, Editura Aquila 1993, Oradea, 2001.
7. Al. Marin, D. Morozan, *Tehnica filmului de la A la Z*, Ed. Tehnică, București, 1989
8. Anghel, Petre, *Stiluri și metode de comunicare*, Editura Aramis, București, 2003.
9. Aurelian, Chivu. Dragoș Cosma.(2005) *Electronică analogică, Electronică digitală*, Editura Arvens
10. Badea, F., *Managementul producției*, Editura ASE, București, 2005
11. Bălășoiu, D., Bălășoiu, T., *Mașini electrice și acționări, Sinteze pentru Examenul Național de Bacalaureat*, Editura Economică, București, 2000.
12. Bomie, Ion; Wardalla, Mircea. (1997). *Măsurări speciale în telecomunicații vol. 1*, București: Centrul de instruire și documentare Romtelecom
13. Botan, N., Popescu, C., Popescu, S., *Mașini electrice și acționări*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
14. Canescu, T., Huhulescu, M., Dordea, R., *Aparate electrice de joasă tensiune - îndreptar*, Editura Tehnică, București, 1977.
15. Canescu, T., ș.a., *Aparate, echipamente și instalații de electronică industrială*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1995.
16. Câmpeanu-Sonea, E., Osoian, C.L., *Managementul resursei umane. Recrutarea, selecția și dezvoltarea profesională*, Editura Presa Universitară Clujană, Cluj-Napoca, 2004
17. Ciocârlea-Vasilescu, Aurel; Mariana, Constantin; Neagu, Ion. (2007). *Tehnici de măsurare în domeniu*, București: Editura CD PRESS
18. Constantin, Paul, *Culoare, artă, ambient*, Editura Meridiane, București, 1979
19. Cosma, Dragoș; Mareș, Florin; Dick, Doina; Chivu, Aurelian. (2008). *Electronică: tehnologii și măsurări*, București: Editura CD PRESS
20. Cosmin, Popa.(1999) *Circuite integrate analogice*.București: Editura Matrix Rom
21. Dinu, Mihai, *Comunicarea. Repere fundamentale*, Editura Algos, București, 1994.
22. Doncescu, Dumitru. (1985). *Aparate de măsură și control vol.2*, București: I.P.Filaret
23. Drugă, Ovidiu, Murgu, Horea, *Elemente de gramatică a limbajului audiovizual*, Editura Fundației PRO, 2004
24. F. Alexa, *Tehnica Sunetului*, Editura de Vest, Timișoara 2005
25. Fiske, John, *Introducere în științele comunicării*, Editura Polirom, Iași, 2003.
26. Florin M. Grigoraș, *Procesarea computerizată a imaginii*, Editura Artes, Iași, 2002
27. Fransua, Al., Canescu, S., *Electrotehnică și electronică, Manual pentru licee de specialitate*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972.
28. Fratiloiu, Gh., Tugulea, A., Vasiliu, M., *Electrotehnică și electronică aplicată*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994.
29. G.M. Ballou, *Handbook for Sound Engineers. The New Audio Cyclopedia*, Focal Press, 1998.
30. Gabriel,Oltean.(2007) *Circuite electronice*, Cluj-Napoca: U.T.PRES
31. Galer, Mark și Horvat, Les, *Imaginea digitală*, Editura Ad Libri, București, 2004

32. German, Zoltan.(1999) *Circuite integrate analogice*. Târgul Mureș: Universitatea Petru Maior
33. Greenberg, Steven, *Fotografia digitală*, Editura Bic All, București, 2004
34. Hilohi, S., Popescu, M., *Instalații și echipamente electrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1995.
35. Ion Smeureanu, Georgeta Drula, *Multimedia, concepte și practică*, Editura CISON, București, 1997
36. Isac, Eugenia. (1995). *Măsurări electrice și electronice*, București: EDP
37. Istvan,Sztojanov. Sever,Pașca.Niculae,Tomescu (2004) *Electronică analogică și digitală*,Cluj-Napoca: Editura Albastră
38. Iulian Săndulache, *Tehnici multimedia*, Editura CREDIS, București, 2009
39. Karbo, Michael, *Camerele digitale de la A la Z*, Editura Egmont, București, 2003
40. Leonte, Carmen; Jilăveanu, Cristina; Ionescu, Ion; Ezeanu, Ion. (2005). *Măsurări tehnice*, Ploiești: Editura LVS CREPUSCUL
41. Liviu Lăzărescu, *Culoarea în artă*, Editura Polirom, București, 2009
42. Luca, G., P., *Sisteme flexibile și logistică industrială*
43. M,Ciugudean.(1986) *Circuite integrate liniare-Aplicații*. Timișoara: Editura Facla
44. Manoilă, Constantin, *Arta imaginii color video-Tv*, Editura Militară, 1997
45. Manolescu, A., *Managementul resurselor umane*, Editura Economică, Ediția a IV-a, București, 2003
46. Mares, F., Bălășoiu, T., Fetecau, Gr., Enache, S., Federenciuc, D., *Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată – Manual pentru clasele a XI-a și a-XII-a*, Editura Economică, București, 2000.
47. Mielu, Zlate, *Tratat de psihologie organizațional – managerială*, volumul 1, Editura Polirom, Iași, 2004
48. Mihaela Manolea, Mircea Enăchescu, *Conceperea produselor multimedia*, Bucuresti, 2009
49. Mihoc, D., Sinulescu, D., Popa, A., *Aparate electrice și automatizări*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
50. Mira, N., ș.a., *Instalații electrice industriale. Întreținere și reparații – Manual pentru clasa a XI-a, licee industriale și școli profesionale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1986.
51. Mira, N., ș.a., *Instalații și echipamente electrice – Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, licee industriale cu profil de electrotehnică și școli profesionale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994.
52. Mircea Enăchescu, Mihaela Manolea, *Conceperea produselor multimedia*, vol 2 Bucuresti, 2009
53. Mircea, Ciugudean (1995) *Circuite integrate analogice*. Timișoara: Facultatea de Electronică și Telecomunicații
54. Olaru, S., *Managementul întreprinderii*, Editura ASE, București, 2005
55. P. Alexandrescu, Al. Petculescu, I. Popescu – *Tehnica fotografierii și aparatura de filmare*, manual pentru liceele de specialitate, anul III, IV, V, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1973
56. Pânișoară I.O., Pânișoară G., *Managementul resurselor umane*, Editura Polirom, Iași, 2005
57. Petrovici, Virgil, *Iluminatul in televiziune. Breviar tehnic*, Radioteleviziunea Română, 1972
58. Prutianu, Ștefan, *Antrenamentul abilităților de comunicare. Limbaje ascunse*, Editura Polirom, Iași, 2005
59. Purdea D., Samochiș B., Jaradat M., *Managementul resurselor umane*, Ed. RISOPRINT, Cluj-Napoca, 2003



60. R., Râpeanu, O., Chirica 1983 *Circuite integrate analogice-Catalog*, București: Editura Tehnică
61. Robe, M., ș.a., *Laborator – Bazele electrotehnicii, instruire practică*, Editura Economică, București, 2003.
62. Robe, M., ș.a., *Manual pentru pregătirea de bază în domeniul electric*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2000.
63. Roșca, I.Gh., *Societatea cunoașterii*, Editura Economică, București, 2006
64. Sabin, Ionel.Radu, Munteanu (1988) *Introducere practică în electronică*, Timișoara: Editura Facla
65. Sinulescu, D., Huhulescu, M., Casin, V., Calin, I., *Aparate electrice de joasă tensiune: montare, întreținere, exploatare*, Editura Tehnică, București, 1971.
66. Tănăsescu, Mariana; Gheorghiu, Tatiana; Ghețu, Camelia; Cepișcă, Camelia. (2005). *Măsurări tehnice*, București: Editura ARAMIS PRINT
67. Theodor, Dănilă. Monica, Ionescu-Vaida (1995) *Componente și circuite electronice*, Manual pentru clasa a X-a, Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, București: Editura didactică și pedagogică.
68. Toma Răduleț, *Optica foto-cinematografică*, Editura Tehnică, București, 1977
69. Trifu, Adriana; Seefeld, Radu; Wardalla, Mircea; Lie, Mirela; Călin, Mihaela. (2000). *Electronică, automată, informatică tehnologică industrială – manual pentru pregătirea de bază*, București: Editura tehnică.
70. Ursea, P.C., Rouaddeal, F., Ursea, B.P., *Electrotehnică aplicată*, Editura Tehnică, București, 1995.
71. Vasile, Teodor, Dăbârlat. Adrian, Peculea (2006) *Circuite analogice și numerice*, Cluj-Napoca: U.T.PRES
72. Vlaicu, A., Dobrotă, V., Iacob, S., *Tehnologii multimedia*, Universitatea Tehnică din Cluj, 1997
73. Wardalla, Mircea; Pascu, Aurel. (1972). *Măsurări electrice în telecomunicații*, București: Editura Didactică și Pedagogică
74. <http://andrei.clubcisco.ro/cursuri/4mpbm/Capitolul%203.doc>
75. <http://www.bktech.ro/Legi/NORME%20GENERALE%20psi.pdf>
76. <http://www.cybercollege.com/>
77. <http://www.dekoro.ro/pdfproiect/photoshopsc.pdf>
78. <http://www.doggicam.com/>
79. [http://www.foto-magazin.ro/foto-tehnica\\_open.php?art=foto-tehnica\\_objective.php](http://www.foto-magazin.ro/foto-tehnica_open.php?art=foto-tehnica_objective.php)
80. [http://www.igsu.ro/documente/legislatie/OMAI\\_163\\_din\\_2007.pdf](http://www.igsu.ro/documente/legislatie/OMAI_163_din_2007.pdf)
81. <http://www.kinoflo-lighting.com/>