



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Fondul Social European  
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



**Investește în oameni!** Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial 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 „Calificarea ta - un viitor mai sigur!”

## **SUPPORT DE CURS**

# **LUCRĂTOR ÎN ELECTRONICĂ, AUTOMATIZĂRI**

**COD NC 7244.1.2**

**DANIELA TRISTU**

**2014**

# Cuprins

DISCIPLINA TEHNOLOGIA MESERIEI .....	6
CAP. 1. UTILIZAREA SCULELOR, INSTRUMENTELOR ȘI DISPOZITIVELOR.....	7
1.1. Scule, instrumente și dispozitive utilizate la executarea unor lucrări din domeniul electronicii și automatizărilor.....	7
1.1.1. Scule utilizate în operația de lipire.....	7
1.1.2. Aparate de sudură.....	8
1.1.3. Mașini de găurit .....	10
1.1.4. Polizoare.....	11
1.1.5. Clești, șurubelnițe, chei, ferăstrău de metale.....	12
1.2. Instrucțiuni de utilizare a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor .....	16
1.2.1. Întreținerea stării tehnice a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor.....	16
1.3. Semnalarea defectelor sculelor, instrumentelor și dispozitivelor.....	18
1.4. Utilizarea sculelor, instrumentelor și dispozitivelor în operații de prelucrări mecanice .....	20
1.4.1. Curățarea .....	20
1.4.2. Îndreptarea semifabricatelor.....	21
1.4.3. Trasarea.....	23
1.4.4. Debitarea .....	28
1.4.5. Îndoirea .....	29
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	29
CAP. 2. ASAMBLAREA/DEZASAMBLAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRONICE.....	31
2.1. Asamblări nedemontabile.....	31
2.1.1. Prezentarea generală a asamblărilor nedemontabile .....	31
2.1.2. Asamblări prin lipire .....	31
2.1.3. Asamblări prin nituire .....	32
2.2. Asamblări demontabile .....	35
2.2.1. Asamblări prin filet .....	35
2.3. Conexiuni utilizate în aparatura electronică .....	37
2.3.1. Lipirea .....	40
2.3.2. Lipirea cu ciocanul de lipit.....	40
2.3.3. Lipirea prin imersie în băi statice.....	42
2.3.4. Lipirea în undă staționară (în val) .....	43
2.3.5. Lipirea prin retopire (reflow) .....	45
2.3.6. Dezlipirea componentelor electronice.....	48
2.4. Ecranarea electromagnetică.....	50
2.4.1. Ecrane electromagnetice .....	52
2.4.2. Ecranarea câmpurilor electrostatice .....	52
2.4.3. Ecranarea câmpurilor magnetice.....	52
2.4.4. Realizarea ecranelor .....	53

Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	53
<b>CAP. 3. UTILIZAREA APARATELOR DE MĂSURĂ ȘI CONTROL ȘI.....</b>	<b>55</b>
<b>EFFECTUAREA MĂSURĂTORILOR .....</b>	<b>55</b>
3.1. Elementele componente ale unui proces de măsurare : mijloace de măsurare, etaloane, metode de măsurare.....	55
3.1.1. Mijloace de măsurare. Etaloane .....	55
3.1.2. Metode de măsurare .....	57
3.1.3. Mărimi de măsurat, definirea lor, unități de măsură .....	58
3.2. Erorile măsurărilor, eroarea absolută, relativă, raportată, tolerată, clasa de precizie. ....	63
3.2.1. Erori de măsurare .....	63
3.2.2. Erorile aparatelor de măsurat .....	64
3.2.3. Marcarea aparatelor de măsurat analogice .....	65
3.3. Aparate de măsură și control: voltmetrul, ampermetrul, frecvențmetrul, q-metrul, punți RLC, megohmmetrul, osciloscopul.....	66
3.3.1. Voltmetrul .....	66
3.3.2. Ampermetrul .....	69
3.3.3. Megohmmetrul.....	72
3.3.4. Punți RLC .....	73
3.3.5. Q-metrul .....	75
3.3.6. Frecvențmetrul .....	77
3.3.7. Osciloscopul.....	81
3.4. Calibrarea aparatelor de măsură .....	82
3.4.1. Efectuarea reglajelor inițiale și alegerea domeniului de măsurare la ampermetre și voltmetre.....	84
3.4.2. Efectuarea reglajelor inițiale la ohmmetre .....	84
3.4.3. Efectuarea reglajelor inițiale și alegerea domeniului de măsurare la multimetre. ....	85
3.5. Instrucțiuni de întreținere, manipulare și depozitare a aparatelor de măsură și control ..	88
3.5.1 Informații privind siguranța înainte de a începe efectuarea măsurărilor.....	89
3.5.2. Instrucțiuni pe durata efectuării măsurărilor .....	89
3.5.3. Instrucțiuni de depozitare și instalare.....	90
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	91
<b>CAP. 4. UTILIZAREA COMPONENTELOR ELECTRONICE.....</b>	<b>93</b>
4.1. Componente pasive de circuit .....	93
4.1.1. Rezistoare .....	93
4.1.2. Condensatoare .....	99
4.1.3. Bobine .....	103
4.1.4. Transformatoare .....	105
4.2. Componente active de circuit.....	107
4.2.1. Noțiuni generale despre materiale semiconductoare.....	107
4.2.2. Diode semiconductoare.....	112

4.2.3. Tranzistoare.....	120
4.2.5. Dispozitive optoelectronice.....	128
4.2.6. Componente SMD.....	131
4.3. Circuite cu componente electronice .....	137
4.3.1. Surse de alimentare de curent continuu.....	137
4.3.2. Circuite redresoare .....	138
4.3.3. Circuite stabilizatoare.....	142
4.3.4. Circuite amplificatoare.....	148
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	156
<b>CAP. 5. MĂSURAREA ELECTRICĂ A MĂRIMILOR NEELECTRICE .....</b>	<b>158</b>
5.1. Generalități despre traductoare .....	158
5.2. Caracteristicile generale ale traductoarelor .....	160
5.3. Clasificarea traductoarelor .....	162
5.4. Tipuri de traductoare .....	166
5.4.1. Traductoare de poziție și deplasare .....	166
5.4.2. Traductoare de forță și cupluri .....	170
5.4.3. Traductoare de presiune .....	170
5.4.4. Traductoare de nivel.....	172
5.4.5. Traductoare de debit.....	173
5.4.6. Traductoare de temperatură.....	175
5.4.7. Traductoare electro-acustice .....	178
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	181
<b>CAP. 6. REALIZAREA REȚELOR DE COMUNICAȚIE PRIN CABLU .....</b>	<b>183</b>
6.1. Rețele de comunicație: pentru televiziune prin cablu, pentru telefonie, pentru rețele de calculatoare.....	183
6.1.1. Tipuri de rețele de comunicații electronice .....	183
6.1.2. Topologii de rețele de comunicații.....	184
6.1.3. Rețeaua de telefonie publică (PSTN).....	186
6.1.4. Structura unei rețele CATV .....	188
6.1.5. Rețele de calculatoare .....	193
6.2. Medii de transmisie: cabluri simetrice, coaxiale, cu fibră optică, cabluri TP (UTP-cablu necranat, STP-cablu ecranat).....	199
6.2.1. Tipuri de cabluri.....	200
6.3. Tehnologii: de instalare a cablurilor TV, de instalare a cablurilor telefonice, de instalare a cablurilor pentru rețele de calculatoare .....	210
6.3.1. Identificarea locului de amplasare și interpretarea documentației de execuție .....	210
6.3.2. Identificarea locului de amplasare .....	210
6.3.3. Interpretarea documentației de execuție.....	211
6.4. Elemente de conectare: conectori, module de joncționare, manșoane termocontractabile, clește sertizor, mufe BNC, mufe UTP, reglete.....	214

6.4.1. Tipuri de conectori .....	214
6.4.2. Tehnologii de sertizare .....	219
6.4.3 SDV specifice lucrărilor de cablare structurată.....	223
<b>6.5. Metode specifice: probă de continuitate, probă de izolament .....</b>	<b>224</b>
6.5.1. Tipuri de deranjamente .....	224
6.5.2. Localizarea defectelor de izolament.....	225
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	228
<b>CAP. 7. COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ ȘI MUNCA ÎN ECHIPĂ .....</b>	<b>230</b>
7.1. Comunicarea interumană .....	231
7.2. Transmiterea și primirea informațiilor într-un cadru profesional .....	233
7.3. Participarea la discuții pe teme profesionale.....	233
7.4. Comunicarea în cadrul echipei.....	234
7.4.1. Conflicte care pot apărea în cadrul echipei: .....	235
7.4.2. Rezolvarea conflictelor: .....	235
7.4.3. Sfaturi pentru evitarea conflictelor: .....	235
7.4.4. Tehnici de aplanare sau evitare a conflictului: .....	236
7.5. Munca în echipă și identificarea rolului în cadrul echipei .....	237
<b>CAP. 8. ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ .....</b>	<b>241</b>
8.1. Aprovizionarea cu materiale. Documentația specifică.....	241
8.2. Igiena și securitatea muncii.....	248
8.2.1. Conceptul de risc și securitate în muncă .....	248
8.2.2. Măsuri de igiena și protecția muncii .....	249
8.2.3. Măsuri de protecție a muncii la lucrul cu unelte manuale.....	254
8.2.4. Măsuri de protecție a muncii la utilizarea instalațiilor și echipamentelor electrice .....	255
8.2.5. Prevenirea și stingerea incendiilor (PSI).....	255
8.2.6. Acordarea primului ajutor .....	257
8.3. Organizarea locului de muncă.....	261
8.3.1. Întreținerea curățeniei la locul de muncă .....	261
8.3.2. Ergonomia locului de muncă .....	262
8.4. Pregătirea pentru integrarea la locul de muncă 8.4.1. Cerințele locului de muncă .....	264
8.4.2. Natura și conținutul integrării profesionale.....	266
Test de autoevaluare a cunoștințelor .....	268
Bibliografie .....	270

# DISCIPLINA TEHNOLOGIA MESERIEI

## Introducere

Lucrătorul în electronică, automatizări este acea persoana care aprovizionează locul de muncă cu materiale prin verificarea, manevrarea și depozitarea acestora, assemblează/dezasamblează elementele constructive ale echipamentelor electronice, interconectează modulele/subansamblurile echipamentelor electronice și verifică echipamentul realizat, efectuează măsurări electrice a mărimilor electrice și neelectrice, utilizează componentele electronice prin verificarea funcționalității acestora, realizează montaje simple prin plantarea componentelor electronice și a componentelor electronice SMD de circuit, realizează rețele de comunicație prin cablu pentru televiziunea prin cablu, telefonie, rețele de calculatoare.

Activitatea lui se desfășoară în general în echipă.

Lucrătorul în electronică, automatizări poate fi întâlnit în unități de producție pe linii sau benzi de asamblare a echipamentelor electronice, în unități economice care produc montaje electronice, în unități economice specializate în întreținerea și depanarea echipamentelor electronice, laboratoare, în unități economice care oferă servicii de televiziune prin cablu, telefonie, rețele de calculatoare.

### Obiectivele cursului

La sfârșitul acestui curs cursanții vor fi capabili:

- să selecteze și să utilizeze sculele, instrumentele și dispozitivele pentru efectuarea unei lucrări, să întrețină starea tehnică a acestora;
- să aprovizioneze cu materiale locul de muncă prin identificarea materialelor specifice activității și să verifice materialele necesare lucrării;
- să assembleze/dezasambleze echipamentele electronice prin executarea asamblării/dezasamblării elementelor constructive ale echipamentelor electronice, interconectarea modulelor/subansamblurilor echipamentelor electronice și să verifice lucrările realizate;
- să efectueze măsurări electrice a mărimilor electrice și neelectrice prin selectarea aparatului de măsură și control, să execute măsurările electrice necesare lucrărilor de realizat;
- să selecteze traductoarele adecvate pentru executarea măsurărilor electrice a mărimilor neelectrice
- să întrețină starea de funcționare a aparatului de măsură și control;
- să utilizeze componente electronice prin identificarea și selectarea acestora cu verificarea funcționalității, să realizeze montaje simple prin plantarea componentelor electronice active și pasive în tehnologie THT sau SMT;
- să realizeze rețele de comunicație prin cablu prin montarea cablurilor de transmisie și utilizarea elementelor de conectare a acestora, să verifice funcționalitatea lucrărilor realizate;
- să comunice eficient cu superiorii, cu colegii din același departament, cu cei din departamente diferite și cu clienții și să lucreze eficient în echipă;
- să mențină un mediu corespunzător de sănătate și securitate în muncă și managementul situațiilor de urgență prin identificarea factorilor de risc în muncă, aplicarea corectă a normelor de sănătate și securitate în munca și de PSI și să acorde primul ajutor în caz de accident.

## CAP. 1. UTILIZAREA SCULELOR, INSTRUMENTELOR ȘI DISPOZITIVELOR

### 1.1. Scule, instrumente și dispozitive utilizate la executarea unor lucrări din domeniul electronicii și automatizărilor

#### 1.1.1. Scule utilizate în operația de lipire

La lipirea manuală se folosesc diverse ciocane de lipit, utilizate în funcție de natura și dimensiunile lipirii, precum și ale pieselor care se vor asambla.

**Ciocanul de lipit electric** (fig. 1.1.), care realizează încălzirea părții utile până la 400 °C cu ajutorul unei rezistențe electrice, prezintă avantajul unei încălziri continue, ceea ce duce la o productivitate sporită.



Fig. 1.1 Ciocane electrice de lipit [1]

**Pistolul de lipit** (fig.1.2.) este cel mai des utilizat în lipiturile din domeniul electrotehnicii și electronicii.



Fig. 1.2. Pistol de lipit (1-sârmă cupru; 2-capetele secundarului; 3-carcasa; 4-întreruptor; 5-mâner; 6-cordon de racordare) [1]

Pistolul de lipit este format dintr-o carcasă de bachelită în interiorul căreia se află un transformator care reduce tensiunea de 220 V la o valoare mai mică. Secundarul transformatorului este format numai din două spire care sunt unite în exterior cu o sârmă de cupru, care se încălzește la trecerea curentului, aceasta constituind elementul aparatului care realizează topirea aliajului de lipit.

*Stația de lipit* (fig. 1.3.)



Fig. 1.3. Stație de lipit [1]

*Cleștii de lipit* se utilizează la lipirea cu aliaje tari folosindu-se pentru încălzire un curent electric de tensiune mică și de intensitate mare (fig.1.4.).



Fig. 1.4. Clești de lipit [1]

*Lampa de benzină și suflajul cu gaze* se utilizează, de asemenea, la lipit.

*Cuptoarele cu flacără, cuptoarele electrice și instalațiile cu curenți de înaltă frecvență* se utilizează la încălzirea pieselor sau parțial la încălzirea ciocanelor obișnuite de lipit.

În producția de serie se folosesc procedee de lipire mecanizate și automatizate, utilizând echipamente de lipire cu flacără multipost, care pot fi rotative sau cu bandă transportoare, cuptoare de lipit cu trecerea continuă a benzii de transport și instalații de cositorit cu rezistențe de încălzire.

### 1.1.2. Aparată de sudură

Sudarea poate fi realizată prin mai multe procedee, și anume:

1. **Sudarea cu gaze**, pentru executarea căreia este necesar un amestec de gaze format din oxigen și un gaz combustibil, de obicei acetilenă. Oxigenul este adus în butelii sub presiune (150 At), iar acetilena poate fi preparată în fabrici speciale și îmbuteliată, sau la locul de muncă din carbură de calciu (carbide) și apă, în generatoare speciale.



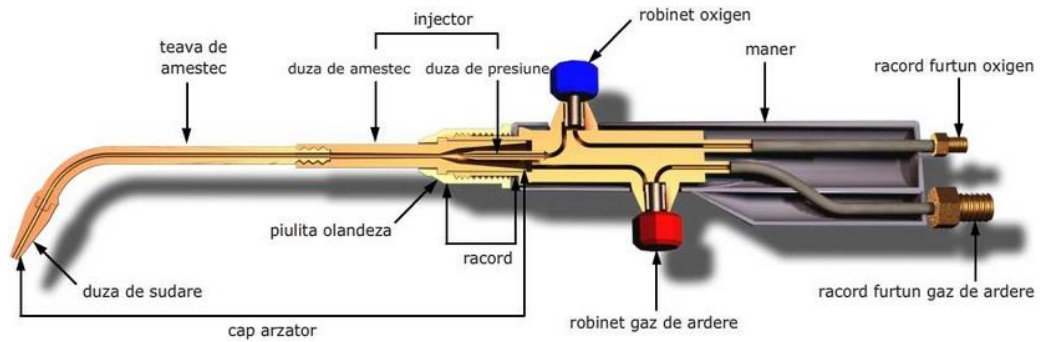


Fig. 1. 5. Aparat de sudură cu gaze [2]

Acetilena și oxigenul sunt conduse prin tuburi de cauciuc la arzător (fig. 1.5), care este compus din duza de sudare, țeava de amestec, robinete, și duza de amestec. Gazele sunt amestecate într-o anumită proporție, astfel ca la ieșire ele să se aprindă și să ardă cu flacără constantă.

Fiecare arzător are o trusa cu 6-8 tije cu ciocuri de diferite dimensiuni, care se aleg în funcție de grosimea materialului de sudat.

2. **Sudarea cu arc electric** se realizează prin intermediul unei descărcări electrice stabile, în mediu gazos, între doi electrozi conectați la densități mari de curent.

Pentru executarea îmbinărilor prin sudare cu arc electric este necesar un utilaj pentru alimentarea cu curent a arcului de sudare. Transformatorul de sudură prezentat în fig. 1.6..



Fig. 1.6. Transformatoare de sudură [3]

Transformatorul de sudură este compus din următoarele părți componente (fig.1.7.):

1. Indicator de temperatură
2. Întreprător de curent
3. Stea de manevră pentru reglajul intensității curentului de sudură
4. Borna pentru cleștele de sudură
5. Borna pentru cleștele de masă
6. Picioare de susținere
7. Mâner de transport
8. Scala indicatoare

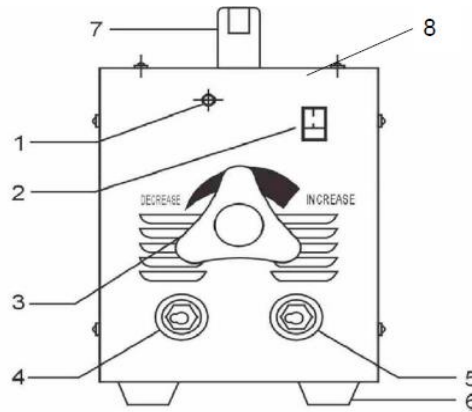


Fig. 1.7. Părțile componente ale unui transformator de sudură [3]

Arcul electric se formează prin descărcarea electrică dintre electrod și piesa de sudat, care se încălzește.

Materialul de adaos este provenit din topirea electrodului. Electrozii au lungimea cuprinsă între 350 și 450 mm și diametre cuprinse între 1 și 7 mm, acestea alegându-se în funcție de grosimea materialului de sudat.

### 1.1.3. Mașini de găurit

Acestea pot fi folosite atât la prelucrarea găurilor, cât și la operații de prelucrare diferite de cea de găurire, cum sunt tăierea, adâncirea, lărgirea, alezarea, filetarea, etc.

Mașinile de găurit pot fi clasificate în:

- ✓ mașini portabile cu acționare manuală (dispozitive)
- ✓ mașini portabile cu acționare mecanică, electrică sau pneumatică
- ✓ mașini radiale
- ✓ mașini verticale de banc sau cu coloană

Cele mai utilizate dispozitive de găurit portabile acționate manual sunt:

Mașina manuală de găurit (fig. 1.8.), utilizată la executarea găurilor cu diametrul de până la 8 mm.

Mișcarea de rotație este obținută prin intermediul unui angrenaj de roți dințate conice acționate cu ajutorul manivelei. Pentru obținerea unei mai bune stabilități în timpul operației de găurire, dispozitivul se ține cu o mână de mânerul. Mișcarea de avans se realizează prin apăsarea cu pieptul pe suportul de sprijin. Burghiul este fixat în mandrina.



Fig.1.8. Mașina de găurit cu acționare manuală [4]

Mașina de găurit portabilă acționată electric (fig.1.9.) este utilizată în mod curent în atelierelor de lăcătușerie, având o productivitate mult mai mare decât dispozitivele acționate manual.



Fig. 1.9. Mașina de găurit electrică [4]

#### Mașini de găurit stabile

La mașinile de banc (fig. 1.10.a), coloana mașinii este fixată de placa care servește atât ca postament al mașinii, cât și ca masă pentru așezat piesa de prelucrat. Arborele principal este antrenat de motorul electric prin intermediul unei curele de transmisie. Avansul de lucru se realizează manual.

Mașinile cu coloană (fig. 1.10.b.) permit rotirea mesei în jurul coloanei și fixarea semifabricatelor voluminoase direct pe placa de bază. Sunt utilizate cel mai adesea în atelierele de reparații.



a

b

Fig. 1.10 Mașini de găurit: a - de banc; b - cu coloană [4]

#### 1.1.4. Polizoare

Polizoarele de atelier pot fi:

- stabile (fig. 1.11), fixate pe banc sau pe suporturi metalice. Polizorul stabil cu suport redus, se folosește la curățirea și fasonarea pieselor de dimensiuni mici și la ascuțirea sculelor. Polizorul stabil cu batiu (fig. 1.11.) este prevăzut cu două pietre de polizor montate pe axul principal. Precizia polizării la aceste tipuri de mașini depinde de exactitatea așezării pieselor cu linia de polizare în planul pietrei abrazive și fixarea

rigidă a piesei față de masa mașinii pentru a evita vibrarea sau deplasarea acesteia în timpul polizării;

- mobile, care servesc la polizarea pieselor mari și grele. Acestea pot fi acționate electric sau pneumatic.

Mașinile de polizat electric, cu ax flexibil sau angrenaje folosesc dispozitive pentru transformare unghiulară a mișcării (fig. 1.12.).

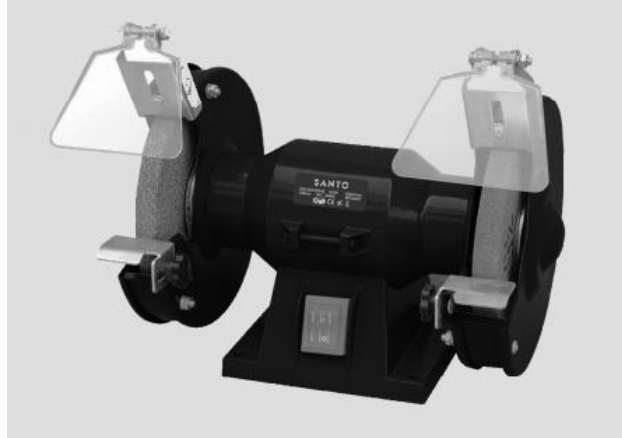


Fig. 1.11. Polizor electric de banc [4]



Fig. 1.12. Polizor unghiular (1- buton de blocare; 2- comutator pornit/oprit; 3- mâner auxiliar; 4- apărătoare disc de tăiere; 5- flanșă exterioară) [4]

### 1.1.5. Clești, șurubelnițe, chei, ferăstrău de metale

În atelierul de lăcătușerie este efectuată o gamă diversă de operații tehnologice, pentru executarea unor piese ce urmează a fi montate în diverse subansambluri, mașini, instalații. Pentru realizarea acestora sunt necesare utilaje, scule, dispozitive și instrumente specifice.

Utilajele folosite în lucrările de lăcătușerie pot fi clasificate după mai multe criterii:

- Modul de acționare
  - ✓ cu acționare manuală: ciocane, dălți, foarfece, pile,
  - ✓ clești;
  - ✓ cu acționare mecanică: mașini de găurit, polizoare, prese.
- Mobilitate
  - ✓ utilaje mobile: scule, unelte etc.;
  - ✓ utilaje fixe: mașini de găurit, ghilotine, polizoare etc.
- Destinație
  - ✓ utilaje direct productive: scule, unelte, dispozitive etc.;
  - ✓ utilaje pentru ridicat și transport: cricuri, cărucioare, poduri rulante.

În figurile 1.13. - 1. 24. sunt prezentate cele mai uzuale instrumente, scule și unelte aflate dotarea unui atelier de lăcătușerie. Acestea sunt:

A. instrumente:

- șubler (fig. 1.13.);
- rigla (fig. 1.14.);
- compas pentru trasat (fig. 1.15.);
- echer, numit și vinclu (fig. 1.16.);
- raportor mecanic (fig. 1.16.).



Fig. 1.13. Șublere [5]



Fig. 1.14. Riglă [5]



Fig. 1.15. Compasuri de trasat [5]



Fig. 1.16. Echere și raportor mecanic [5]

B scule și unelte:

- ac de trasat (fig. 1.17.);
- punctator (fig. 1.18.);
- chei fixe, cu clichet, reglabile (fig. 1.19.);
- șurubelnițe (fig. 1.20.);
- pile (fig. 1.21.);
- ciocan (fig. 1.23.);
- foarfece (fig. 1.22.);
- dălți (fig. 1.23.);
- ferăstrău (fig. 1.24.);



Fig. 1.17. Ac de trasat [5]



Fig. 1.18. Punctatoare [5]



Fig. 1.19. Chei fixe, cu clichet, reglabile [5] [6]



Fig. 1.20. Șurubelnițe [3]



Fig. 1.21. Pile [6]

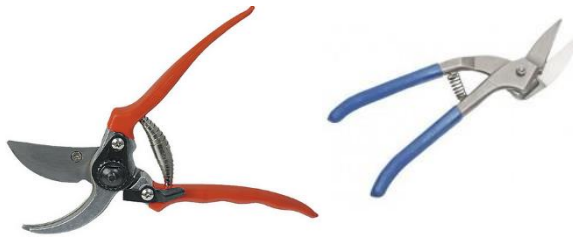


Fig. 1.22. Foaarfece [6]



Fig. 1.23. Ciocan și Dălți [6]



Fig. 1.24. Ferăstraie de mână [6]

## 1.2. Instrucțiuni de utilizare a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor

La începutul lucrului, sculele și piesele trebuie pregătite și așezate în așa fel încât cele mai des folosite să fie mai aproape de elev. La locul de muncă nu trebuie să se afle decât instrumentele necesare pentru lucrarea dată.

Instrumentele de măsură și control, sculele și dispozitivele vor fi utilizate numai în scopul pentru care au fost construite, astfel:

- masa de trasat nu va fi folosită pentru îndreptarea platbandelor, tablelor sau altor materiale, pentru a nu deteriora suprafața de lucru;
- trasarea liniilor sau a arcelor de cerc va fi executată numai cu acul de trasat sau compasul de trasat; nu se va utiliza șublerul;
- pilele nu vor fi utilizate ca ciocan pentru baterea eventualelor cuie, scopul lor fiind numai pilirea metalelor
- Instrumentele de măsurat, cum sunt rigla, echerul, raportorul și altele, nu vor fi folosite ca înlocuitoare ale unor scule ca ciocanul, pila (pentru debavurat) sau în alte scopuri.

Pentru evitarea deteriorării accidentale a instrumentelor și sculelor în timpul unor operații, în timpul lucrului se va păstra o deosebită ordine și curățeniei la locul de muncă. Fiecare obiect trebuie reșezat după întrebuințare la locul stabilit inițial.

### 1.2.1. Întreținerea stării tehnice a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor

#### 1.2.1.1. Depozitarea corespunzătoare a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor

Instrumentele de măsurare și control, sculele și dispozitivele utilizate într-un atelier de lăcătușărie-montaj se păstrează în locuri ferite de umezeală, agenți corozivi și praf. În special instrumentele de măsură și control se livrează în cutii de lemn, construite după forma acestora. Înainte de a fi introduse în cutii, atât instrumentele de măsurat, cât și sculele se șterg cu o cârpă curată. În cazul când acestea se păstrează o perioadă mai mare de timp fără a fi utilizate. Înainte de depozitare se spală cu neofalină, se usucă și apoi suprafețele neprotejate se acoperă cu un strat de ulei sau vaselină. În timpul utilizării, sculele, dispozitivele și instrumentele de măsurat vor fi ferite de lovituri.

În cazuri speciale, de pildă în cazul pilelor, la depozitare trebuie ținut cont că:

- nu vor fi așezate unele peste altele sau împreună cu alte scule;
- vor fi ferite de contactul cu apa sau agenții corozivi.



La terminarea lucrului, sculele și instrumentele vor fi curățate și așezate la locul în sertarele bancului sau pe rafturi special amenajate.

### 1.2.1.2. Verificarea stării tehnice a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor

Pentru realizarea unor lucrări corespunzătoare din punct de vedere tehnic și calitativ înainte de începerea lucrului va fi întotdeauna verificată starea tehnică a sculelor, instrumentelor și dispozitivelor ce urmează a fi folosite.

Nu vor fi utilizate scule și dispozitive care au defecte ce pot conduce la accidente de muncă sau erori de prelucrare.

Păstrarea unei stări tehnice corespunzătoare a sculelor și dispozitivelor depinde în mare măsură de modul în care acestea sunt folosite, întreținute și depozitate, astfel:

Întreținerea pilelor are un rol foarte important atât în obținerea unor suprafețe calitativ superioare, cât și în menținerea proprietăților de așchiere un timp îndelungat. Pentru aceasta trebuie respectate anumite reguli:

- pilele noi se vor folosi la început pentru pilirea materialelor moi (bronz, etc.), urmând ca, după ce bavurile dinților vor fi eliminate complet, să fie folosite la pilirea metalelor cu duritate mai mare;
- pila fină nu va fi utilizată la pilirea metalelor moi (plumb, cositor etc.), pentru a evita încărcarea pilei, caz în care aceasta nu mai așchiază. Dacă în timpul lucrului pilele s-au încărcat cu așchii, curățarea lor se va face numai cu sârmă.

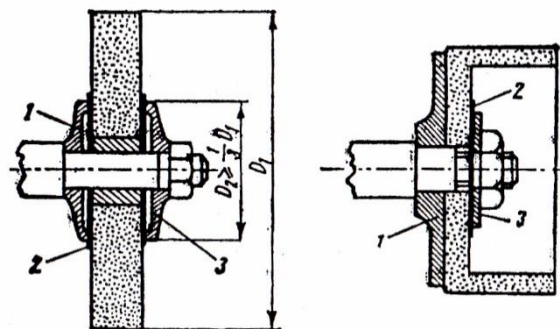


Fig. 1.25. Montarea corectă a pietrelor de polizor [7]

Verificarea și montarea pietrelor de polizor se face cu multă atenție, de ele depinzând atât calitatea lucrărilor, cât și securitatea celor care lucrează.

Pentru verificare, piatra de polizor se tine suspendată, lovindu-se cu un ciocan lemn; starea pietrei se va recunoaște după sunet.

La montare (fig. 1.25.) se urmărește ca piatra să fie perfect centrată și să nu aibă joc. Gaura pietrei trebuie ajustată perfect pe axul polizorului. Piatra se strânge între două flanșe de oțel, una fixă pe ax (1) și alta mobilă(3). Pentru o bună fixare, între flanșe se așază garnituri (2) din carton, piele sau cauciuc.

Fiecare sculă și instrument va fi folosit numai pentru destinația pentru care construit.

### 1.3. Semnalarea defectelor sculelor, instrumentelor și dispozitivelor

Dacă în urma verificării instrumentelor, sculelor și dispozitivelor se constată defecte, acestea vor fi imediat semnalate pentru remediere, atunci când este posibil, sau pentru înlocuirea celor necorespunzătoare. Astfel, se vor avea în vedere următoarele aspecte:

- riglele, echerile și raportoarele vor fi verificate din punctul de vedere al linearității și planității;
- la închiderea fălcilor șublerului trebuie verificat să nu existe fantă de lumină;
- coada ciocanului trebuie să fie bine fixată, finisată și să nu prezinte crăpături;
- fețele ciocanului nu vor avea înflorituri sau știrbituri;
- nu se vor folosi ciocane crăpate, care se pot sparge, ducând la rănirea lucrătorului;
- pilele vor fi prevăzute cu mânere bine fixate și finisate;
- înainte de începerea lucrului, dar și în timpul lucrului, mânerele trebuie controlate pentru a nu prezenta crăpături sau deteriorări care pot provoca leziuni palmelor. în cazul observării unor astfel de situații, se va schimba obligatoriu mânerul pilei, nefiind admise improvizații de genul legării cu sârmă etc.;
- acul de trasat, punctatorul, daltă, burghiul trebuie să fie ascuțite corespunzător;
- capul de batere la punctator și daltă trebuie să nu fie înflorit pentru a nu produce accidente.

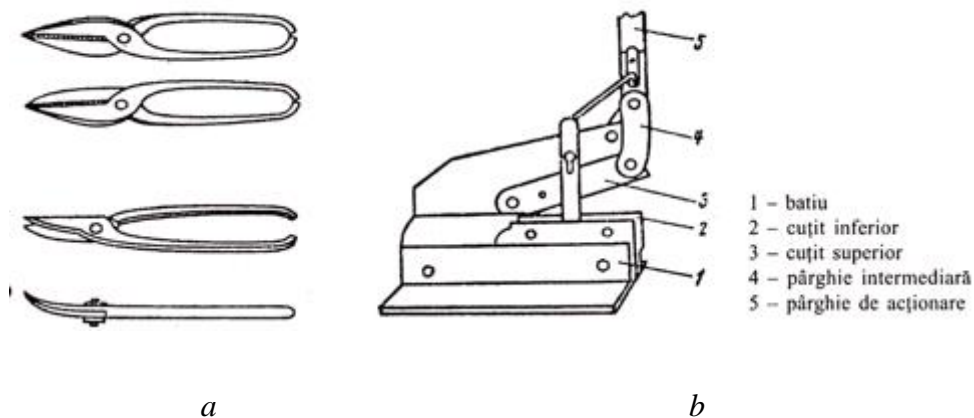


Fig. 1.26. Foarfece: a - de mână ; b - de banc. [7]

Sculele folosite la debitare:

Foarfecile pot fi:

- cu acționare manuală, dintre care mai uzuale sunt:
  - foarfece de mână fig.(1.26.a.)
  - foarfece de banc fig.(1.26.b.)
- cu acționare mecanică, dintre care mai uzuale sunt:
  - foarfecile ghilotină, folosit în ateliere de construcții metalice mari, la debitarea tablelor cu grosimi de până la 40 mm;
  - foarfecile aligator, utilizat la debitarea profilelor;

- foarfecile cu cuțite disc, fig. (1.27.) putând avea axe paralele (fig.1.27.a.) sau axe concurente (fig. 1.27.b.); perechea de cuțite în formă de discuri se rotește în sens contrar, permițând tăierea tablelor cu grosimi de maximum 2 mm, cu o viteză de 7-10 m/min.;

- foarfecile vibrator, este portativ și dotat cu un motor electric care acționează cuțitul superior al foarfecului cu o frecvență foarte mare (1000-1700 curse/mm.).

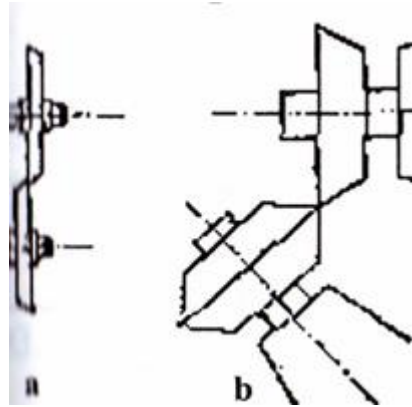


Fig. 1.27. Foarfecă cu discuri [7]

După același principiu funcționează mașina de ronțait, o mașină fixă de mare capacitate și productivitate, putând debita table de până la 4mm grosime, după contururi complicate.

Cleștii se folosesc la debitarea manuală a sârmelor și benzilor metalice subțiri.

Cleștele pneumatic se utilizează la debitarea sârmelor și a barelor cu grosime de până la 12 mm.

Ferăstraiele pot fi manuale sau mecanice scula tăietoare fiind prevăzută cu tășuri ordonate.

Dălțile (fig. 1.28.) sunt scule cu tășul în formă de pană, acesta putând fi lat (fig. 1.28.a), folosit la retezare, sau în formă de cruce (fig. 1.28.b), utilizat la debitarea canalelor. Părțile distincte ale dălții sunt: tășul (1), corpul (2), capul de lovire (3) și unghiul de ascuțire ( $\beta$ ).

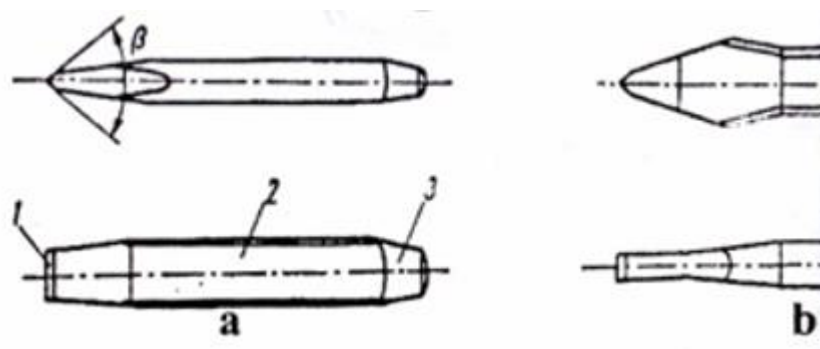


Fig. 1.28. Dălți [7]

Scula folosită la executarea operației de pilire, pila, este realizată din oțel aliat (siliciu), Mn (mangan) și Cr (crom). Pentru a și se asigura duritatea necesară, este supusă procesului de călire.

Finețea dinților este în funcție de numărul de dinți pe centimetru (măsurat în lungimea pilei).

La pilele cu dantură simplă (fig. 1.29.), dinții sunt executați printr-un singur rând de tăieturi și pot avea formă de hașuri, arce de cerc sau în zigzag. Pilele cu dantură simplă și pas mare se folosesc la pilirea metalelor moi.

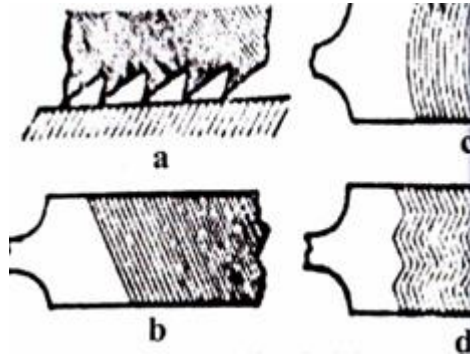


Fig. 1.29. Pile cu dantură simplă [7]

Pilele cu dantură dublă sunt folosite la pilirea metalelor cu duritate mai ridicată (oțeluri, fonte, bronzuri).

La pilele cu dantură dublă (fig. 1.30), dinții sunt formați din două rânduri de tăieturi încrucișate sub diferite unghiuri, cu rol specific în procesul de pilire:

- tăietura inferioară (de bază), al cărei unghi de înclinare variază între  $45^\circ$  și  $55^\circ$ , servește la fărâmare a așchiilor, ușurând operația de pilire;
- tăietura superioară, cu un unghi de înclinare între  $65^\circ$  și  $75^\circ$ , servește la așchiere.

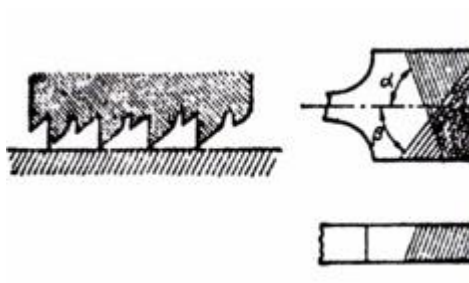


Fig. 1.30. Pile cu dantură dublă [7]

Pilele de uz special se deosebesc de pilele de uz general printr-o execuție îngrijită, prin forma lor și domeniul de utilizare. Astfel, sunt pile pentru ascuțit, pile cizelatoare etc.

## 1.4. Utilizarea sculelor, instrumentelor și dispozitivelor în operații de prelucrări mecanice

### 1.4.1. Curățarea

Semifabricatele obținute prin laminare sau forjare prezintă la suprafață oxizi (țunder) formați în timpul proceselor de prelucrare; în timpul transportului și depozitării, pe suprafețele semifabricatelor se pot depune impurități sau poate apărea fenomenul de coroziune.

Pentru îndepărtarea oxizilor sau a impurităților de pe suprafețele metalice, este curățarea acestora, operație ce se poate realiza prin diverse procedee:

- curățarea manuală, executată cu peria de sârmă, în atelier, în cazul unor suprafețe mai mici;
- curățarea mecanică, prin așchiere sau sablare;
- curățarea termică, constând în arderea și apoi îndepărtarea impurităților, cu ajutorul unei flăcări;
- curățarea chimică (decaparea), executată în băi cu soluții acide, care atacă suprafața semifabricatului; ulterior, piesele se spală bine cu apă și apoi cu o soluție de neutralizare;
- curățarea hidraulică, constând în introducerea semifabricatului încălzit într-o cameră specială și supunerea lui spălării cu un jet de apă sub presiune.

#### 1.4.2. Îndreptarea semifabricatelor

Îndreptarea este operația pregătitoare executată asupra semifabricatelor profile, bare etc.) înaintea prelucrărilor mecanice, atunci când semifabricatele prezintă deformări (îndoiri, bombări, ondulații).

Se pot supune îndreptării și piesele finite care s-au deformat în urma unui tratament termic sau a unei accidentări.

Operația de îndreptare se execută numai în cazul materialelor metalice cu plasticitate bună, pentru piesele din oțel călit urmând a fi luate măsuri speciale.

Materialele se comportă diferit la îndreptare:

- oțelul cu un conținut de carbon sub 0,5% și unele materiale neferoase, ca plumbul, cositorul, zincul, aliajele din aluminiu și cuprul se pot îndrepta la rece dacă au o grosime sub 30 mm;
- oțelul pentru scule cu un conținut de carbon mai mare de 1,2%, metalele neferoase dure și aliajele de aluminiu înnobilate opun o rezistență mai mare la îndreptare; aceste materiale se prelucrează în stare încălzită.

Tablele moi, mai subțiri și materialele ca aluminiul, zincul, cuprul se pot îndrepta prin lovituri cu un ciocan din lemn, cauciuc sau material sintetic. Materialele mai dure se prelucrează cu un ciocan metalic cu suprafața de lucru ușor bombată.

Îndreptarea poate fi executată manual sau mecanic.

#### *Utilaje folosite la îndreptare*

Placa de îndreptat (fig. 1.31.), este executată din fontă, cu fața superioară prelucrată se așază pe un postament rigid într-un loc bine luminat.

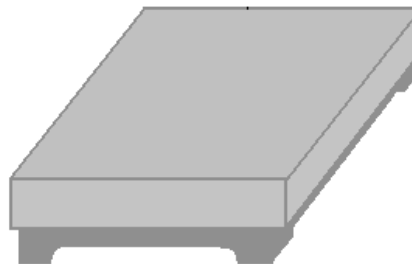


Fig.1.31. Placa de îndreptat [6]

Nicovalele (fig. 1.32.) pot fi cu cap pătrat, rotund sau semirotund și sunt folosite la îndreptarea profilurilor.

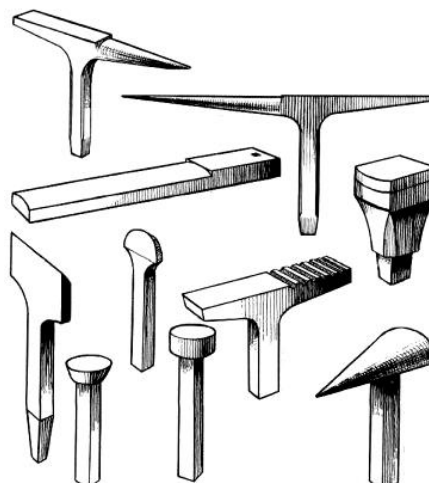


Fig.1.32. Nicovale [6]

Ciocanele, (fig. 1.33.) având în general greutatea de 250, 500 sau 1000 g, sunt din oțel de calitate, cu coada din lemn; la îndreptare se folosesc și ciocane din cupru, alamă, lemn, material plastic sau cauciuc.



Fig.1.33. Ciocane [6]

Menghinele, (fig. 1.34.) se utilizează pentru îndreptarea barelor, a profilelor (prin provocarea momentului de încovoiere).



Fig.1.34. Menghină [6]

Presele manuale (fig.1.35.) sunt utilizate la îndreptarea barelor și profilurilor.

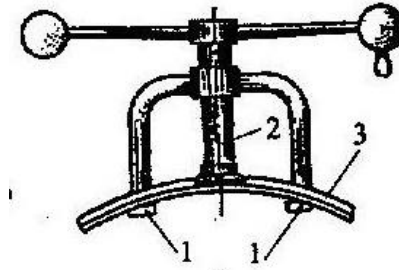


Fig.1.35. Presa manuală (1 gheare, 2 șurub, 3 piesă) [7]

*Îndreptarea manuală* se aplică pentru semifabricate de dimensiuni mici și mijlocii, cu duritate mică sau medie.

*Îndreptarea mecanică* se aplică pentru semifabricate de dimensiuni mari, având duritatea medie sau mare.

*Îndreptarea la cald* se aplică în următoarele cazuri:

- semifabricate de dimensiuni mari, ce necesită forțe de deformare mari;
- metale și aliaje cu capacitate de deformare plastică, la rece, scăzută.

Încălzirea se face în domeniul forjabilității metalelor și aliajelor, astfel:

- pentru oțeluri între 800-1000 °C;
- pentru cupru și aliajele sale între 600-800 °C;
- pentru aluminiu și aliajele sale între 370-450 °C.

*Îndreptarea la rece* (manual) evidențiază două categorii de deformații:

- deformații datorate momentului de încovoiere necesar îndreptării;
- deformații la strivire.

*Îndreptarea la rece, cu lovituri rare și puternice* se aplică pentru deformații mari, pentru materiale cu capacitate de deformare plastică bună.

*Îndreptarea la rece, cu lovituri dese și ușoare* se aplică pentru materiale moi, piese călite.

*Îndreptarea la rece, prin provocarea momentului de încovoiere* se aplică pentru bare, țevi, prin prindere în dispozitive speciale (menghina).

### 1.4.3. Trasarea

Trasarea este operația efectuată în vederea ușurării prelucrării semifabricatelor, constând în desenarea conturului pieselor ce urmează a fi executate.

Operația este importantă atât pentru orientarea acțiunilor de prelucrare în vederea obținerii formei finite, cât și pentru utilizarea judicioasă a materialului.

Prin trasare se obțin următoarele avantaje:

- ✓ se reduce posibilitatea de a se obține rebuturi;
- ✓ adaosurile de prelucrare sunt mai mici.

În vederea aplicării operației de trasare se vor lua următoarele măsuri:

- ✓ se studiază desenul de execuție;
- ✓ se analizează calitativ semifabricatul destinat trasării;
- ✓ se stabilește ordinea la trasare;
- ✓ se verifică sculele și dispozitivele utilizate.

Dispozitivele utilizate pentru așezarea materialelor în vederea trasării sunt:

- ✓ Masa de trasat;
- ✓ Prisme;
- ✓ Colțari de fixare;
- ✓ Calele unghiulare.

Masa de trasat, (fig.1.36.). Se confecționează din fontă, este prevăzută cu picioare reglabile, suprafața de lucru este plană, netedă.

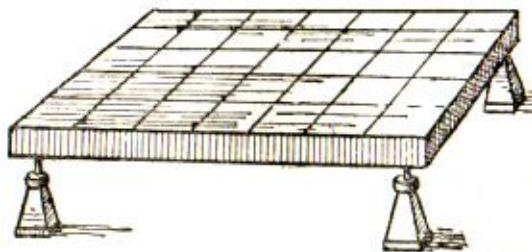


Fig.1.36. Masa de trasat [7]

Prisme, (fig.1.37.), se utilizează la așezarea pieselor de rotație în vederea trasării. Se confecționează din fontă, au suprafețele active plane și netede.

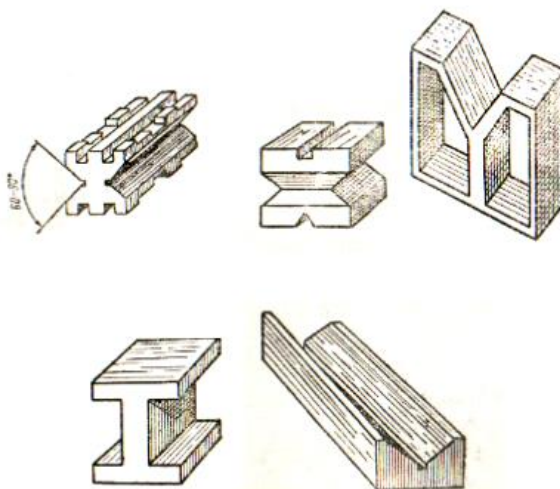


Fig.1.37. Prisme [7]



Colțarii de fixare, (fig.1.38.) se confecționează din fontă și se utilizează la așezarea pieselor pentru trasarea în plan vertical.

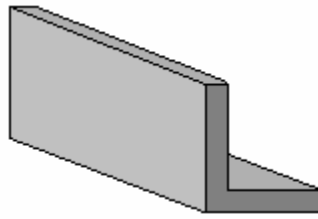


Fig.1.38. Colțar de fixare [6]

Calele unghiulare, (fig.1.39.), se confecționează din fontă și permit așezarea semifabricatelor sub un anumit unghi.

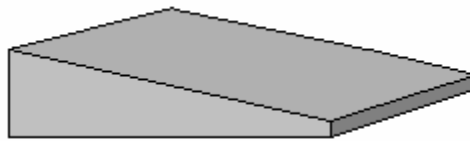


Fig.1.39. Cală unghiulară [6]

Instrumentele utilizate la trasare sunt:

- ✓ Acul de trasat;
- ✓ Trasatorul paralel;
- ✓ Distanțierul;
- ✓ Compasul de trasat;
- ✓ Punctatorul.

Acul de trasat, (fig.1.40.), se confecționează din oțel carbon de calitate, vârful se durifică prin călire. Manșonul are rolul de a evita alunecarea acului de trasat în timpul operației de trasare. Vârful poate fi prevăzute cu carburi metalice.



Fig. 1.40. Ac de trasat [6]

Trasatoarele paralele, (fig.1.41.), sunt dispozitive utilizate la trasarea unor linii paralele orizontale sau verticale.

Pentru trasarea centrelor găurilor dispuse pe circumferința unui cerc se utilizează dispozitivul de mai jos:

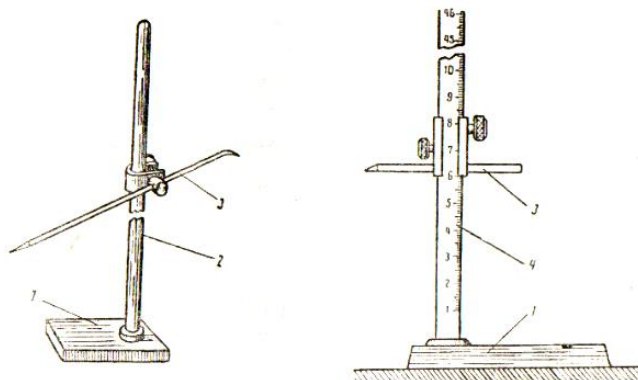


Fig. 1.41. Trasatoare paralele [7]

Pentru trasarea centrelor găurilor dispuse pe circumferința unui cerc se utilizează dispozitivul de mai jos, (fig.1.42.):

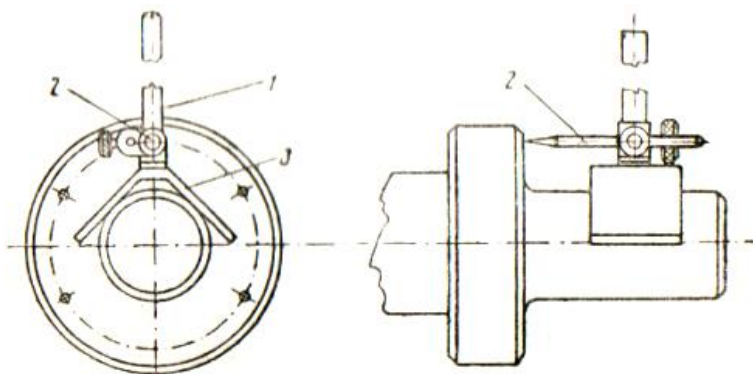


Fig. 1.42. Trasatoare circulare [7]

Distanțierul, (fig.1.43.). Se utilizează pentru trasarea unor linii paralele cu conturul piesei. Sunt de două tipuri: fixe și reglabile.



Fig. 1.43. Distanțiere [6]

Compasul de trasat, (fig.1.44.), se utilizează pentru trasarea unor circumferințe sau arce de cerc.

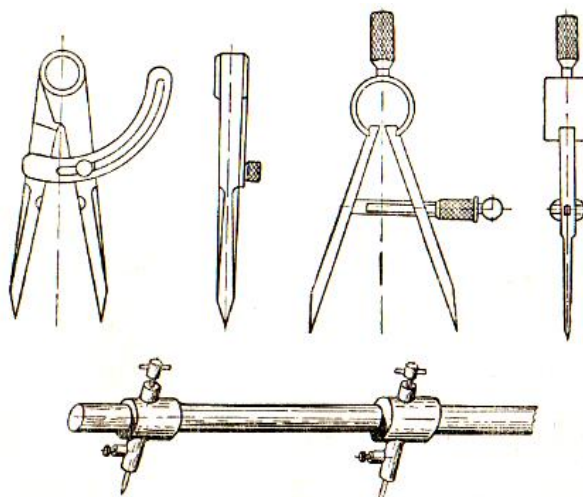


Fig. 1.44. Compasuri de trasat [7]

Punctatorul, (fig.1.45.), se utilizează pentru marcarea centrului unui cerc (gaură) sau pentru a marca adaosul de prelucrare. Se confecționează din oțel de scule și se durifică prin călire. Vârful este ascuțit la 60 grade.

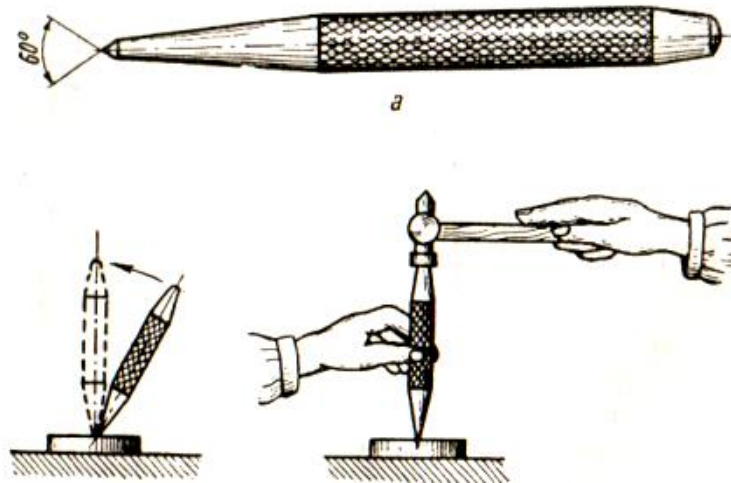


Fig. 1.45. Punctatoare [7]

Pentru trasarea centrelor unor suprafețe circulare interioare sau exterioare se poate utiliza dispozitivul de mai jos, (fig.1.46):

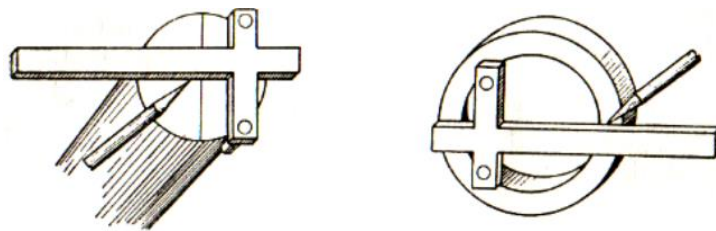


Fig. 1.46. Dispozitive pentru trasarea centrelor [7]

Șablonul, (fig.1.47.) reprezintă materializarea conturului unei piese (cu ,sau fără, adaos de prelucrare). Se confecționează din tablă de oțel cu grosimea de 0,4-0,7 mm.

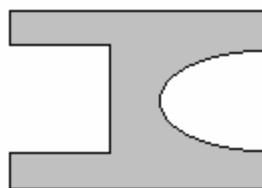


Fig.1.47. Șablon [6]

#### 1.4.4. Debitarea

Debitarea (tăierea) este operația prin care sunt separate total sau parțial bucăți dintr-un material în scopul unor întrebuințări sau prelucrări ulterioare.

La executarea acestei operații vor fi respectate forma, dimensiunile, toleranțele și calitatea suprafețelor debitate, în vederea realizării unui consum minim de material și a unui volum redus de manoperă în prelucrările ulterioare.

Debitarea se poate realiza prin mai multe procedee:

- Debitarea manuală, realizată cu ajutorul foarfecilor, ferăstrăului și dălții
- Debitarea mecanică:
  - prin forfecare, cu ajutorul foarfecilor, cleștilor sau ștanțelor;
  - prin așchiere, cu ferăstraie, mașini-unelte de așchiat sau debitat și pietre abrazive
- Debitarea termică, folosită în cazul materialelor de mari dimensiuni sau sunt greu prelucrabile mecanic. Poate fi realizată cu flacără oxiacetilenică, cu arc electric, cu jet de plasma sau cu laser.
- Debitarea prin electroeroziune, bazată pe efectul termic combinat cu electrochimică (tăiere anodului mecanic, prin scânteii etc.).

##### ***Procedee mecanice de debitare***

1. La rece se realizează folosindu-se:

- ferăstraie mecanice, care pot fi circulare, alternative, cu panglică etc.;
- foarfece ghilotină;
- mașini de debitat cu piatră abrazivă;
- mașini-unelte (strung, freză, raboteză etc.).

2. La cald (procedee termice):

• cu gaze, constând în tăierea semifabricatului prin arderea locală și continuă a metalului sub acțiunea jetului de oxigen. Combustibilul cel mai des utilizat este acetilena.

• oxielectric, constând în tăierea metalului cu ajutorul arcului electric în care se trimite un jet de oxigen. Se folosește la tăierea oțelurilor anticorozive și refractare.

• arc-aer (electropneumatică), prin topirea metalului cu ajutorul arcului electric între piesa și electrodul de grafit; topitura este îndepărtată cu un jet de aer comprimat

• cu plasmă, folosind ca sursă de încălzire a semifabricatului energia calorică și efectul mecanic din plasma arcului electric. Plasma este generată în aparate speciale denumite pistoale cu plasmă sau plasmatroane. Avantajele acestui procedeu constă în realizarea unor tăieturi netede și curate, menținerea structurii și compoziției chimice a metalului și realizarea economiilor de material;

- prin electroerodare, realizându-se smulgerea particulelor de material în zona de tăiere

Scula folosită este un disc circular prevăzut cu adâncituri sau o panglică cu contur închis, cu diametrul de 150-500 mm, grosimea de 0,1-0,2mm și viteza periferică de 15-18 m/sec. Acest procedeu se aplică la tăierea semifabricatelor cu grosimi foarte mari (până la 400mm).

##### ***Controlul operației de debitare:***

Se vor verifica dimensiunile piesei folosind instrumente de măsurat obișnuite (riglă, echer etc.). Controlul calității pieselor debitate constă în examinarea marginilor, pentru a nu prezenta suprafețe neregulate, fisuri etc.

#### **1.4.5. Îndoirea**

Îndoirea este operația tehnologică de deformare plastică a unui semifabricat, în care piesa se obține fără îndepărtare de material.

Operația se aplică în general produselor din table, benzi, bare, sârme, țevi etc. Îndoirea se poate efectua manual sau mecanic, la rece (temperatura mediului) sau la cald (temperatura de forjare a materialului).

##### ***Procesul de îndoire***

În cazul materialelor moi (plumb, aluminiu, cupru) se poate recurge cu succes la îndoirea la rece. La oțel, îndoirea este limitată la o anumită rază de curbură, pot apărea fisuri pe suprafața îndoită.

Raza de curbură limită la care se poate îndoii un metal se numește rază minimă de îndoire și depinde de natura metalului și grosimea semifabricatului.

Este necesar să se țină seama de următoarele recomandări, pentru evitarea unor defecte care pot apărea în timpul îndoirii:

- dacă raza de îndoire este mai mică decât raza minimă, materialul va fi încălzit temperatura de forjare;
- îndoirea se va face după o direcție perpendiculară pe direcția de laminare
- îndoirile repetate vor fi procedate de o încălzire locală, la temperatura de recoacere.

### **Test de autoevaluare a cunoștințelor**

1. Pentru operația de lipire manuală a componentelor electronice nu se folosește:
  - a. ciocanul de lipit
  - b. pistolul de lipit
  - c. aparatul de sudură
  - d. stația de lipit
2. Înainte de începerea lucrului cu ciocanul nu are importanță dacă:
  - a. coada ciocanului prezintă crăpături
  - b. fețele ciocanului au înflorituri sau știrbituri
  - c. coada ciocanului nu este vopsită
  - d. coada ciocanului nu este bine fixată
3. Îndreptarea la rece, manuală, cu lovituri dese și ușoare se aplică pentru:
  - a. piese mari din metale și aliaje cu capacitate de deformare plastică, la rece, scăzută
  - b. table din materiale moi, piese călite
  - c. bare, țevi de diametre mari
  - d. bare, arbori, țevi
4. Acul de trasat se confecționează din:
  - a. fontă

- b. oțel carbon de calitate
  - c. plastic dur
  - d. bachelită
5. Pilele pot fi folosite pentru operația de:
- a. îndoire
  - b. îndreptare
  - c. pilire
  - d. trasare
6. Masa de îndreptat se realizează din:
- a. lemn
  - b. fontă
  - c. plastic
  - d. cauciuc
7. Utilajele de lăcătușărie cu acționare electrică sunt:
- a. ciocane, dălți, foarfeci, pile, clești
  - b. polizoare electrice, mașini electrice de găurit
  - c. menghină, nicovale, ciocane
  - d. șublere, ehere, punctatoare
8. Punctatorul, calele, prismele, trasatoarele paralele sunt folosite în operația de:
- a. lipire
  - b. îndreptare
  - c. trasare
  - d. îndoire
9. Operația de curățare poate fi realizată prin procedee:
- a. manuale, mecanice, termice sau chimice
  - b. mecanice, termice sau chimice
  - c. mecanice, termice sau hidraulice
  - d. termice sau chimice
10. Care este operația tehnologică de deformare plastică a unui semifabricat, în care piesa se obține fără îndepărtare de material?
- a. îndoirea
  - b. curățarea
  - c. debitarea
  - d. pilirea

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

## CAP. 2. ASAMBLAREA/DEZASAMBLAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRONICE

### 2.1. Asamblări nedemontabile

#### 2.1.1. Prezentarea generală a asamblărilor nedemontabile

*Asamblarea mecanică* este reprezentată de legătura realizată între două sau mai multe piese, în scopul realizării unui subansamblu sau a unei blocări.

Asamblările nedemontabile pot fi:

- 1) asamblări directe;
- 2) asamblări indirecte.

Asamblările *directe* realizează direct legătura dintre piesele componente. Aceste asamblări pot fi realizate prin: sudare, poansonare, ștemuire, îndoire, crestare, strângere.

Asamblările *indirecte* realizează legătura dintre elementele componente prin intermediul unor piese sau substanțe. Printre acestea, enumerăm: asamblări prin sudare, asamblări prin nituire, asamblări prin lipire.

Asamblările *nedemontabile* sunt asamblările pentru a căror desfacere este necesară distrugerea parțială sau totală a organului de asamblare sau a pieselor componente.

În cazul acestor asamblări, piesele nu mai au posibilitatea mișcării relative unele în raport cu altele.

Aceste asamblări au ca *avantaje*: costurile scăzute, simplitatea operațiilor tehnologice, forma constructivă și gabaritul redus.

#### 2.1.2. Asamblări prin lipire

*Lipirea* este un procedeu de asamblare nedemontabilă, realizată la piese metalice, cu material de adaos în stare fluidă.

Lipirea se bazează pe fenomenul fizic de fuziune a materialului de bază (piesa) cu aliajul de lipit.

Materialul de adaos se numește *aliaj de lipit*, iar temperatura de topire a aliajului este cu minimum 50 °C mai mică decât temperatura de topire a pieselor asamblate.

Lipirea se datorează fenomenului de difuziune a particulelor aliajului în materialul pieselor de lipit și fenomenului de aliere de suprafață în zona de lipire.

Caracteristicile asamblării prin lipire sunt:

- se realizează întotdeauna cu material de adaos;
- compoziția materialului de adaos diferă de materialul care se lipește;
- încălzirea pieselor se face la temperatura de topire a aliajului de lipit, deci mai mică decât temperatura lor de topire;
- nu apar tensiuni termice în piese;
- nu apar deformații datorate încălzirii și răcirii pieselor.

La operația de lipire se află în stare lichidă doar aliajul de lipit, deci cele două materiale folosite (material de bază și aliajul de lipit) trebuie să aibă temperaturi de topire diferite.

În funcție de temperaturile de topire a aliajului, asamblările prin lipire (în urma cărora rezultă lipiturile) se împart în:

- **lipirea moale**, la care temperatura de topire a materialului de adaos este mai mică de 450 °C;
- **lipirea tare**, la care temperatura de topire a aliajului este mai mare de 450 °C.

Metoda de lipire se alege în funcție de materialele pieselor care se lipesc și de condițiile de funcționare ale ansamblului.

### 2.1.3. Asamblări prin nituire

**Nituirea** este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două sau mai multe piese, cu ajutorul niturilor.

**Nitul** este organul de mașină folosit la asamblarea nedemontabilă a două sau mai multe piese, table, profile sau piese cu formă plată.

Pentru desfacerea legăturii realizate, se procedează la distrugerea nitului cu dalta, folosind flacăra oxiacetilenică etc.

Nitul (fig. 2.1.) este format din:

- 1- tija cilindrică, cu capul format prin fabricație;
- 2 - capul nitului;
- 3 – capul de închidere.

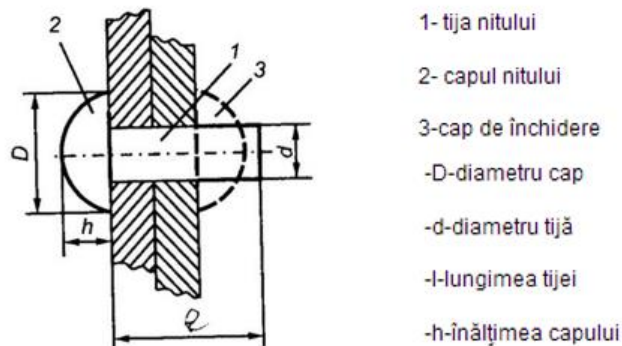


Fig. 2.1. Elementele asamblării prin nituire [7]

Imbinările nituite sunt folosite la:

- Asamblări supuse la sarcini vibratorii
- Asamblarea metalelor greu sudabile
- Asamblări de profile pentru construcții metalice
- Asamblări de piese confecționate din materiale diferite.

#### Clasificarea asamblărilor nituite

- După modul de execuție:
  - Manuală
  - Mecanică
- După modul de așezare a tablelor asamblate:



- Nituire prin suprapunere
- Nituire cap la cap cu eclisă
- După temperatura la care se executa nituirea:
  - Nituire la cald
  - Nituire la rece
- După numărul de rânduri:
  - Nituire pe un rând
  - Nituire pe două rânduri
  - Nituire în linie
  - Nituire în zig-zag
- După destinația nituirii:
  - Nituirea de rezistență
  - Nituirea de etanșare
  - Nituirea de rezistență-etanșare

Pentru a putea fi realizată nituirea, prin construcție, tija nitului este mai lungă decât grosimea totală a tablelor ce urmează a fi asamblate, pentru a exista suficient material, astfel încât prin batere să se realizeze al doilea cap al nitului.

Niturile se realizează din materiale diverse, în funcție de materialele pieselor ce trebuie asamblate și de forțele la care va fi solicitat asamblul. Pentru confecționarea niturilor, poate fi folosit oțelul-carbon obișnuit OL 34; OL 37; alama Am 63; cuprul Cu 5; aluminiul Al 99,5 etc.

Caracteristicile principale pe care trebuie să le îndeplinească materialele pentru confecționarea niturilor sunt: rezistența suficient de mare la rupere și o plasticitate bună.

### ***Nituirea manuală***

Operația de nituire manuală comportă următoarele faze, prezentate în figura 2.2.

- introducerea nitului în gaură și așezarea lui cu capul inițial pe contracăpuitor;
- strângerea pieselor cu trăgătorul;
- refularea capătului tijei nitului prin batere cu ciocanul, prin lovituri axiale și radiale, pentru a obține capul de închidere de formă bombată;
- montarea căpuitorului pe capul de închidere, prin lovire cu ciocanul pentru obținerea unei forme fasonate a capului de închidere.

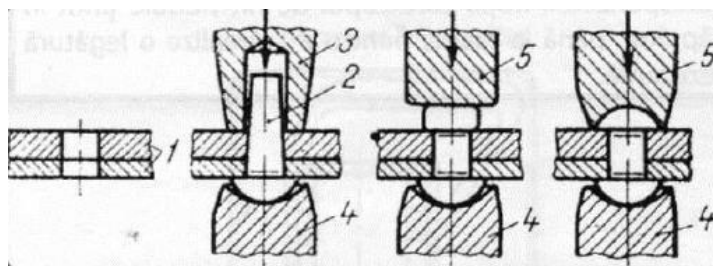


Fig. 2.2. Etapele operației de nituire și diferite forme de căpuitoare [7]

Ciocanele folosite pot fi manuale sau pneumatice.

Din punctul de vedere al modului în care se aplică loviturile de ciocan, nituirile pot fi: directe, când loviturile sunt aplicate căpuitorului, și indirecte, mai rar folosite, obținute când loviturile sunt aplicate căpuitorului așezat pe capul inițial. În acest caz, capul de închidere se formează în locașul contracăpuitorului.

La operația de nituire manuală, trebuie ca loviturile de ciocan să nu fie aplicate tablelor

care se montează, pentru a evita deformarea acestora.

### ***Nituirea mecanică***

Operația de nituire se execută folosind mașini specializate, care realizează capul de închidere prin ciocănire, presare sau prin rulare.

În funcție de modul de lucru și de capacitatea lor, mașinile pot fi:

- mașini de nituit portabile (ciocane de nituit);
- prese de nituit;
- mașini de nituit prin rulare.

Acționarea mașinilor de nituit poate fi:

- hidraulică;
- pneumatică;
- electromecanică.

### ***Mașinile de nituit***

Încălzirea niturilor se realizează în cuptoare cu flacără sau cu curenți de înaltă frecvență. Încălzirea în cuptoare este folosită atunci când este necesară încălzirea în totalitate a nitului (curenții de înaltă frecvență încălzesc numai tija nitului). Temperatura optimă pentru o bună nituire folosind nituri de oțel este de 750-900 °C.

La nituirea prin presare, nitul este introdus în gaură după aproximativ 10 secunde, pentru a dispărea incandescența tije. Inițial, presarea se aplică tablelor prin intermediul unui inel.

La unele mașini de nituit, se formează ambele capete, în această situație, nitul are forma unei tije cilindrice. Nituirile cu nituri cu diametre mai mari de 25 mm se realizează pe mașini acționate hidraulic.

Nituirile mecanice au următoarele avantaje:

- nituirea se face mai repede;
- refularea materialului se face mai bine;
- gaura de nit se umple mai bine;
- crește rezistența nituirii;
- scad costurile și crește productivitatea.

### ***Nituirile speciale***

Sunt nituirile care se execută fără a folosi contracăpuitorul. Operația se realizează pe o singură parte a ansamblului. Metoda este folosită frecvent, pentru piese metalice și nemetalice sau pentru piese din table subțiri.

#### ***Nituirea pentru asamblarea unor piese mici***

Este o metodă care realizează asamblări, fără a folosi nituri. Locul nitului este luat de o parte a unei piese, care va fi deformată, formând capul de închidere.

Metoda este folosită în industria de aparate electrice, pentru realizarea contactelor electrice sau la fabricarea aparatelor de măsurare și control, pentru care, din cauza dimensiunilor mici ale pieselor și a grosimilor mici ale tablei, nu este permisă o altă modalitate de asamblare.

Piese din materiale moi și din materiale casante (materiale plastice, hârtie sau piele) se protejează la nituire așezând șaibe sub capetele niturilor.

În figura 2.3. sunt prezentate câteva soluții folosite în industria de aparate.

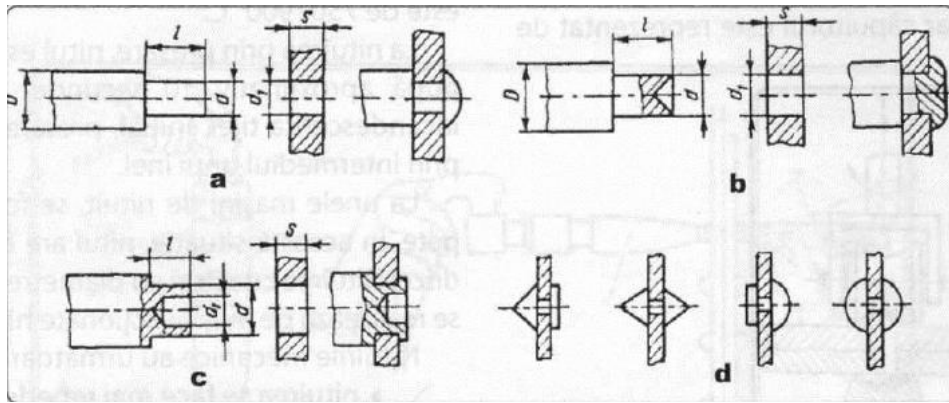


Fig 2.3. Tipuri de nituire folosite în aparatele electrice [7]

*a* - nituire directă cu cap plin și rotund;

*b* - nituirea tablelor subțiri; cepul are gaură conică, iar capul de închidere poate fi realizat prin răsfrângere. La această asamblare, atât solicitarea pieselor, cât și rezistența îmbinării sunt mai mici;

*c* - nituirea tablelor subțiri pentru piese de prindere; cepul nitului este tubular;

*d* - nituire ac indicator; soluții pentru realizarea contactelor electrice confecționate din tije de argint, cu diametrul cuprins între 0,3 și 1 mm.

## 2.2. Asamblări demontabile

Asamblările demontabile permit montarea și demontarea repetată a îmbinării, fără distrugerea părților componente. Aceste asamblări prezintă dezavantajul autodesfacerii, sub acțiunea șocurilor sau a vibrațiilor, cu efect negativ asupra funcționării mecanismelor. De aceea, se concep metode și mijloace pentru asigurarea împotriva desfacerii ansamblului. În electronică se folosesc cel mai des asamblările prin filet, mai puțin cele prin pene, știfturi sau caneluri.

### 2.2.1. Asamblări prin filet

Asamblările cu filet reprezintă îmbinarea demontabilă a două sau mai multe piese, utilizând organe de asamblare filetate, de tip șurub-piuliță.

Datorită simplității și siguranței lor, asamblările prin filet sunt cele mai răspândite asamblări demontabile.

Acest tip de asamblări prezintă avantajele și dezavantajele enumerate în schema alăturată.

O asamblare filetată este formată din:

- șurub - piesa cuprinsă, filetată la exterior;
- piulița - piesa cuprinzătoare, filetată la interior.

Elementul principal al piesei filetate este **filetul**. El este o nervură elicoidală pe o suprafață de revoluție la exterior, pentru șurub, sau la interior, pentru piuliță.

Filetul reprezintă urma (suprafața) lăsată de un profil oarecare (triunghiular, pătrat, trapezoidal, circular) pe un cilindru sau con în deplasarea axială a aceluși profil. (fig. 2.4.).

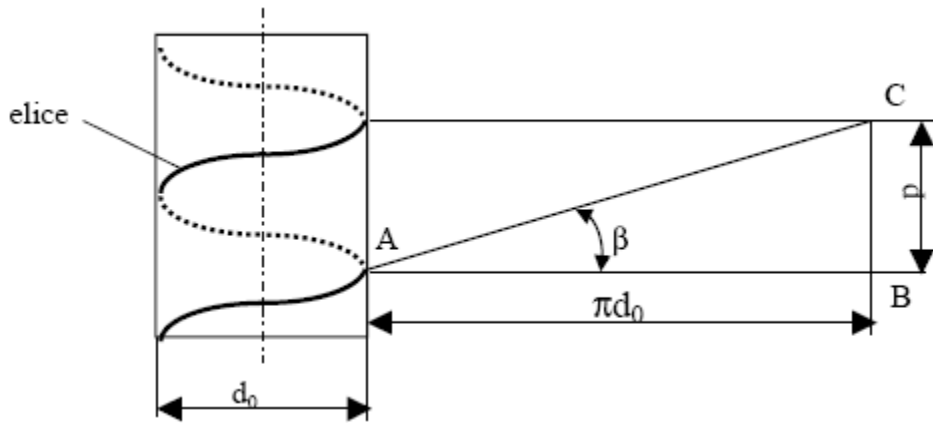


Fig. 2.4. Desfășurarea filetului [8]

$AB = \pi d_0$  – lungimea de desfășurare a cilindului

$BC = p$  – pasul filetului (distanța măsurată într-un plan paralel cu axa șurubului sau în același plan median, între punctele omoloage pe două flancuri consecutive)

$d_0$  – diametrul

$\beta$ - unghiul de înclinare al spirei

#### **Părțile componente ale asamblării filetate**

Într-o asamblare filetată a două piese (A și B) pot exista două variante constructive (fig. 2.5.).

Învârtind piulița 2 (fig. 2.5. a) – șurubul 1 fiind ținut pe loc – ea alunecă pe spire și elice, înaintează în direcția axială, similar împingerii unui corp pe plan înclinat.

În figura(2.5.b) este prezentată asamblarea a două piese prin strângerea directă a șurubului în gaura filetată, executată în una din piese (B), care ia rolul piuliței.

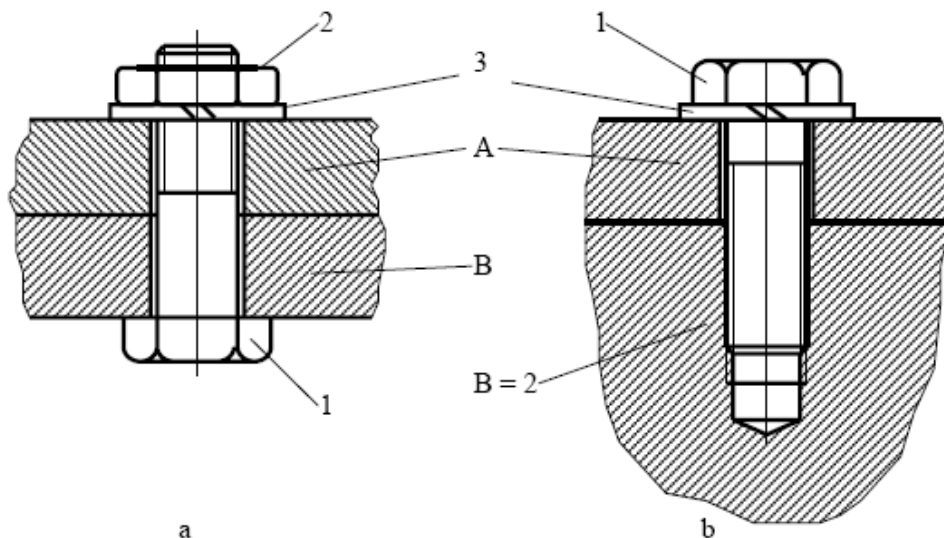


Fig 2.5. a, b Ansamblări filetate [8]

### ***Montarea și demontarea pieselor asamblate cu șuruburi și piulițe***

Pentru obținerea unei îmbinări corecte este necesar să se folosească elemente filetate fără defect. De aceea piesele care se assemblează, împreună cu organele de asamblare vor fi supuse unui control amănunțit. Asamblarea propriu-zisă se realizează astfel:

- se centrează piesele asamblate astfel încât să ocupe poziția reciprocă corectă. Acest lucru se obține prin însăși forma pieselor asamblate dacă ele nu permit decât o singură poziție de montaj, sau prin urmărirea unor repere care marchează poziția reciprocă corectă, în cazul în care sunt posibile mai multe poziții;

- se pregătesc șuruburile prin spălare cu spray degripant.

### ***Asigurarea împotriva deșurubării***

O strângere insuficientă sau neuniformă a piulițelor provoacă deteriorarea asamblării sau apariția de deformații la piesele asamblate. Tot din această cauză poate apărea și slăbirea etanșării asamblării.

Pentru a evita acest lucru, de multe ori se folosește strângerea cu chei automate sau strângerea controlată.

Asigurarea împotriva autodeșurubării se face în general datorită forței de frecare dintre filetul șurubului și al piuliței. Cu timpul însă autofixarea se reduce și de aceea este necesar să fie folosite metode suplimentare de asigurare.

În vederea asigurării șurubului sau a piuliței împotriva deșurubării, în asamblările demontabile cu șuruburi se folosesc, în mod obișnuit, șaibe.

Pentru montarea și demontarea șuruburilor și a piulițelor se folosesc chei și șurubelnițe.

Forma și dimensiunile ***cheilor*** variază în funcție de forma și dimensiunile capului șurubului, dar și de locul în care șuruburile sunt montate.

Pentru mărirea productivității, în cazul producției de serie și de masă, dar și pentru piesele care au un număr mare de șuruburi, la montarea șuruburilor și a piulițelor se folosesc dispozitive acționate electric, hidraulic sau pneumatic.

Aceste dispozitive sunt mașini cu o construcție asemănătoare mașinilor de găurit, dar, în loc de burghiu, este montat un cap-cheie de acționare a șuruburilor sau a piulițelor.

## **2.3. Conexiuni utilizate în aparatura electronică**

Deși conexiunile prin lipire dețin ponderea principală, în aparatura electronică mai sunt utilizate și alte tipuri de conexiuni, între care :

• ***conexiunea prin wrapare (wire-wrapping)*** constă în înfășurarea conductorului de conexiune cu secțiune circulară, dezizolat pe porțiunea de torsadare, în jurul unui pin (terminal de formă rectangulară sau pătrată, cu muchii ascuțite), realizându-se astfel un contact metal-metal prin presiune, care oferă o bună continuitate electrică și stabilitate mecanică (fig.2.6). De obicei wraparea este executată manual sau semiautomat, dar au fost realizate și echipamente care permit automatizarea acestei operații.

• ***conexiunea prin sudură*** conduce la îmbinări rezistente mecanic (de aceea este recomandată pentru conectarea componentelor supuse la șocuri și vibrații importante), însă foarte greu de modificat (îngreunând procesul de mentenanță) ; solicitarea termică a componentelor este relativ redusă, datorită duratei mici a acestui proces și localizării căldurii

degajate. În funcție de aplicația cerută, pot fi utilizate diferite procedee tehnologice de sudură (prin rezistență electrică, cu laser, cu fascicul de electroni, cu ultrasunete)

• **conexiunea prin sertizare** se realizează prin atașarea, prin presare și deformare a unui element de conectare de tip papuc (crimp) la capătul conductorului de conexiune, cu ajutorul unor clești speciali sau a unor echipamente automate ; prin utilizarea unor profile ale elementelor de conectare adecvate secțiunii conductorului, rezultă o conexiune sigură (fig.2.7.).

• **conexiunea de tip termopunct** se realizează prin atașarea firului de conexiune dezizolat la un pin de secțiune dreptunghiulară, prin intermediul unei capse speciale (fig. 2.8.), aplicată manual sau automat ; capsula este aplicată axial pe pin, iar construcția ei asigură forța de compresiune necesară obținerii unui foarte bun contact electric. Spre deosebire de metoda wrapării, În acest caz pot fi utilizate și fire lițate, fiind posibilă o rapidă schimbare a firelor de conexiune de la un pin la altul.

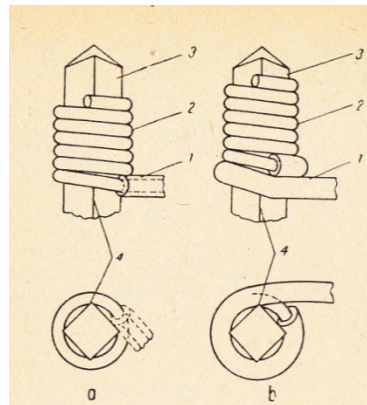


Fig.2.6. Conexiuni prin wrapare: a) conexiune normală; b) conexiune modificată. 1-fir izolat; 2-fir dezizolat; 3-pin de conectare; 4-muchie de referință. [9]

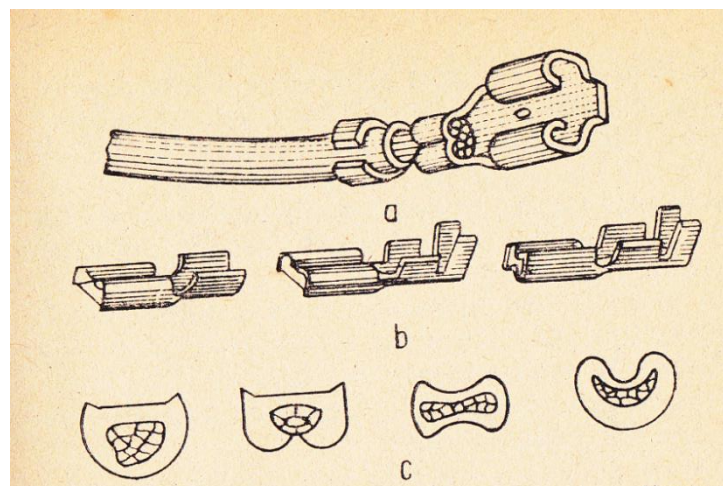


Fig 2.7. Conexiunea prin sertizare : a) realizarea conexiunii b) diverse tipuri de papuci pentru sertizare ; c) secțiuni ale unor conexiuni prin sertizare. [9]

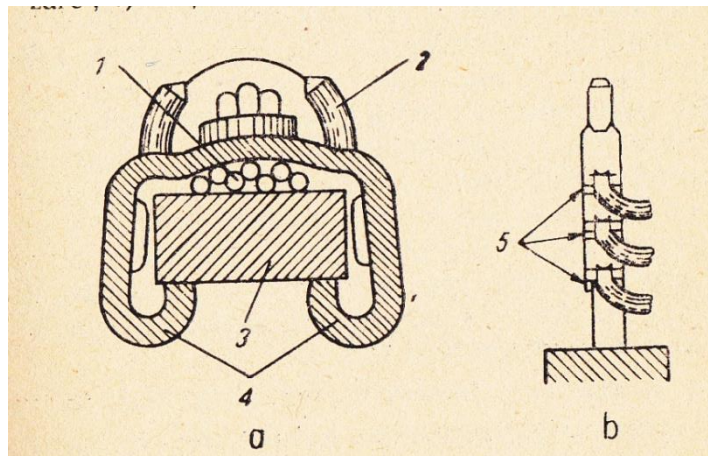


Fig. 2.8. Conexiuni de tip termopunct : a) secțiune printr-o conexiune de tip termopunct ; b) vedere laterală a conexiunii, evidențiind etajarea contactelor pe pin ; 1.. mănunchi de fire (dezizolate) deformat prin presare ; 2. suportul izolației ; 3. pin de conectare ; 4. arc de presiune curbat ; 5. elemente de distanțare. [9]

Realizarea contactului electric prin intermediul unor sisteme de conexiune mecanică (cu șurub și piuliță) este mai puțin utilizată în aparatură electronică, datorită rezistențelor de contact mari în schimb, acest tip de conexiune este mai fiabilă în cazul echipamentelor ce funcționează la tensiuni și curenți mari (datorită efectului de autocurățire a contactului în aceste condiții), fiind recomandată în acest caz. În unele cazuri speciale, pot fi realizate conexiuni în aparatura electronică și cu ajutorul unor cimenturi conductoare; o astfel de conexiune este practic foarte greu de modificat, ceea ce face dificilă mentenanța acestor echipamente.

O prezentare comparativă a principalelor tipuri de conexiuni utilizate în aparatura electronică, avându-se în vedere criteriile tehnologice, economice, de mentenabilitate ș.a. este indicată în tabelul 2.1. Un recent studiu comparativ între diversele procedee de conectare a componentelor electronice bazat pe mai multe criterii (tehnologice; complexitatea procesului de realizare a conexiunilor; preparare, productivitate, controlabilitate, ș.a.; densitatea de interconectare, fiabilitate, mentenabilitate etc.) a evidențiat că lipirea este o metodă de interconectare avantajoasă: ea conduce la conexiuni cu caracteristici tehnice la nivelul celor realizate prin alte metode (wrapare, sudare etc.) având însă față de acestea avantajul major al unei execuții și automatizări mai facile.

Tabelul 2.1. Fiabilitatea conexiunilor folosite în industria electronică

Tipul conexiunii	Rata defectărilor a $\lambda$ ( $h^{-1}$ )
Lipire manuală	$2 \times 10^{-7}$
Lipire automată	$5 \times 10^{-8}$
Sudură electrică	$2 \times 10^{-8}$
Sertizare	$5 \times 10^{-8}$
Wrapare	$10^{-9}$

### 2.3.1. Lipirea

Lipirea este procedeul de îmbinare la cald a unor piese (numite metale de bază) cu ajutorul unui material de adaos (metal sau aliaj de lipit) în stare topită, acesta din urmă având temperatura de topire inferioară cu cel puțin 50°C a aceleia a metalelor de bază.

Spre deosebire de sudură - metodă de îmbinare a pieselor metalice larg utilizată pentru obținerea de îmbinări cu o bună rezistență mecanică lipirea nu implică topirea metalelor de bază.

Materialul de adaos (aliajul de lipit) utilizat în procesul de lipire trebuie să aibă o compoziție chimică diferită de cea a metalelor de bază și să asigure în stare topită o conectare corespunzătoare a suprafeței acestora, formând cu metalele de bază o legătură în urma unui proces de difuziune.

Procedeele de lipire utilizate în electronică pot fi clasificate în:

- manuale, utilizate destul de frecvent la asamblare și întotdeauna la depanare;
- automate, utilizate numai la asamblare și de regulă la lipirea pe cablaje imprimate.

După modul în care se face aportul de aliaj de lipit, lipirea se poate face:

- cu ciocanul de lipit (întotdeauna manuală);
- prin imersie în băi de lipire statice;
- în val (întotdeauna în instalații mai mult sau mai puțin automate);
- prin retopire (reflow), procedeu care presupune depunerea aliajului pe suprafețele de lipit înainte de încălzirea pentru lipire; în funcție de modalitatea de depunere a aliajului (preforme sau paste de lipit) și de procedeul de încălzire (prin contact, cu radiații infraroșii, cu aer cald, în fază de vapori, cu laser etc.), există o mare varietate de tehnici tip „reflow” în cele ce urmează se vor expune procedeele de lipire utilizate la asamblarea circuitelor electronice, în special pe cablaje imprimate; unde va fi cazul se vor face referiri și la asamblarea altor elemente.

### 2.3.2. Lipirea cu ciocanul de lipit

Ciocanul de lipit, ca sursă de căldură pentru încălzirea suprafețelor care trebuie lipite, este cea mai veche unealtă pentru lipiri moi, evoluând de la un simplu paralelipiped din cupru cu tijă și mâner - încălzit la flacără sau pe plită, la construcțiile sofisticate din prezent - cu termostatare și temperatură reglabilă, cu vârful interschimbabile placate, cu alimentare prin transformator.

Ciocanele de lipit pot fi:

- cu funcționare discontinuă (tip „pistol”), economice, recomandate pentru lucru cu pauze;
- cu funcționare continuă (cu rezistență de încălzire).

Lipirea cu ciocanul de lipit presupune, în general, parcurgerea următoarelor etape (figura 2.9.):

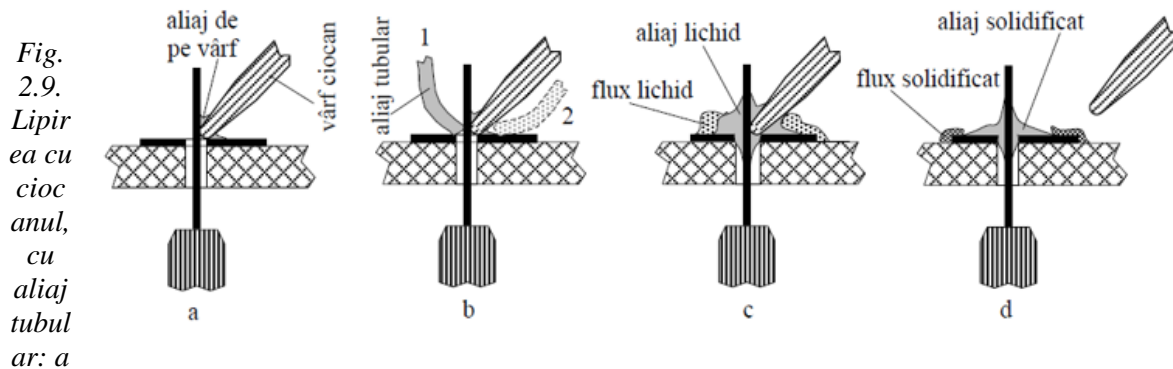
1. Se pune capătul de lipire al vârfului ciocanului (încălzit la temperatura de lipire) în locul lipirii, în contact cât mai bun cu piesele care se lipesc, astfel încât contactul cu piesa mai mare să se facă pe o suprafață mai mare. Capătul de lipire trebuie să fie acoperit cu o mică cantitate de aliaj topit, preferabil și puțin flux, pentru contact termic bun; eventual se preia pe vârf o mică cantitate de aliaj.

2. Se așteaptă ca piesele să se încălzească, apoi se aduce aliajul tubular în contact cu piesa de lipit mai mare, evitând contactul cu vârful ciocanului - astfel se asigură topirea fluxului și curățarea suprafețelor înaintea topirii și întinderii aliajului.



3. După topirea unei cantități potrivite de aliaj, se menține contactul, eventual se deplasează vârful în contact cu piesele, până la întinderea aliajului, acoperirea suprafețelor și umple-rea interstițiilor.

4. Imediat după acoperire, se îndepărtează ciocanul, rapid dar nu brusc și se așteaptă răcirea și solidificarea aliajului; în acest timp piesele trebuie să fie imobile.



Dacă nu se folosește aliaj tubular, operațiile încep cu preluarea unei picături de aliaj pe vârful ciocanului, apoi a unei picături de flux topit; celelalte etape se execută conform indicațiilor de mai sus.

Durata încălzirii trebuie să fie suficientă pentru buna întindere a aliajului dar nu prea lungă, pentru evitarea supraîncălzirii pieselor și oxidarea intensă a aliajului și suprafețelor.

O lipitură bună este atunci când aliajul are suprafață netedă, fără impurități, cu formă de menise concav, cu unghiuri de lipire mici (sub 15 – 30°); fluxul neconsumat este în cantitate mică și formează pelicule netede, regulate, cu aspect caracteristic.

Dintre defectele care apar la lipirea cu ciocanul, frecvente sunt:

- lipiturile „reci” – suprafețele sunt acoperite cu aliaj de lipit dar nu s-a realizat contact intim între materiale de bază și aliaj; cauzele sunt: suprafețele insuficient încălzite și/sau curățate; obișnuit, în aceste cazuri unghiurile de lipire sunt peste 70 – 90°;

- lipituri „arse” – suprafețele sunt acoperite cu aliaj, dar între aliaj și suprafețe există straturi de oxizi; cauza constă în supraîncălzire (temperatură prea mare sau durată prea mare a încălzirii); obișnuit, în aceste cazuri suprafața aliajului nu este netedă, în jurul lipiturii și în aliaj se observă impurități cu aspect clar diferit de al fluxului nears;

- lipituri „crăpate” - în timpul solidificării aliajului, piesele au fost deplasate și aliajul are crăpături (de regulă vizibile);

- lipituri cu lipsă de aliaj - lipirea este realizată, dar cantitatea de aliaj este prea mică și în consecință rezistența mecanică este redusă;

- lipituri cu exces de aliaj - lipirea este realizată, dar aliajul este în exces și terminalele nu se pot tăia la lungimea necesară, lipiturile se „rup” ușor, se produc scurtcircuite;

- lipituri cu scurtcircuit, datorate contactului nedorit al vârfului cu suprafețe conductoare apropiate sau, în cazul excesului de aliaj, formării unor „stalactite” sau „fire” (adesea aproape invizibile) din aliaj la îndepărtarea ciocanului.

Lipiturile reci și arse sunt cele mai frecvente defecte la lipirea cu ciocanul și se datorează în primul rând insuficienței curățării a suprafețelor de către flux (operatorul, fie nu observă lipsa de efect a fluxului, fie, observând aceasta, insistă, supraîncălzind zona). De aceea, este cât se poate de recomandabil să se procedeze la fluxarea prealabilă a suprafețelor (mai ales a conductoarelor imprimate care se obțin curate după corodare și decontaminare), fie la precositorire, cu sau fără fluxare prealabilă.

Adesea, la lipirea cu ciocanul este necesară utilizarea șunturilor termic. Asemenea situații apar la lipirea și dezlipirea pieselor sensibile la căldură, la precositorirea pieselor și capetelor de cabluri (cu izolație din PVC, termoplastă). Șuntul termic este o piesă cu capacitate calorică mare (pensetă, clește tip patent, ...) pusă în contact termic bun cu terminalul, între punctul de lipire și corpul piesei sau izolație în scopul de a prelua căldura și a nu permite supraîncălzirea.

### 2.3.3. Lipirea prin imersie în băi statice

O baie de lipire constă dintr-o cuvă metalică, izolată termic, în care se află aliaj de lipit topit; încălzirea se face cu rezistențe alimentate electric iar temperatura este controlată cu senzori și regulatoare de curent.

La lipirea plăcilor în băi (figura 2.10.) operațiile decurg astfel:

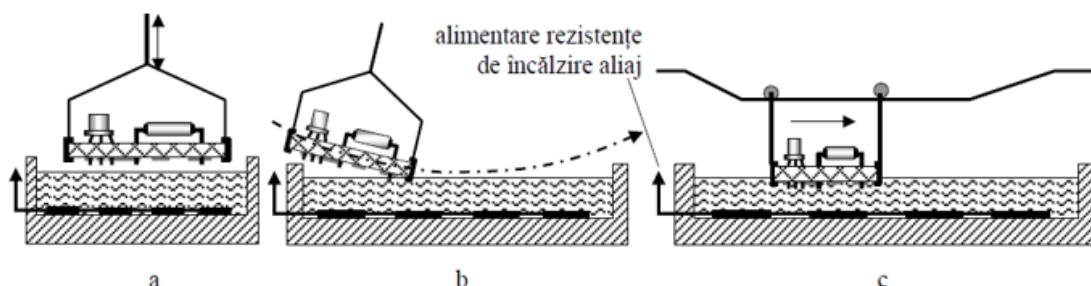
- plăcile se fixează pe suporturi potrivite, se fluxează și de obicei se preîncălzesc;
- se curăță suprafața liberă a aliajului din baie cu racleta<sup>1</sup>;
- se cufundă placa în aliaj, se menține cât este necesar să se realizeze lipiturile (timpul se stabilește experimental), apoi se extrage;
- urmează controlul vizual al lipiturilor și îndepărtarea defectelor (scurtcircuite, țurțuri, zone nelipite etc.).

În cel mai simplu procedeu, plăcile sunt deplasate pe verticală, dar apar numeroase dezavantaje:

- gazele rezultate în urma arderii fluxului și solvenților ies cu greu, se formează bule și apar zone nelipite;
- datorită tensiunii superficiale mari a aliajului, multe zone apar cu exces de aliaj, se formează stalactite (țurțuri);
- deși se face preîncălzire, la contactul plăcilor cu aliajul temperatura acestuia scade iar revenirea la temperatura de lipire se face lent, plăcile trebuind să fie menținute mult timp în baie.

Pentru eliminarea acestor dezavantaje, se procedează la deplasarea plăcilor în timpul imersiei prin basculare sau prin plutire. Deplasarea plăcilor face ca temperatura de lipire să se stabilească rapid iar gazele sunt mai ușor eliminate; pe de altă parte, datorită unghiului de ieșire mic, aliajul în exces are timp să se scurgă și nu se mai formează multe stalactite; de asemenea și șoc

ul  
ter  
mic  
este  
red  
us  
pri  
n  
intr  
odu



cerea treptată și sub unghi mic a plăcilor în baie.

Fig. 2.10. Lipirea prin imersie în băi de aliaj: cu deplasare pe verticală (a), cu basculare (b), cu plutire (c) [10]

#### 2.3.4. Lipirea în undă staționară (în val)

Procedeul lipirii în val se bazează pe formarea unei unde de aliaj topit, cu geometrie staționară, prin care se trec plăcile prin translație. Unda se obține prin refularea pe verticală a aliajului printr-un ajutoraj rectangular, aliajul fiind în permanentă curgere. Aliajul scurs revine în cuvă, unde se află rezistențele de încălzire și pompa de refulare.

Lipirea în val are numeroase avantaje:

1. asigură lipituri de bună calitate, cu foarte puține defecte (șoc termic redus, fără exces de aliaj, fără stalactite),
  2. consum redus de aliaj și productivitate mare;
- singurul dezavantaj constă în prețul ridicat al instalațiilor.

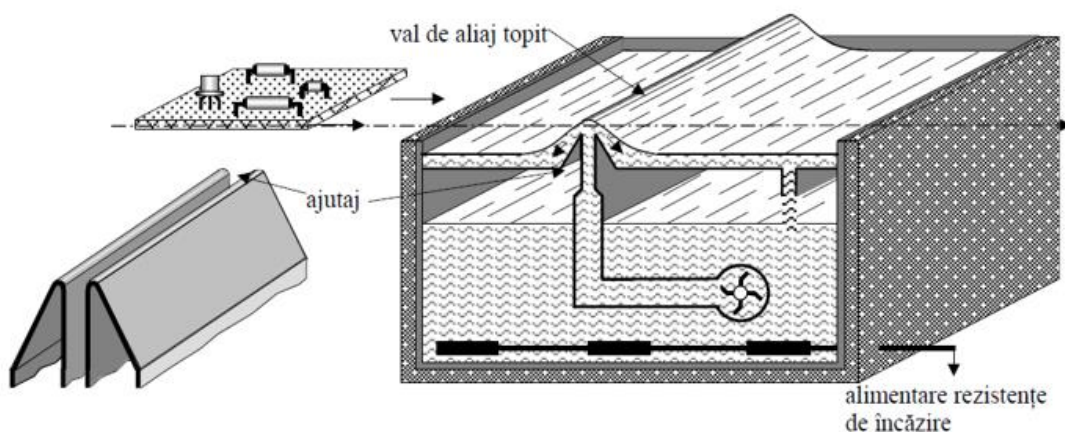


Fig. 2.11. Principiul lipirii în val [10]

Principali factori care asigură lipituri de bună calitate sunt:

- agitarea permanentă a aliajului cu permanent aport de aliaj cu temperatură potrivită, ceea ce asigură temperatura optimă în zona de lipire, eliminarea prin antrenare a vaporilor de flux și solvenți și pătrunderea aliajului în interstiții;
- șocul termic redus, datorat suprafeței reduse a contactului placă-aliaj precum și trecerii plăcilor deasupra porțiunii din cuvă cu aliaj refluat, fierbinte, care asigură o preîncălzire intensă cu foarte puțin timp înaintea intrării în undă;
- viteza relativă mică dintre placă și aliaj la ieșirea din undă dă posibilitate aliajului în exces să se scurgă fără să formeze stalactite;
- suprafața aliajului în zona de lipire este curată, toate impuritățile fiind adunate pe suprafața aliajului în cuvă de colectare (de unde se pot îndepărta ușor);

• posibilitățile deosebit de largi de adaptare a condițiilor de lipire în funcție de ce se lipește, prin reglarea înălțimii undei, a vitezei aliajului, a unghiurilor de intrare și ieșire din val, a duratei contactului placă-val etc.

### Caracteristicile valului

La instalațiile de lipire în val, determinante în asigurarea lipiturilor de calitate sunt:

1. caracteristicile valului: geometria (profilul)
2. dinamica (felul curgerii, vitezele, ...)
3. caracteristicile termice.

Din punct de vedere al geometriei și dinamicii, valul poate fi:

- dublu (bidirecțional) simetric, parabolic, îngust, sau adânc (fig. 2.12. a, b, c)
- dublu (bidirecțional) asimetric în variate configurații (fig. 2.12. d, e)
- 

sim  
plu  
(un  
idir  
ecți  
ona  
l),  
de  
exe  
mpl  
u  
tip  
„jet  
” (fig. 2.12. f)

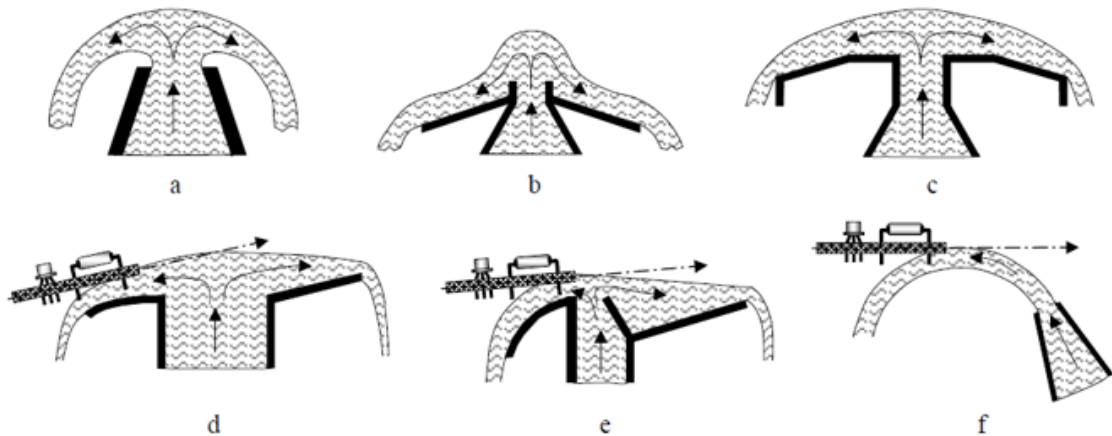


Fig. 2.12. Tipuri de valuri pentru lipire bidirecțională (a, b, c, d, e) și unidirecțională (f), simetrice (a, b, c) și asimetrice (d, e): a - parabolic, b - îngust, c - adânc, d - lambda, e - lambda adânc, f - unidirecțional, tip jet [10]

În general, la un val se disting patru zone prin care trec plăcile:

1. zona de preîncălzire ( $Z^i$ ), în care plăcile trec aproape de suprafața aliajului fără să-o atingă;
2. zona de contact ( $Z^c$ ), în care plăcile sunt în contact cu aliajul și în care se face lipirea;
3. zona de ieșire ( $Z^o$ ), în care plăcile ies din val, terminalele fiind încă în contact cu aliajul;
4. zona de postîncălzire ( $Z^{pi}$ ), în care plăcile trec deasupra aliajului topit fără să-l atingă.

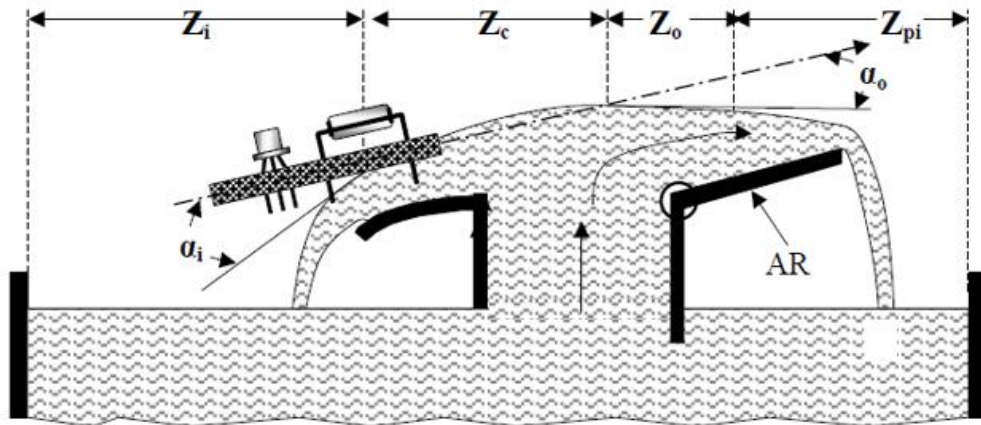


Fig. 2.13. Forma și structura unui val [10]

În fiecare zonă au loc procese specifice, determinate de comportarea și temperatura aliajului, de înclinarea direcției deplasării plăcilor față de suprafața aliajului și de durata parcurgerii zonei; de asemenea, sunt importante unghiurile de intrare în val ( $\alpha^i$ ) și de ieșire din val ( $\alpha^o$ ).

În zona de preîncălzire are loc o creștere însemnată a temperaturii superficiale a plăcilor, favorizând evaporarea solvenților fluxului și reducând șocul termic la intrarea în val.

În zona de contact (activă), are loc lipirea. În prima parte a zonei viteza relativă a plăcilor față de aliaj este maximă iar prezența terminalelor favorizează turbulența fluidului, asigurând pătrunderea aliajului în interstiții și eliminarea vaporilor de flux și solvenți prin antrenare. Pe măsura deplasării plăcilor, viteza relativă scade dar crește presiunea, ușurând umplerea găurilor, urcarea aliajului pe terminale.

În zona de ieșire viteza relativă este mică și unghiul de ieșire mic, astfel ca aliajul în exces are timp să se scurgă; mica înclinare a direcției de deplasare a plăcilor față de orizontală ușurează scurgerea aliajului prin efect gravitațional, încălzirea continuată în zona post-lipire favorizează de asemenea drenajul, mai ales în cazul lipirii pinilor lungi.

La utilizarea instalațiilor de lipire în val trebuie acordată atenție curățării la timp și cu eficiență a suprafeței aliajului (un strat de 2 - 3mm de impurități compromise lipirile, o parte din acestea fiind antrenate în val). De asemenea, periodic, în funcție de ce și cât se lipește, este necesară înlocuirea aliajului impurificat cu metale (cupru, metale de acoperire) dizolvate, oxizi și alți compuși formați în urma contactului cu plăcile, cu mediul și cu transportorul.

Instalațiile de lipire în val au două dezavantaje importante:

- nu pot realiza lipirea decât pe o singură față a cablajelor; deși se produc componente (de regulă pasive, cum sunt rezistoare, condensatoare ceramice) capabile să reziste la temperatura de lipire (timp limitat, 10 - 20secunde) și deci pot fi montate pe fața care trece prin val, utilizarea acestora este redusă;
- nu pot fi folosite pentru lipirea pieselor montate pe suprafață (SMD); pentru acestea sunt dezvoltate alte tehnologii de lipire.

### 2.3.5. Lipirea prin retopire (reflow)

Lipirea prin retopire (reflow) presupune retopirea aliajului depus pe suprafețele de lipit înainte de încălzire; în timpul lipirii nu se realizează aport de aliaj.

Tehnologiile de lipire prin retopire se pot grupa, după modul în care se face încălzirea pentru lipire, în două categorii:

- cu încălzire locală, la locul lipirii; terminalele se lipesc unul câte unul, în grupuri sau toate în același timp, în funcție de modalitatea concretă de încălzire;
- cu încălzire globală, a întregului ansamblu (suport, conductoare, piese).

Lipirea prin retopire presupune, ca primă etapă, **depunerea pastei de lipit** și eventual, a adezivului; apoi sunt parcurse mai multe etape: preîncălzirea, uscarea fluxului, retopirea aliajului de lipit și răcirea, în fiecare etapă temperatura trebuie să varieze în timp cu anumite viteze, între anumite valori; graficul variației în timp al temperaturii reprezintă profilul termic, o caracteristică esențială a procesului.

Tabelul 2.2. Comparație între diferite procedee de depunere a pastei de lipit

Procedeu	Avantaje	Dezavantaje
Transfer pe terminal	Proces rapid Utilaje simple Aplicabil pentru suprafețe neregulate Control aproximativ al cantității Întreținere simplă	Greu de automatizat Sistem deschis Gamă limitată de SMD-uri Nu se poate procesa imediat după depunere
Sub presiune (cu seringă, cu pompă cu piston, ...)	Utilaje mecanice simple Aplicabil pentru suprafețe neregulate Bun control al cantității Sistem închis Gamă largă de SMD-uri Se poate procesa imediat după depunere	Proces lent Greu de automatizat Întreținere pretențioasă
Cu șablon sau mască serigrafică	Procedeu rapid Utilaje mecanice simple Bun control al cantității Întreținere simplă Se poate procesa imediat după depunere	Aplicabil numai pentru suprafețe plane Greu de automatizat Sistem deschis Gamă limitată de SMD-uri

### **Depunerea adezivului**

Se face prin aceleași procedee ca și a pastei, de regulă pe suport (mai rar pe piese), sub formă de picături sau pelicule; de regulă, condițiile sunt mult mai puțin restrictive ca în cazul depunerii pastelor. Mult folosite sunt pompele cu presiune, tuburile cu deformare și procedeul serigrafic/cu șablon. Cantitatea necesară de adeziv depinde de mărimea pieselor - pentru piese mari se depun mai multe picături sau suprafețe mai mari. Peliculele sau picăturile trebuie să aibă înălțime suficientă pentru ca să facă contact bun cu piesele, pe suprafețe destul de mari. În cazul picăturilor, forma depinde de natura adezivului.

### **Lipirea prin conducție termică**

În această tehnologie se folosește un cap de încălzire, cu formă potrivită care se pune în contact cu terminalele în punctele de lipire și se apasă cu o forță redusă.

La aplicarea acestui procedeu, trei factori sunt esențiali: temperatura capului de lipire, durata încălzirii și forța de apăsare; cu cât acestea sunt mai mici (în limitele admise), pericolul de avariere este mai mic dar și durata operațiilor este mai mare.

### **Lipirea în fază de vapori**

Acest procedeu face parte dintre tehnologiile cu transfer global al căldurii. În această tehnică, plăcile, preîncălzite la 100 – 120°C, se introduc într-o incintă cu vapori saturați, deasupra unui lichid adus la fierbere.

Căldura se transferă ansamblului, în cea mai mare parte prin condensarea vaporilor pe plăcile relativ reci (acest transfer este foarte rapid, foarte eficient energetic) apoi prin convecție. Răcirea, după extragerea plăcilor din incinta de lipire, trebuie făcută destul de repede, pentru a preveni formarea granulelor de aliaj care încă este lichid.

Lipirea în fază de vapori are multe avantaje:

1. Temperatura în incintă se menține constantă, fără sisteme speciale (temperatura de fierbere și a vaporilor saturați este constantă la presiune constantă). Fluidele utilizate au temperatura de fierbere de 215 – 220°C și plăcile nu pot fi supraîncălzite iar lipirea se face mai rapid și la temperaturi mult mai joase decât în alte procedee (transferul căldurii, rapid și în cantitate suficientă, se datorează cedării căldurii latente și nu diferenței de temperatură). Controlul perfect al temperaturii este cel mai mare avantaj al procedurii; nici o altă metodă nu asigură un control atât de bun și de simplu.
2. Impurificarea fluxului și aliajului, prin oxidare în principal, este total evitată, lipirea având loc în atmosferă inertă. Ca urmare, se pot folosi fluxuri slab active sau inactive, în cantități mici, care dau reziduuri puține și sunt ușor de înlăturat. Lichidul în fierbere se impurifică puțin și poate fi recirculat mult timp fără dificultăți (în partea de sus a incintei este plasat un condensor răcit cu apă sau aer). Un grad de impurificare subsistă însă (mai ales în cazul fluxurilor „obișnuite”) și periodic este necesară oprirea instalației și curățarea lichidului (prin răcire pentru precipitarea fluxurilor și filtrare).
3. Se pot face lipiri pe subansamble cu configurații complicate, cu piese terminale foarte fine și apropiate (1,27 – 0,63mm), vaporii asigurând încălzirea întregului ansamblu;
4. Punerea în funcție a instalației este foarte rapidă - câteva minute (în alte procedee sunt necesare ore până la atingerea regimului termic de lucru).

### **Lipirea cu radiații infraroșii (IR)**

Lipirea cu radiații infraroșii (IR - Infrared Radiations) este un procedeu des folosit după 1984 și se poate face:

- cu încălzire locală, focalizând radiațiile în punctele de lipire;
- cu încălzire globală, dirijând radiațiile asupra întregului ansamblu.

Lipirea cu IR este un procedeu foarte flexibil - fluxul radiat poate fi ușor și precis controlat, curat, zonele de lipire nu sunt în contact cu sursa de căldură, lipirea se poate face ușor în atmosferă inertă (azot) iar costul echipamentelor și al întreținerii este relativ redus.

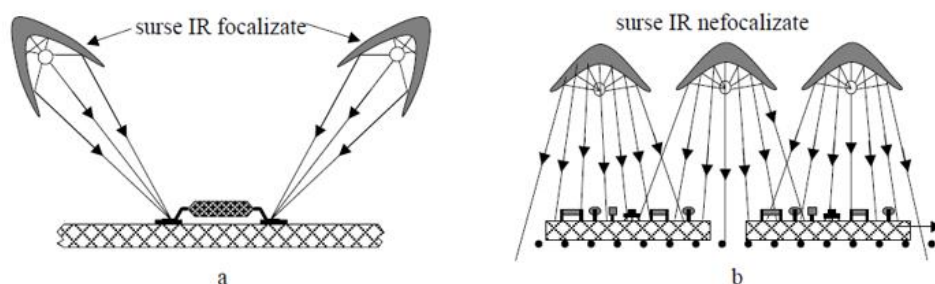


Fig. 2.14. Principiul lipirii cu radiații infraroșii: a - local, b – global [10]

O instalație de lipire cu lămpi de IR cuprinde: incinta de încălzire cu sursele de IR, sistemul de transport al plăcilor, blocul de alimentare și sistemul de reglaj cu comenzi accesibile de la panou pentru realizarea profilului termic potrivit (traductori de temperatură, blocurile de reglaj a curentului lămpilor și blocul de reglaj al vitezei de deplasare a plăcilor).

În prezent, majoritatea acestor echipamente permit lucrul în atmosferă de azot (inertă). Instalațiile sunt acoperite cu un capac (folie plastică pe rame metalice) iar plăcile intră și ies prin perdele; în interior se introduce azot cu o presiune puțin peste cea atmosferică. Etanșeitatea nu e perfectă, dar nici nu e necesar.

### 2.3.6. Dezlipirea componentelor electronice

Cea mai folosita metodă este cea cu pompa de cositor (figura 2.15). Este potrivită pentru dezlipit câte o componenta pentru a o înlocui. Se procedează astfel:

- se împinge în jos pistonul pompei până se blochează;
- se aduce în dreptul lipiturii atât capătul pompei cât și vârful ciocanului de lipit;
- se așteaptă câteva secunde până se topește aliajul de lipit;
- se apasă butonul pompei astfel încât să se elibereze pistonul și să se aspire aliajul de lipit;
- se repetă operațiunea dacă este necesar.

ig.  
2.15.  
Pom  
pă



pentru dezlipit [11]

O alta metoda este cea cu tresa care absoarbe cositorul prin capilaritate. E bună pentru circuitele integrate unde pinii sunt foarte apropiați.

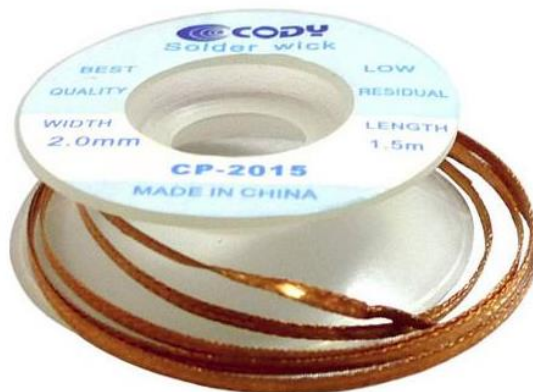


Fig. 2.16. Tresa de cupru pentru dezlipit [11]

Se procedează astfel:



- se aduce capătul tresei și vârful ciocanului de lipit în dreptul lipiturii;
- pe măsură ce aliajul de lipit se topește, acesta trece din lipitură în tresă;
- se îndepărtează mai întâi tresa și apoi vârful ciocanului de lipit;
- se taie din tresă bucata încărcată cu aliajul de lipit.



Fig. 2.17. Stație de dezlipit profesională [11]

Cea mai eficientă metodă este cea în care se utilizează o stație de dezlipit (figura 2.17.) mai mult sau mai puțin profesională. Aceasta constă într-un ciocan de lipit cu un vârf găurit prin care este absorbit cositorul cu o pompă de vid.

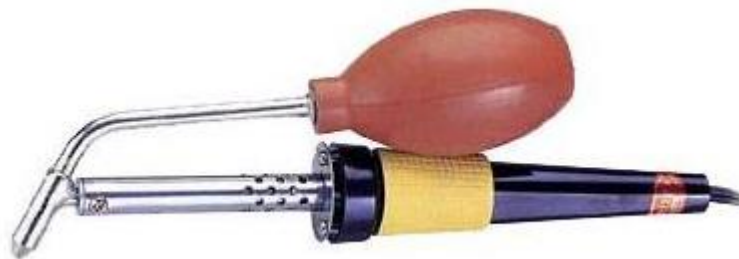


Fig. 2.17. Ciocan de lipit cu pară de cauciuc pentru dezlipit [11]

Există și niște variante mai ieftine la care pompa de vid este înlocuită cu o pară de cauciuc (figura 2.17.) sau o pompă cu arc.

Folosirea tehnologiei SMD în electronică necesită instrumente noi pentru a putea utiliza componentele SMD. Penseta SMD pentru lipire/dezlipire (figura 2.18.) asigură manevrarea simplă a acestor componente. Remarcabil este faptul că aproape fiecare stație de lipit poate fi echipată ulterior cu această pensetă, ceea ce înseamnă că stațiile devin compatibile cu lucrul pe componente SMD. Unitatea de control permite ajustarea, în mod continuu, a temperaturii pensetei SMD; totodată vârful este ales în funcție de componenta SMD de prelucrat.



Fig. 2.18. Pensetă SMD pentru lipire/dezlipire [12]

## 2.4. Ecranarea electromagnetică

La cuplajului parazit realizat prin radiație, energia electromagnetică se transferă de la sursa perturbatoare la receptor (“victimă”) atât prin câmp electric, cât și prin câmp magnetic care se propagă în spațiu sub formă de unde electromagnetice.

Metoda de protecție împotriva cuplajului electromagnetic se numește ecranare electrică, ecranare magnetică, respectiv ecranare electromagnetică, în funcție de natura câmpului perturbator;

Mijloacele de protecție utilizate se numesc ecrane electrice, ecrane magnetice și ecrane (blindaje) electromagnetice.

Un ecran electromagnetic este o anvelopă conductoare care separă spațiul în două regiuni, una care conține sursele de câmp electromagnetic și alta, care nu conține astfel de surse.

Funcția ecranului este, deci, să izoleze cele două regiuni, una față de cealaltă, din punct de vedere al prezenței câmpului electromagnetic.

Pentru a-și îndeplini această funcție, rolul ecranului este de a oferi o aceeași referință de potențial atât pentru circuitele externe, cât și pentru circuitele interne (din interiorul anvelopei).

Probleme ecranării comportă, așadar, două aspecte:

- proiectarea, construcția și determinarea efectelor ecranului;
- modul de conectare a ecranului la masă.

Cele două aspecte sunt la fel de importante pentru că practica demonstrează că un ecran bine construit, dar legat greșit la masă conduce la apariția unor perturbații mai mari decât în lipsa ecranului.

Efectul de ecranare este reciproc, adică este indiferent dacă câmpul care trebuie atenuat se află în interiorul sau în exteriorul anvelopei de ecranare, așa cum se observă în figura 2.19.

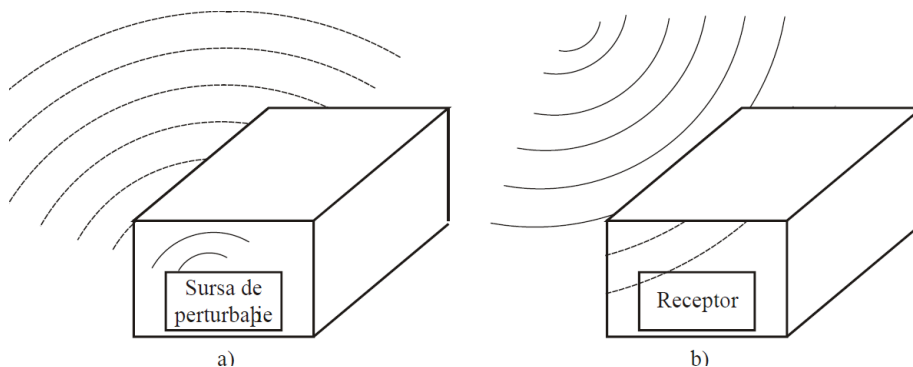


Fig.2.19. Reciprocitatea efectului de ecranare; a) atenuarea radiației sursei de perturbații; b) protecția receptorului față de radiațiile perturbatoare. [13]

Atenuarea ecranelor se definește atât pentru câmpul electric și câmpul magnetic, cât și pentru câmpul cuplat,electromagnetic, adică:

– atenuarea ecranului în câmp electric sau în câmpuri cuplate (electromagnetice):

$$\underline{Q} = \frac{\text{intensitate câmp interior ecranului}}{\text{intensitate câmp exterior, în absența ecranului}} \quad (2.1.)$$

De regulă, factorul de ecranare este un număr complex. În practică se lucrează însă cu factorul de atenuare sau eficacitatea ecranului care este logaritmul inversului factorului de ecranare, adică:

$$a_e = 20 \lg \frac{1}{|\underline{Q}|} \text{dB} \quad (2.2.)$$

sau, altfel exprimată:

$$a_e = 20 \lg \left| \frac{\text{câmp fără ecran}}{\text{câmp cu ecran}} \right| \text{dB} \quad (2.3.)$$

**Observație:** Atenuarea unui ecran este un număr fără dimensiuni și reprezintă pentru ecran ceea ce reprezintă pierderea de inserție pentru un filtru, adică, efectul de reducere a perturbației.

Atenuarea ecranelor se definește atât pentru câmpul electric și câmpul magnetic, cât și pentru câmpul cuplat,electromagnetic, adică:

– atenuarea ecranului în câmp electric sau în câmpuri cuplate (electromagnetice):

$$a_E = 20 \lg \frac{|\underline{E}| \text{ fără ecran}}{|\underline{E}| \text{ cu ecran}} \text{dB} \quad (2.4.)$$

– atenuarea ecranului în câmp magnetic:

$$a_M = 20 \lg \frac{|\underline{H}| \text{ fără ecran}}{|\underline{H}| \text{ cu ecran}} \text{dB} \quad (2.5.)$$

Valorile pozitive ale factorului reprezintă atenuarea unei perturbatoare, iar valorile negative, deși s-ar crede că ele corespund unei amplificări a radiației perturbatoare, reprezintă, de fapt, un efect de directivitate. Într-adevăr, un ecran se poate comporta, la înaltă frecvență, ca o antenă directivă care concentrează radiația într-o direcție privilegiată.

### 2.4.1. Ecrane electromagnetice

Odată cu creșterea frecvenței, modul de tratare cvasistaționară a câmpurilor (electric și magnetic) își pierde valabilitatea deoarece curenții de deplasare produși de câmpul magnetic sunt mari și nu mai pot fi neglijați. Acest fenomen apare, mai ales, când ecranul se află într-un câmp îndepărtat față de sursa de perturbații, unde câmpurile electric și magnetic sunt cuplate prin impedanța de undă a mediului ( $Z_0 = 377 \Omega$ ).

Câmpul electric solenoidal  $E_I$  al unde electromagnetice incidente la suprafața ecranului provoacă apariția unor curenți în pereții ecranului.

Acești curenți generează un câmp magnetic de reacție  $H_R$ , care produce, la rândul său, prin inducție, un câmp electric solenoidal de reacție,  $E_R$ . Câmpurile de reacție  $E_R$  și  $H_R$ , formează, împreună, o undă electromagnetică reflectată de către ecran. Rezultă că ecranul aflat într-un câmp electromagnetic perturbator, devine, el însuși, emițător de unde electromagnetice.

În regimul stabilizat, câmpul electromagnetic în spațiul exterior ecranului este format din suprapunerea unde electromagnetice incidente cu unda electromagnetică reflectată de ecran, adică:

$$E = E_I + E_R, \quad (2.6.)$$

iar în pereții ecranului, câmpul electric incident și cel reflectat se compensează reciproc, adică:

$$E_I + E_R = 0 \quad (2.7.)$$

### 2.4.2. Ecranarea câmpurilor electrostatice

Dacă o sferă conductoare, goală în interior, se află într-un câmp electrostatic asupra sarcinilor electrice din materialul peretelui sferei acționează forța electrostatică  $F = QE$  care produce redistribuirea sarcinilor până când componenta tangențială a intensității câmpului electric la suprafața exterioară a sferei devine nulă, iar liniile câmpului electric devin normale la suprafața sferei.

Câmpul electric interior (care este un câmp imprimat) produs de sarcinile redistribuite va anula câmpul perturbator exterior în orice punct din interiorul sferei.

Fenomenul se produce la fel pentru orice corp conductor gol în interior indiferent de forma sa geometrică. Acest efect este cunoscut sub denumirea de efectul cuștii Faraday.

Factorul de atenuare al unui ecran fără îmbinări față de câmpurile electrostatice este infinit.

Componentele normale ale intensității câmpului electric în interiorul și exteriorul ecranului se obțin pe baza legii fluxului electric, iar componentele tangențiale sunt nule.

### 2.4.3. Ecranarea câmpurilor magnetice

În cazul câmpurilor magnetostatice nu există un efect de ecranare bazat pe redistribuirea „sarcinilor” deoarece „sarcinile magnetice” nu există și, deci, nu pot fi separate.

Câmpurile magnetostatice pot fi ecranate prin învelișuri feromagnetice cu permeabilitate magnetică mare. În cazul ecranelor feromagnetice de înaltă permeabilitate și cu pereți groși, din cauza refracției liniilor decâmp magnetic la suprafața dintre cele două medii (aer - fier), fluxul magnetic se închide preponderent prin pereții ecranului.

#### 2.4.4. Realizarea ecranelor

Dacă cerințele privind eficacitatea ecranării sunt reduse, pot fi realizate ecrane și din împletituri metalice sau se poate considera ca ecran electromagnetic, armătura din fier beton a clădirilor. Efectele acestor ecrane sunt, însă, foarte slabe și utilizarea lor nu reprezintă o soluție tehnică acceptabilă.

În cele mai multe cazuri, carcasa metalice ale aparatelor și echipamentelor electrice joacă și rolul de ecrane electromagnetice. Înlocuirea crescândă, în ultimul timp, a carcaselor metalice cu carcasa din materiale plastice (materiale izolante) a impus realizarea unor materiale plastice conductoare, respectiv materiale plastice metalizate.

Materialele plastice cu conductivitate intrinsecă sunt, în prezent, în faza de cercetare. Cele care corespund stadiului actual al tehnicii conțin adaosuri de materiale conductoare ca negru de fum, pulberi metalice etc. și sunt adecvate numai unor anumite utilizări. În multe cazuri, însă, materialele plastice sunt prevăzute în interior cu un strat conductor realizat prin metalizare cu flacără sau cu plasmă, aplicare de lacuri conductoare, tratament galvanic, vaporizare în vid etc.

Ferestrele ecranate se realizează, de obicei, prin depuneri metalice transparente pe sticlă (implantare de ioni, evaporare sub vid). Efectul de ecranare al depunerilor transparente conductoare este, însă, limitat ele oferind o atenuare bună numai pentru câmpurile electrice cvasistaționare, față de câmpurile magnetice cvasistaționare ecranarea realizată fiind foarte redusă. La frecvențe mari, o eficacitate bună de ecranare o oferă țesăturile din fire metalic, transparente.

De multe ori, alegerea materialului pentru ecrane depinde, nu numai de efectul de ecranare propriu-zis, ci și de alte puncte de vedere, ca de exemplu: dacă materialul ecranului servește la realizarea învelișului unei clădiri deja existente, dacă ecranul trebuie să formeze o cabină ecranată autoportantă, dacă în locul de amplasare există probleme de coroziune, etc.

#### Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Asamblările nedemontabile directe (care realizează direct legătura dintre piesele componente) pot fi realizate prin::

- a. sudare, nituire, lipire
- b. pene, știfturi, caneluri
- c. filetare, nituire, poansonare
- d. poansonare, îndoire, crestare, strângere

2. Nituirile mecanice au următoarele avantaje:

- a. scad costurile și crește productivitatea
- e. scade rezistența nituirii
- f. nituirea se face mai încet
- g. gaura de nit nu se umple mai bine

3. Ce defecte apar la lipirea cu ciocanul datorită contactului nedorit al vârfului cu suprafețe conductoare apropiate sau în cazul excesului de aliaj?

- a. lipituri reci
- b. lipituri arse
- c. lipituri cu lipsă de aliaj
- d. lipituri cu scurtcircuit

4. O lipitură bună cu ciocanul de lipit este atunci când:
  - a. suprafața lipiturii are formă de menisc convex
  - b. aliajul nu are suprafață netedă, fără impurități
  - c. unghiul de lipire este mic (sub  $15 - 30^\circ$ )
  - d. unghiul de lipire este mare (peste  $70 - 90^\circ$ )
  
5. La lipirea în val, în care din cele patru zone ale valului are loc lipirea?:
  - a. zona de preîncălzire
  - b. zona de contact
  - c. zona de ieșire
  - d. zona de postîncălzire
  
6. Unul dintre avantajele lipirii în val este:
  - a. poate fi folosit pentru lipirea pieselor montate pe suprafață (SMD)
  - b. nu se poate realiza lipirea decât pe o singură față a cablajelor
  - c. asigură lipituri de bună calitate, cu foarte puține defecte (șoc termic redus, fără exces de aliaj, fără stalactite)
  - d. prețul ridicat al instalației
  
7. Prima etapă în procesul de lipire prin retopire este:
  - a. preîncălzirea
  - b. depunerea pastei de lipit și a adezivului
  - c. uscarea fluxului
  - d. retopirea aliajului de lipit și răcirea
  
8. Care dintre procedeele de lipire prin retopire (reflow) se poate face numai prin încălzire globală?:
  - a. lipirea în fază de vapori
  - b. lipirea cu radiații infraroșii
  - c. lipirea prin conducție termică
  - d. lipirea prin imersie în baie statică
  
9. Care dintre următoarele unelte se poate folosi numai pentru dezlipit:
  - a. tresa de cupru
  - b. ciocanul de lipit
  - c. stația de lipit/dezlipit
  - d. penseta SMD pentru lipire/dezlipire
  
10. Un ecran electromagnetic se realizează din materiale:
  - a. semiconductoare
  - b. izolatoare
  - c. conductoare
  - d. textile

Răspunsuri corecte: 1d, 2a, 3d, 4c, 5b, 6c, 7b, 8a, 9a, 10c

### CAP. 3. UTILIZAREA APARATELOR DE MĂSURĂ ȘI CONTROL ȘI EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR

#### 3.1. Elementele componente ale unui proces de măsurare : mijloace de măsurare, etaloane, metode de măsurare

##### 3.1.1. Mijloace de măsurare. Etaloane

##### 3.3.1.1. Procesul de măsurare

Măsurarea este ansamblul 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 ca relația (3.1).

$$x = X_m \cdot U_m \quad (3.1.)$$

Exemplu :      timp      = 3 ore  
                  tensiune = 40 kV  
                  masă      = 60 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) ;
- un proces, atunci când odată realizate anumite condiții, măsurarea se efectuează pe baza energiei proprii a sistemului (măsurarea tensiunii electrice cu voltmetrul).

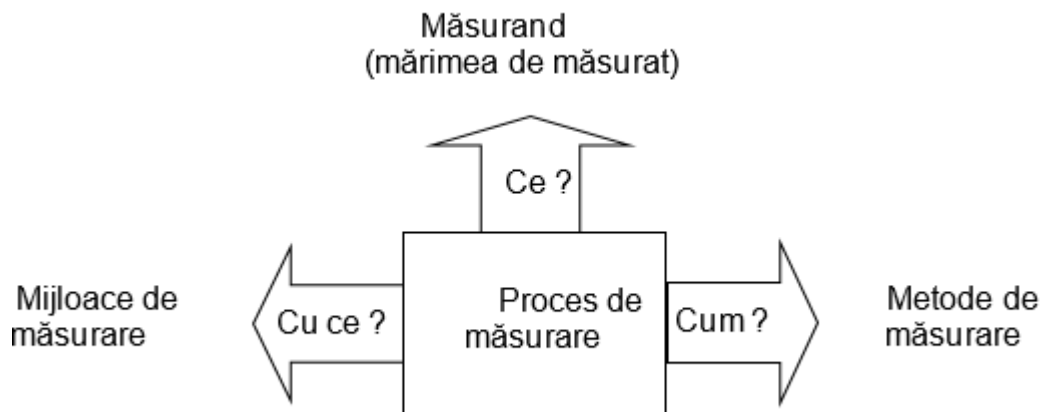


Figura 3.1. Schema procesului de măsurare [14]

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.

### **3.1.1.2. 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.

- 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 reperele unei scări gradate.

- mijloace de măsurare digitale (numerice) la care rezultatul măsurării este prezentat direct sub formă numerică.

### **3.1.1.3. 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.

### 3.1.2. 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.
- 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) 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) 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) 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 palpăre, transmitere și amplificare.

### 3.1.3. Mărimi de măsurat, 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 3.1.. SI cuprinde mărimi și unități derivate care sunt prezentate în tabelul 3.2.

Tab. 3.1. Mărimi fundamentale, suplimentare [14]

Mărime fundamentală			
Denumire	Simbol	Unitate de măsură	
		Denumire	Simbol
Lungime	l	metru	m
Masă	m	kilogram	kg
Timp	t	secundă	s
Intensitatea curentului electric	İ	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

Tab. 3.2. Mărimi derivate

Mărime 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 (tabelul 3.3.), care se adaugă la denumirile unităților SI formând multipli sau submultipli.

Tab. 3.3. 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.

- **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. Unitatea de măsură în SI este ohmul ( $\Omega$ ).

$$R = U/I \quad (3.2.)$$

în care R – rezistența electrică [ $\Omega$ ];

U – tensiunea electrică [V];

I – intensitatea curentului electric [A].

- **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)

- **Tensiunea 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. 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).

$$Z = U/I \quad (3.3.)$$

în care Z – impedanța electrică [ $\Omega$ ];

U – tensiunea electrică [V];

I – intensitatea curentului electric [A].

- **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. Unitatea de măsură pentru inductanță este henry (H).

$$L = \Phi/I \quad (3.4.)$$

în care L – inductanța electrică [H];

$\Phi$  – fluxul magnetic [Wb];

I – intensitatea curentului electric [A].

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 electrică** 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. Unitatea de măsură pentru capacitate este faradul (F).

$$C = Q/U \quad (3.5.)$$

în care C – capacitatea electrică [ $\Omega$ ];

Q – sarcina electrică [C];

U – tensiunea electrică [V].

- **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 dată de relația (3.6.), iar reactanța capacitivă este dată de relația (3.7.)

$$X_L = L \cdot \omega \quad (3.6.)$$

$$X_C = \frac{1}{C \cdot \omega} \quad (3.7.)$$

unde  $\omega = 2\pi f$  reprezintă pulsația;

$X_L$  – reactanța inductivă [ $\Omega$ ];

$X_C$  – reactanța capacitivă [ $\Omega$ ];

iar f este frecvența [Hz].

- **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 :

$$Q = X/R, \quad (3.8.)$$

în care Q – factorul de calitate;

X – reactanța electrică [ $\Omega$ ];

R – rezistența electrică [ $\Omega$ ].

Factorul de calitate este o mărime adimensională, este un număr.

- **Puterea** reprezintă energia consumată în unitatea de timp.

$$P = W / t \quad (3.9.)$$

în care P – puterea electrică [W];

W – energia electrică [J];

t – timpul [s].

În curent alternativ se definesc puterile: activă, reactivă și aparentă definite de relațiile (3.10.) – (3.12.).

$$P = UI \cos \varphi \quad (3.10.)$$

$$Q = UI \sin \varphi \quad (3.11.)$$

$$S = UI \quad (3.12.)$$

- în care:
- P puterea activă [ W ]
  - Q puterea reactivă [ VAR ]
  - S puterea aparentă [ VA ]

- $\varphi$  unghiul de defazaj între U și I

Între cele trei puteri există relația

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (3.13.)$$

- **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.

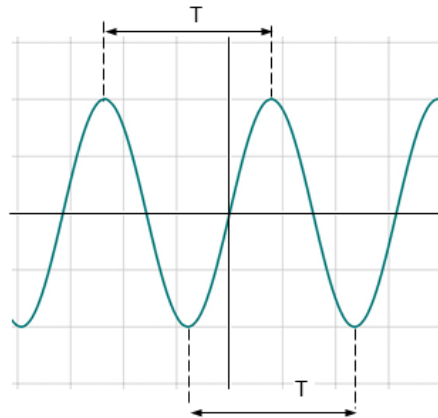


Fig.3.2. Perioada unui semnal sinusoidal [14]

- **Frecvența  $f$**  a semnalului alternativ este inversul perioadei  $T$  și reprezintă fizic numărul de oscilații complete pe secundă. Unitatea de măsură pentru frecvență se numește hertz ( Hz ).

$$f = 1/ T \quad (3.14.)$$

- **Lungimea de undă** reprezintă drumul parcurs de semnalul alternativ pe durata unei perioade. Unitatea de măsură pentru lungimea de undă este metrul ( m ).

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} \quad (3.15.)$$

$\lambda$  - lungimea de undă, [ m ];

$c$  – viteza luminii =  $3 \cdot 10^8$  m/s;

$T$  – perioada [s];

$f$  – frecvența [hz].

#### - 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.

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.

- **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 lărgimea 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.

**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.**

### 3.2. Erorile măsurărilor, eroarea absolută, relativă, raportată, tolerată, clasa de precizie.

#### 3.2.1. 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.

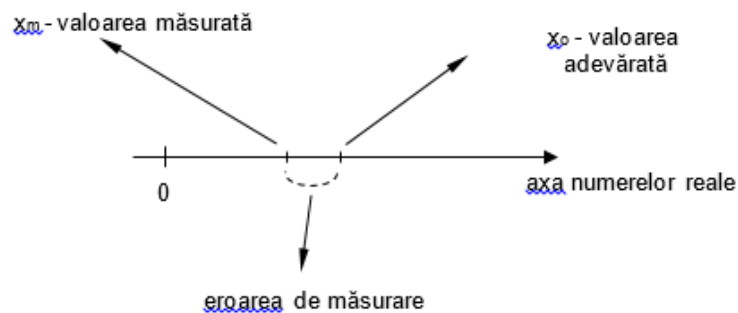


Fig. 3.3. Eroarea de măsurare [14]

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**

$$\Delta x = x_m - x_0 ; \quad (3.16.)$$

în care:  $\Delta x$  este eroarea absolută;

$x_m$  este valoarea măsurată;

$x_0$  este valoarea reală a mărimii măsurate.

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**

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100 = \frac{x_m - x_0}{x_0} \cdot 100[\%] \quad (3.17.)$$

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.

### 3.2.2. Erorile aparatelor de măsurat

- *Eroarea instrumentală* este diferența între indicația în momentul măsurării și indicația exactă (de referință) a aparatului (instrumentului) de măsurat.

$$\Delta a = a_m - a \quad (3.18.)$$

în care:  $\Delta a$  este eroarea instrumentală;

$a_m$  este indicația aparatului în momentul măsurării;

$a$  este indicația exactă a aparatului.

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. Exemplu : Un miliampermetru de 100 mA poate avea o eroare instrumentală de 1 mA.

$$\varepsilon_{i \max} = (a_m - a)_{\max} \quad (3.19.)$$

Eroarea absolută cu semn schimbat se numește corecție  $c$  este dată de relația:

$$c = - \Delta x ; \quad (3.20.)$$

Corecția este adăugată la rezultatul măsurării pentru a obține valoarea mărimii de măsurat.

$$x = x_m + c \quad (3.21.)$$

- *Eroarea raportată tolerată* este raportul între eroarea instrumentală tolerată și valoarea maximă pe care o indică aparatul respectiv, exprimat de obicei în procente :

$$\varepsilon_{\text{rap}} = \frac{(a_m - a)_{\max}}{a_{\max}} \cdot 100[\%] . \quad (3.22.)$$

unde  $a_{\max}$  este indicația (valoarea de la capătul scalei gradate).

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 scalei gradate).

### 3.2.3. Marcarea aparatelor de măsurat analogice

Cadrantul aparatului este suportul pe care este trasată scara gradată. Pe cadran există o serie de simboluri care transmit informații operatorului: simbolul unității de măsură a mărimii măsurate, simbolul principiului de funcționare, natura curentului, indicele clasei de exactitate (precizie), simbolul poziției normale de funcționare, tensiunea de încercare dielectrică, simboluri care dau indicații privind securitatea utilizării aparatului (tabelul 3.4.).

Tabelul 3.4. Simboluri de pe cadranul aparatelor de măsură [15]

A. Simboluri care indică principiul de funcționare		A. Simboluri care indică principiul de funcționare	
	Instrument magnetoelectric cu cadru mobil		Instrument termoelectric cu termoelement
	Logometru magnetoelectric	B. Simboluri care indică felul curentului măsurat	
	Instrument cu magnet mobil		Curent continuu
	Instrument feromagnetic (cu fier mobil)		Curent alternativ monofazat
	Instrument electrodinamic		Curent continuu și curent alternativ monofazat
	Instrument ferodinamic		Curent alternativ trifazat
	Logometru electrodinamic	C. Simboluri care indică clasa de precizie	
	Logometru ferodinamic	1,5	Clasa se referă la erorile exprimate în procente din valoarea convențională (ex 1,5)
	Instrument de inducție		Idem din lungimea scării gradate (ex. 1,5)
	Instrument cu lamele vibrante		Idem din valoarea măsurată (ex. 1,5)
	Instrument electrostatic	D. Simboluri care indică poziția normală de funcționare	
	Instrument termic (cu fir cald)		Cu cadranul vertical
	Instrument bimetalic		Cu cadranul orizontal
	Instrument cu redresor		Cu cadranul înclinat față de orizontală (ex. 60°)

E. Simboluri care indică tensiunea de încercare		E. Simboluri care indică tensiunea de încercare	
	Tensiunea de încercare 500V		Bornă de pământ
	Tensiune de încercare peste 500V (ex. 2kV)	F. Simboluri care indică felul ecranării	
	Nu se pretinde încercare dielectrică		Ecranare electrostatică
	Protecție împotriva tensiunii înalte care depășește tensiunea de încercare		Ecranare magnetică

Exemplu: În figura 3.4 sunt explicate semnificațiile simbolurilor de pe cadranul aparatului.

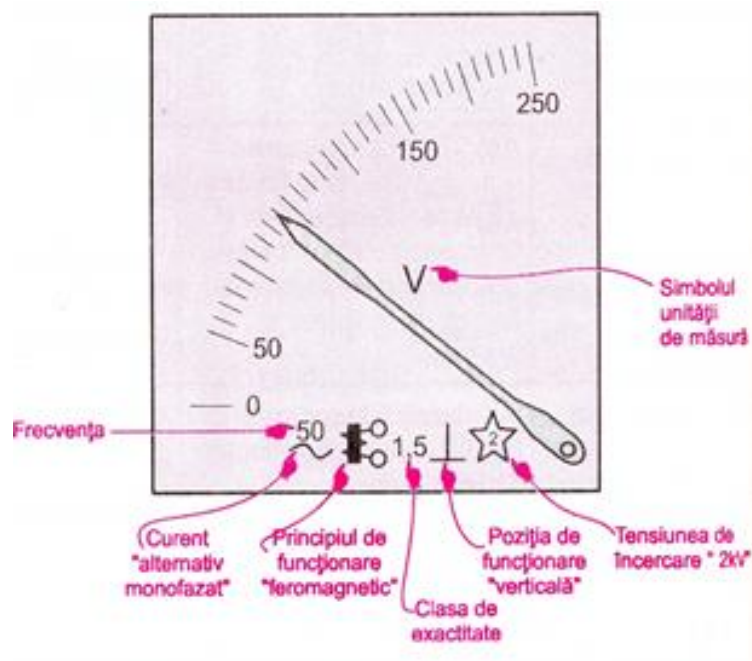


Fig. 3.4. Exemplu de cadran al unui voltmetru analogic

### 3.3. Aparate de măsură și control: voltmetrul, ampermetrul, frecvențmetrul, q-metrul, punți RLC, megohmmetrul, osciloscopul

#### 3.3.1. Voltmetrul

Voltmetrul (fig. 3.5.) este un mijloc de măsurare folosit pentru măsurarea tensiunii electrice. Voltmetrul poate fi analogic sau digital.

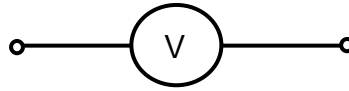


Fig. 3.5. Simbolul unui voltmetru [14]

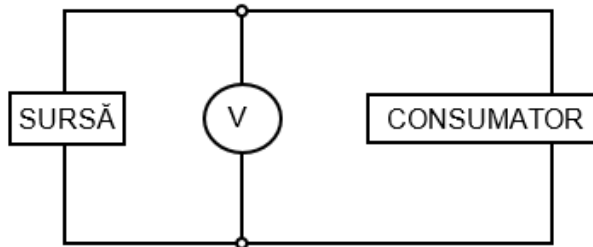


Fig. 3.6. Conectarea voltmetrului în circuit [14]

Voltmetrul se conectează în paralel cu circuitul, sursa sau consumatorul (fig. 3.6.). 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  $R_v \geq k\Omega \div$  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 nu mai funcționeze normal.

Observație : Este interzis a se conecta voltmetrul în serie în circuit.

#### ***Voltmetre de curent continuu***

Voltmetrul se conectează în paralel cu circuitul. Sursa este de curent continuu (baterie) iar consumatorul este un rezistor  $R$ .

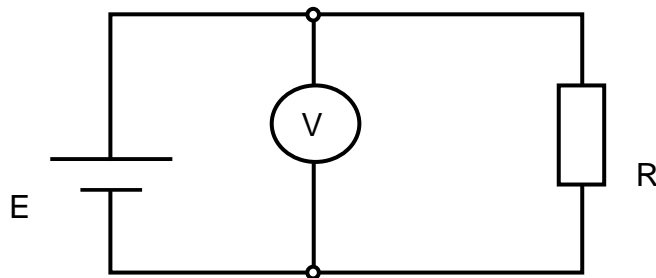


Fig. 3.7. Voltmetru de curent continuu [14]

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 magnețoelectric.

#### ***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).

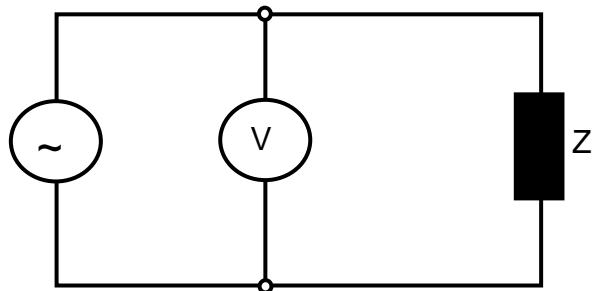


Fig. 3.8. Voltmetru de curent alternativ [14]

În curent alternativ nu contează polaritatea bornelor. În curent alternativ se poate folosi un voltmetru magneoelectric 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 :

$$C_U = \frac{U_n}{\alpha_{\max}} \left[ \frac{\text{V}}{\text{div}} \right] ; \quad (3.24.)$$

$$U = C_U \cdot \alpha \text{ [V]}. \quad (3.25.)$$

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

#### **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  $I = I_V$ .

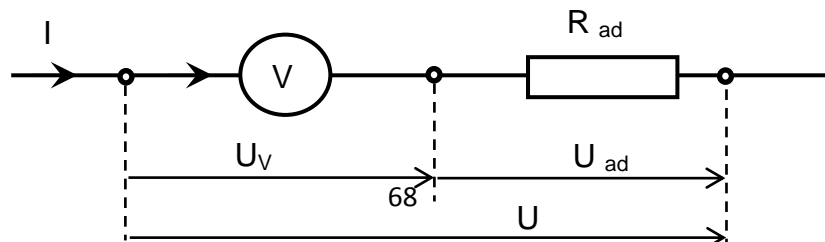


Fig. 3.9. Extinderea domeniului de măsurare la voltmetru [14]

Se face notația:

$$\frac{U}{U_v} = n \quad (3.26.)$$

În care:

U este tensiunea pe care o poate măsura voltmetrul cu rezistența adițională;

U<sub>v</sub> este tensiunea nominală a voltmetrului;

n este un coeficient de multiplicare al tensiunii, care arată de câte ori tensiunea de măsurat este mai mare decât tensiunea nominală a voltmetrului.

Rezultă :

$$R_{ad} = R_v(n-1) \quad (3.27.)$$

### Rezistența în ohmi pe volt

Rezistența în ohmi pe volt ce caracterizează un aparat este inversul curentului său nominal.

$$R \left[ \frac{\Omega}{V} \right] = \frac{1}{I_a} \quad (3.28.)$$

În care:

R [Ω/V] este rezistența în ohmi pe volt;

I<sub>a</sub> este curentul nominal al aparatului.

### 3.3.2. Ampermetrul

Ampermetrul este un mijloc de măsurare folosit pentru măsurarea intensității curentului electric. Ampermetrul (fig. 3.10.) poate fi analogic sau digital.



Fig. 3.10. Simbolul unui ampermetru [14]

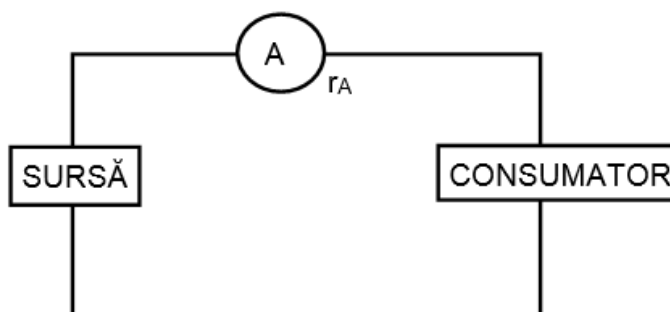


Fig. 3.11. Conectarea ampermetrului în circuit [14]

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  $\Omega$ .

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.

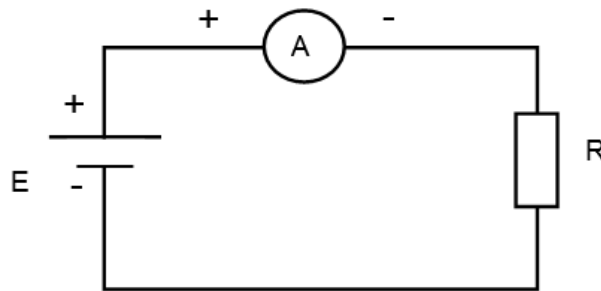


Fig. 3.12. Montarea ampermetrului de c. c. în circuit [14]

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 (fig. 3.13). Sursa este un generator de semnal alternativ G iar consumatorul este o impedanță Z (mărime complexă formată din rezistență, inductanță și capacitate).

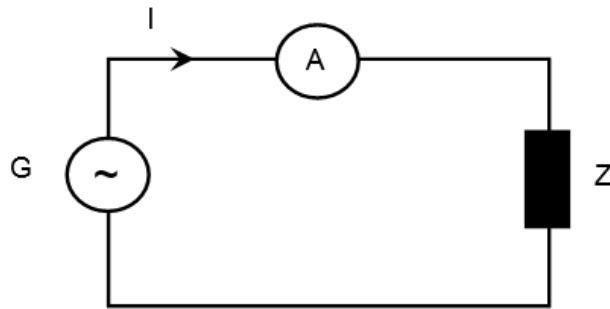


Fig. 3.13. Conectarea ampermetrului în curent alternativ [14]

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 gradate:

$$C_I = \frac{I_n}{\alpha_{\max}} \left[ \frac{\text{A}}{\text{div}} \right]; \quad (3.29.)$$

$$I = C_I \cdot \alpha \text{ [A]}, \quad (3.30.)$$

unde :

$I_n$  – valoarea curentului nominal pentru domeniul respectiv;

$\alpha_{\max}$  – numărul maxim de diviziuni ale scării gradate;

$\alpha$  - numărul de diviziuni arătate de acul indicator.

#### ***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.

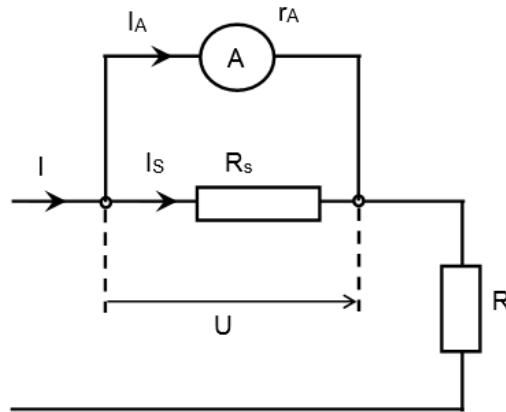


Fig. 3.14. Ampermetru cu șunt [14]

Se notează:

$$\frac{I}{I_A} = n \quad (3.31.)$$

în care:

$n$  este coeficient de multiplicare sau factor de șuntare;

$I$  este curentul de măsurat ;

$I_A$  este curentul nominal al ampermetrului .

$$R_s = \frac{r_A}{n-1} \quad (3.32.)$$

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.

### 3.3.3. Megohmmetrul

Pentru măsurarea rezistențelor foarte mari, peste  $10^5 \Omega$ , se folosesc megohmmetre. 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.

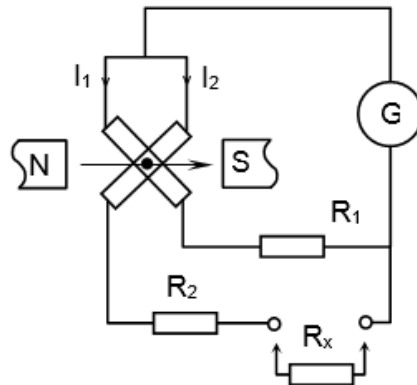


Fig. 3.15. Schema electrică a megohmmetrului cu logometru magnetoelectric [14]

$$\alpha_i = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = f\left(\frac{R_1}{R_2 + R_x}\right) = f_2(R_x) \quad (3.33.)$$

în care:

- $\alpha_i$  este deviația acului indicator;
- $I_1$  și  $I_2$  sunt curenții prin bobinele logometrului;
- $R_1$  și  $R_2$  sunt rezistențele bobinelor logometrului;
- iar  $R_x$  este rezistența de măsurat.

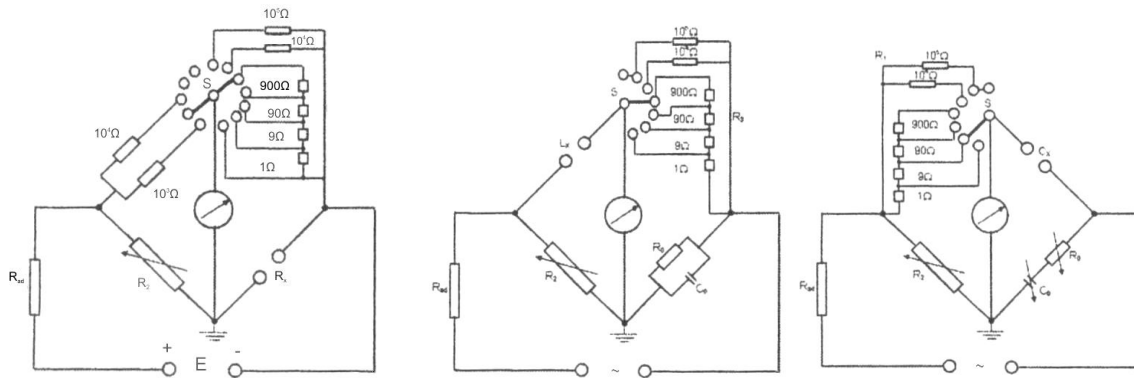
Indicațiile megohmmetrului cu logometru sunt în funcție numai de rezistența de măsurat, fiind independente de tensiunea sursei, adică de viteza de rotație a manivelei inductorului. Ca urmare, aceste megohmmetre nu necesită nici o reglare prealabilă măsurării.

### 3.3.4. Punți RLC

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 3.16 :



F  
ig. 3.16  
Sche  
mele  
punț  
ilor  
RLC  
[14]

M  
ăsur  
area rezistențelor se face cu montajul de punte Wheatstone (fig. 3.16.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. 3.16.b). Se pot măsura inductanțe cuprinse între  $10^{-6}$  și  $100H$ , cu o eroare de  $\pm 1\%$ .

Capacitățile se măsoară cu un montaj de punte Sauty (fig. 3.16.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  $100 \mu F$ , 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.

Exemplu puntea RLC – E0704

- rezistențe  $0,5 \Omega$  –  $105 M\Omega$
- capacități  $1 pF$  –  $1050 \mu F$
- inductanțe  $50 \mu H$  –  $105 H$

Panoul frontal al unei punți RLC - cuprinde următoarele elemente (conform figurii 3.17.) :

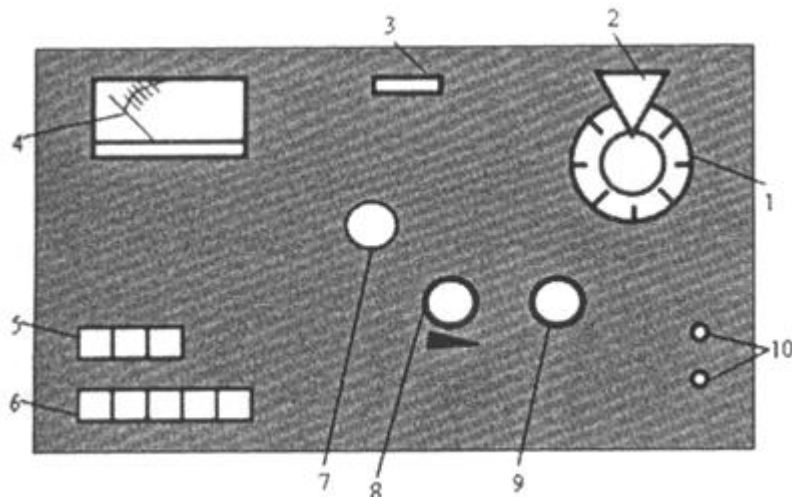


Fig. 3.17. Panoul frontal al unei punți RLC [14]

- 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 sau C)
- 6 - comutatorul subdomeniilor de lucru (5 poziții,  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 10^2$ ,  $\times 10^3$ ,  $\times 10^4$ )
- 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  $R_x$  )

### ***Punți digitale***

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. 3.18.).



Fig. 3.18. Punți RLC digitale [14]

### **3.3.5. 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 este în figura 3. 19.

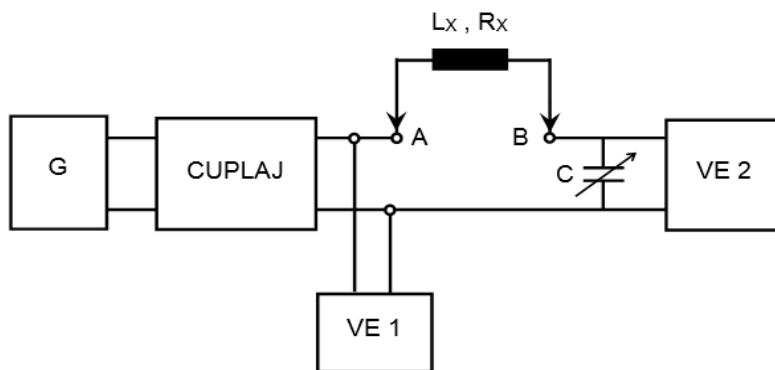


Fig. 3.19. Schema de principiu a Q-metrului [14]

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.

#### Modul de lucru

Dacă circuitului LC i se aplică în serie o tensiune  $U_1$ , intensitatea curentului prin acest circuit va fi :

$$I = \frac{U_1}{R_L + j \cdot \left( \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C} \right)} ; \quad (3.34.)$$

Variind capacitatea condensatorului C sau frecvența generatorului, se aduce circuitul LC la rezonanță. În acest caz:

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \quad (3.35.)$$

și intensitatea curentului devine maximă :

$$I = I_{\max} = \frac{U_1}{R_L} . \quad (3.36.)$$

Rezonanța este pusă în evidență de voltmetrul VE<sub>2</sub> care măsoară la rezonanță, la bornele condensatorului tot o tensiune maximă :

$$U_{2\max} = I_{\max} \cdot X_C = \frac{U_1}{R_L} \cdot \frac{1}{\omega_0 C} \quad (3.37.)$$

Înlocuind

$$\frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L \quad (3.38.)$$

se obține:

$$U_{2\max} = U_1 \cdot \frac{\omega_0 L}{R_L} = U_1 \cdot Q \quad (3.39.)$$

Conform relației (3.39.) tensiunea la bornele condensatorului , la rezonanță, este de  $Q$  ori mai mare decât tensiunea  $U_1$  cu care s-a alimentat circuitul.

Dacă se menține  $U_1$  constant, atunci:

$$U_2 = K \cdot Q . \quad (3.40.)$$

Relația (3.40.) permite transcrierea scării gradate a voltmetrului  $VE_2$  în valori ale lui  $Q$ , obținând-se astfel un aparat cu citire directă pentru măsurarea factorului de calitate. Punându-se condiția ca tensiunea  $U_1$  să aibă o anumită valoare, rezultă că scara gradată în valori ale lui  $Q$  este valabilă numai pentru această valoare a tensiunii  $U_1$ . Pentru a se respecta această condiție, pe scara gradată a voltmetrului  $VE_1$  este trasat un reper, iar tensiunea  $U_1$  se reglează astfel încât indicația voltmetrului  $VE_1$  să fie totdeauna la reperul respectiv.

### 3.3.6. 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 (fig. 3.20.) se folosește pentru frecvențe joase, de obicei frecvența rețelei, 50Hz.

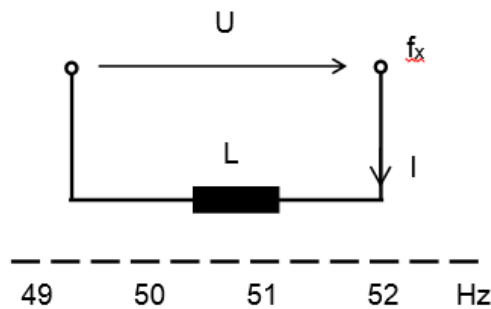


Fig. 3.20. Frecvențmetrul cu lamele vibrante [14]

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.

#### *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:

$$\alpha = K \cdot \frac{I_2}{I_1} . \quad (3.41.)$$

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.

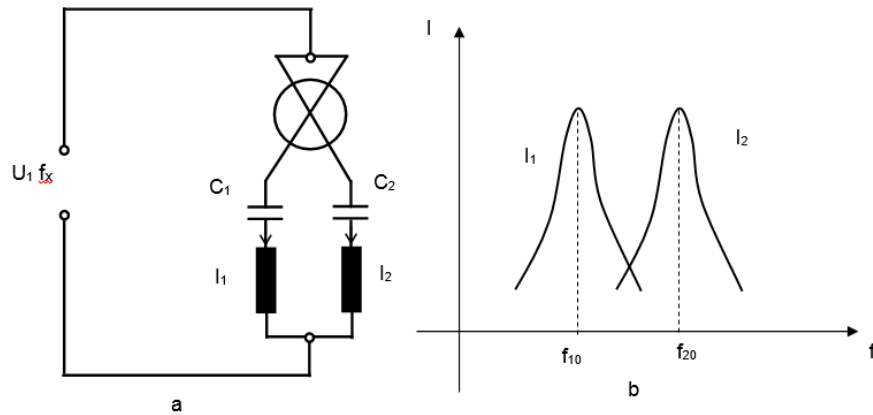


Fig. 3.21. Frecvențmetrul cu logometru: a – schema de principiu  
b – variația curentilor în funcție de frecvență [16]

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 (fig. 3.22.) funcționează într-o bandă largă de frecvențe, începând de la fracțiuni de hertz până la circa 100 kHz. Funcționarea lor se bazează pe proporționalitatea dintre intensitatea curentului într-un circuit care are ca sarcină un condensator și frecvență.

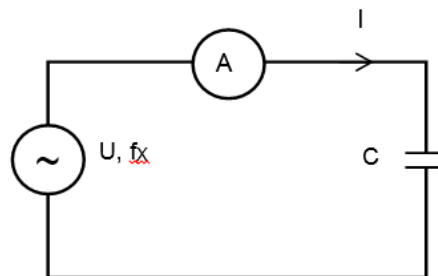


Fig. 3.22. Schema de principiu a frecvențmetrului cu condensator [16]

Aplicând legea lui Ohm în circuitul din figură se obține :

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{U}{\frac{1}{\omega \cdot C}} = U \cdot C \cdot \omega = U \cdot C \cdot 2\pi \cdot f_x; \quad (3.42.)$$

În care:

$U$  – tensiunea de alimentare,

$C$  – capacitatea condensatorului,

$f_x$  – frecvența de măsurat.

Dacă circuitul se alimentează de la tensiune constantă, se poate nota:

$$U \cdot C \cdot 2\pi = K \quad (3.43.)$$

și se obține:

$$I = K \cdot f \quad (3.44.)$$

Această relație între intensitatea curentului și frecvență permite transcrierea scării gradate a ampermetrului în valori ale frecvenței, obținându-se un frecvențmetru cu citire directă.

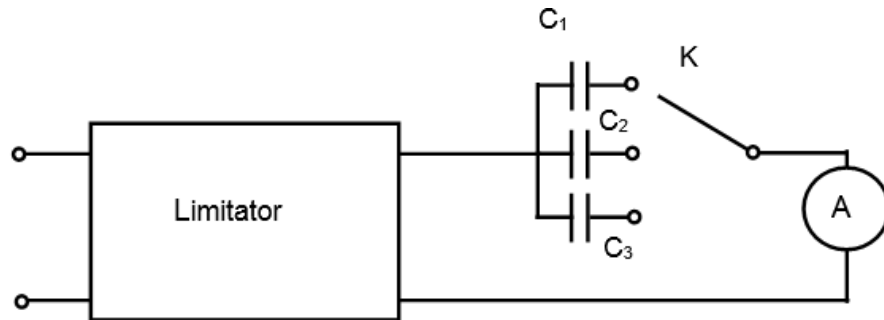


Fig. 3.23. Schema bloc a unui frecvențmetru cu condensator [16]

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.).

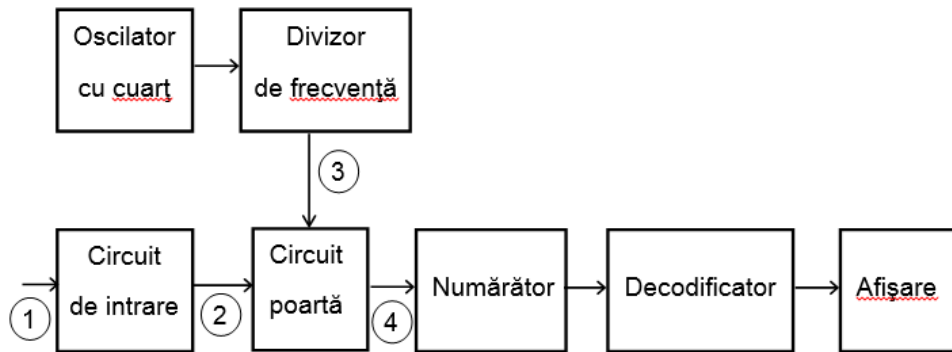


Fig. 3.24. Schema bloc a unui numărător universal [16]

Schema bloc a unui numărător universal (fig. 3.24.) conține următoarele circuite principale: oscilator cu cuarț, divizorul de frecvență, circuitul de intrare, circuitul poartă, numărătorul, decodificatorul și dispozitivul de afișare.

### **Principiul de funcționare a unui numărător universal**

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 3.25. s-au reprezentat 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

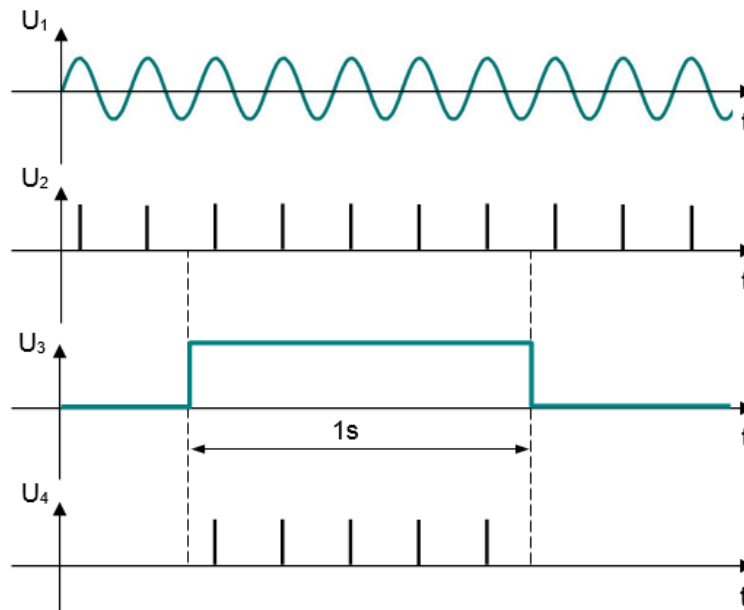


Fig. 3.25. Semnalele în diverse puncte din schema numărătorului universal [14]

### 3.3.7. 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.

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 :

- Vizualizarea și studierea curbelor de variație în timp a diferitelor semnale electrice (curenți, tensiuni)
- Compararea diferitelor semnale electrice
- Măsurarea unor mărimi electrice (tensiuni, intensități ale curentului, frecvențe, defazaje, grad de modulație, distorsiuni etc.)
- Măsurarea valorilor instantanee ale unor semnale (tensiuni, curenți)
- Măsurarea intervalelor de timp
- 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.

- Osciloscopie 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 osciloscopie catodice în timp real a căror bandă de frecvențe se întinde din curent continuu până la circa 500 MHz.

- Osciloscopie 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 osciloscopie 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.

- Osciloscopie cu microprocesoare

Sunt cele mai moderne aparate de măsurat. Pe ecranul acestor osciloscopie 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 osciloscopie care permit afișarea pe ecran a distribuției puterilor sau amplitudinilor semnalului pentru spectrul de frecvență corespunzător acestui semnal.

- Osciloscopie cu mai multe canale

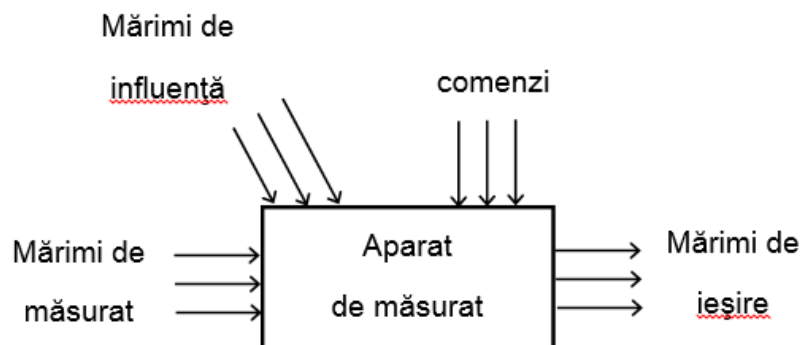
Se folosesc pentru vizualizarea simultană a două sau mai multe mărimi pe ecran. Majoritatea are două canale de semnal dar sunt osciloscopie cu 4 sau 8 canale. La aceste osciloscopie se folosește tubul catodic monospot cu comutator electronic sau tubul catodic multispot.

- Osciloscopie 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 osciloscopie cu memorie analogică și cu memorie numerică.

### 3.4. 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. 3.26. Reprezentarea generală a aparatului de măsurat [14]*

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 :

- natura mărimii (temperatură, tensiune, curent etc)
- intervalul de valori măsurabile (valoarea minimă, valoarea maximă)
- variația în timp (mărimi constante, mărimi variabile)

Comenzile primite din exterior de un aparat de măsurat pot fi :

- funcțiune (măsurarea timpului, temperaturii, curentului, tensiunii etc)
- game de măsurare
- calibrare internă
- reglarea zeroului
- echilibrare (la compensatoare, punți)
- repetarea măsurării

În general comenzile aparatelor de măsurat pot fi grupate astfel :

- pentru introducerea de date
- 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).

- 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 om.

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

### 3.4.1. Efectuarea reglajelor inițiale și alegerea domeniului de măsurare la ampermetre și voltmetre

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.

### 3.4.2. Efectuarea reglajelor inițiale la ohmmetre

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 *ohmmetrul serie* reglarea se realizează pentru valorile de la capetele scalei astfel :

○ 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.

○ 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 megohmmetru 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.

### **3.4.3. 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.

#### ***Măsurători folosind multimetrul***

Multimetrul este unul dintre aparatele cel mai des utilizate în electronică, având funcții de determinare și măsurare a mai multor mărimi electrice. Odată cu dezvoltarea circuitelor integrate a apărut și multimetrul digital a cărui principala deosebire față de cel analogic este modul de afișare a rezultatului – pe afișaj cu cristale lichide (LCD).

Mărimi măsurabile cu multimetrul:

- rezistența electrică – unitate de măsură Ohm ( $\Omega$ );
- tensiune electrică – volt (V)
  - tensiune alternativă ( $\sim$ );
  - tensiune continuă (=);
- intensitatea curentului electric – amper (A);
  - curent continuu (=);
  - curent alternativ ( $\sim$ )

Pe lângă aceste mărimi electrice, multimetrele mai oferă posibilitatea verificării funcționale ale unor componente, cum ar fi (pot apărea diferențe între diferite tipuri de multimetre):

- rezistențe (prin măsurare directă pe scala ohmică);
- diode semiconductoare;
- capacități electrice;
- tranzistoare bipolare.

Pentru descrierea modului de lucru utilizând multimetrul vom considera următoarele convenții de notare (vezi figura 3.27.):

- buton ON – permite pornirea/oprirea aparatului;
- buton HOLD – permite menținerea valorii afișate pe ecran, până la relaxarea butonului (măsurătoarea nu se poate efectua decât cu butonul neapăsat);
- selector gama de lucru – permite selectarea modului de lucru al aparatului (măsurare mărimi și determinare componente) precum și gama de măsură pentru mărimile electrice.

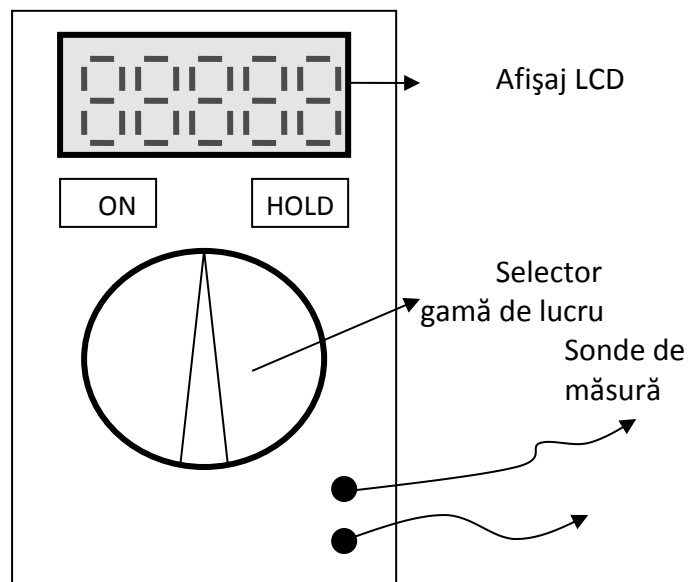


Fig. 3.27. Multimetricu [17]

Scheme electrice de măsurare folosind multimetrul

### ***Măsurarea tensiunilor electrice***

Pentru măsurarea tensiunilor multimetrul se poate conecta oriunde în circuit, valoarea afișată reprezentând tensiunea măsurată între cele două puncte de test (fig. 3.28).

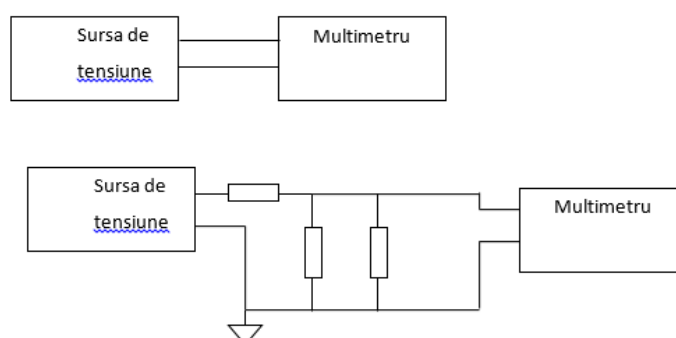


Fig.3.28. Montarea multimetrului în circuit pentru măsurarea tensiunii electrice [17]

### **Măsurători de tensiune continuă (simbol V=)**

Se comută selectorul de game pe una din pozițiile pentru măsurători de tensiune continuă. Inscricționarea selectată reprezintă maximul valorii care poate fi măsurată pe scala respectiva. Se conectează cele doua cordoane la punctele între care se dorește măsurarea tensiunii. Cordonul ROSU reprezintă + și cordonul NEGRU - .

Se citește afișajul. În cazul în care valoarea tensiunii este mai mare decât maximul măsurabil pe scala respectivă, pe afișaj se citește 1 și trebuie schimbat comutatorul de game pe o scală cu valoare mai mare. Dacă valoarea afișată apare cu minus înseamnă că polaritatea tensiunii măsurate este inversă celei corespunzătoare cu + la cordonul ROSU și – la cordonul NEGRU. Dacă cordoanele se schimba între ele valoarea afișată va apărea fără semn, caz în care putem spune ca nodul la care am conectat cordonul roșu este cel cu potențial mai ridicat.

### **Măsurători de tensiune alternativă $V\sim$**

Se comută selectorul de game pe una din pozițiile pentru măsurarea tensiunii alternative. Se conectează cordoanele de măsură la punctele de măsură. Se citește valoarea afișată, care reprezintă **valoarea efectivă a tensiunii alternative** măsurate.

### **Măsurarea curenților electrici**

La măsurarea curenților electrici trebuie avut în vedere de următoarele reguli de bază, înainte de a conecta aparatul:

- cordonul roșu al multimetrului trebuie conectat la mufa de pe aparat corespunzătoare domeniului de măsură estimat (daca se presupune ca exista curenți mari în circuit, se conectează întâi pe borna “Amperi”);

- se evită întotdeauna scurtcircuitarea surselor de tensiune cu multimetrul. **Întotdeauna măsurarea curentului se realizează inseriind multimetrul cu rezistența prin care se determina curentul** (fig. 3.28.) în caz contrar (fig. 3.29.) multimetrul se poate deteriora (**se arde siguranța**)!

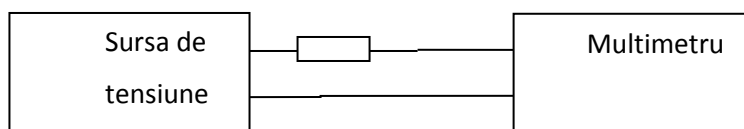


Fig. 3.29. Montarea corectă a multimetrului pentru măsurarea curentului electric [17]



Fig. 3.30. Montarea greșită a multimetrului pentru măsurarea curentului electric [17]

### **Măsurarea rezistenței**

Pe aceste scale multimetrul măsoară rezistența electrică între două puncte de circuit sau rezistența electrică a unei componente. Trebuie menționat faptul ca valoarea unei rezistențe este înscrisă pe corpul acesteia fie în clar (valoare numerică) fie utilizând codul culorilor. Pe lângă valoarea nominală se mai trece și toleranța, adică abaterea maximă (garantată de producător) a valorii reale a rezistenței față de valoarea nominală.

Cu selectorul de game pe o poziție  $\Omega$  și cordoanele libere indicația este 1 (depășire de domeniu, ceea ce este normal având în vedere ca rezistența electrică între două fire în aer este foarte mare).

Daca se pun cordoanele în scurtcircuit, indicația aparatului trebuie să fie 0, în caz contrar înseamnă că cele două sonde sunt defecte sau bateria aparatului este descărcată.

Măsurarea rezistențelor electrice se face doar în absența tensiunii de alimentare a circuitului sau pe componente separate de circuit. Măsurarea unei rezistențe amplasate în circuit poate determina citirea unei valori eronate datorită buclelor electrice din circuit.

Totodată, nu se țin ambele mâini pe sondele de măsură deoarece intervine și rezistența corpului uman, conectată în paralel cu rezistența de măsurat.

#### ***Determinarea funcționalității dispozitivelor semiconductoare***

Tot la pozițiile “ohmmetru” este și poziția pentru verificarea diodelor și a tranzistoarelor bipolare. În sens direct, adică cordonul roșu pe ANOD și cel negru pe CATOD indicația instrumentului este 0 sau o valoare mică, de obicei până la sute de ohmi, iar la conectare invers a cordoanelor indicația este 1, adică depășire de domeniu.

Verificarea **tranzistoarelor bipolare** se face ca și când ar fi două diode (dioda Bază-Emitor și dioda Bază-Colector).

De exemplu, la un tranzistor npn se pune cordonul roșu pe bază și se verifică terminalele emitor și colector sa indice o rezistență mică (sute de ohmi). Se pune cordonul negru pe bază și instrumentul trebuie să indice întrerupere la emitor și la colector.

#### ***Determinarea continuității traseelor electrice***

Tot la scalele de ohmmetru este și poziția de “buzzer” pentru verificarea continuității electrice între două puncte. Dacă se face scurtcircuit între cele două cordoane ale aparatului trebuie să se audă un sunet, moment în care am verificat doar aparatul. Se poziționează apoi cordoanele între punctele între care se dorește verificarea continuității electrice. Dacă aparatul sună înseamnă că există continuitate electrică.

**Verificarea continuității se realizează întotdeauna în absența tensiunilor din circuitul de măsură, în caz contrar aparatul se poate distruge!**

#### ***Măsurarea capacității condensatoarelor (F)***

Aceasta funcție se regăsește doar pe anumite multimetre digitale, nefiind disponibilă în versiunile de uz general (hobby).

Se poziționează selectorul de game pe una din pozițiile pentru măsurare de capacitate electrică. Condensatorul de măsurat se introduce în clemele speciale pentru măsurarea condensatoarelor.

În cazul în care aparatul nu dispune de funcția respectivă se poate determina dacă avem un condensator străpuns prin măsurarea acestuia pe scala ohmică (rezistența foarte mică), dar măsurătoarea nu este relevantă 100% și ca atare nu se recomandă.

### **3.5. Instrucțiuni de întreținere, manipulare și depozitare a aparatelor de măsură și control**



### **3.5.1. Informații privind siguranța înainte de a începe efectuarea măsurătorilor**

În timpul lucrului cu aparatele de măsură și control, utilizatorul trebuie să respecte toate regulile de siguranță referitoare la:

- Evitarea riscului de electrocutare,
- Protecția aparatului de o utilizare necorespunzătoare.

Pentru protecția proprie, se folosesc numai conductorii de măsură furnizați cu aparatul. Înainte de începerea măsurătorilor, se verifică dacă aceștia sunt în bună stare.

### **3.5.2. Instrucțiuni pe durata efectuării măsurătorilor**

Dacă măsurătorile sunt efectuate în apropierea unor dispozitive generatoare de perturbații, este posibil ca ecranul să devină instabil sau să afișeze valori cu erori importante.

Nu se folosește aparatul, nici conductorii de măsură dacă prezintă semne de deteriorare.

Aparatul trebuie folosit doar în modul descris în instrucțiuni. În caz contrar, elementele de protecție ale acestuia pot fi deteriorate.

Se iau măsuri de precauție speciale în timpul măsurătorilor în apropierea unor conductori neizolați sau bare colectoare.

Nu se folosesc niciodată aparatele de măsură și control în apropierea gazelor explozibile, a prafului sau aburilor, decât dacă acestea sunt destinate măsurătorilor în astfel de medii.

Se verifică dacă aparatul funcționează corect măsurând o mărime cu valoare cunoscută.

Nu se folosește aparatul dacă funcționarea acestuia lasă de dorit, pentru că elementele de protecție ale acestuia pot fi deteriorate. Dacă aparatul de măsură și control prezintă semne de funcționare anormală, trebuie să dus la service.

Se folosesc întotdeauna bornele de măsură, funcțiile și domeniile corespunzătoare.

Dacă nu se cunoaște cu aproximație valoarea semnalului măsurat, atunci se alege cel mai mare domeniu posibil, iar apoi se micșorează sau, dacă este posibil, se alege modul de schimbare automată a domeniului.

Nu trebuie niciodată depășite valorile limită de intrare menționate în specificații pentru domeniul de măsură utilizat.

După conectarea aparatului la circuitul măsurat, este interzisă atingerea bornelor de măsură neutilizate.

Se iau măsuri de precauție speciale la măsurătorile de tensiuni care depășesc 60V DC sau 30V AC.

Tensiunile mai mari decât aceste valori pot fi periculoase.

În timpul utilizării sondelor, se țin degetele mai sus de învelitorile de protecție care se află pe acestea.

La conectarea aparatului de măsură la circuit, mai întâi se conectează conductorul comun, iar apoi conductorul sub tensiune. La deconectarea aparatului de la circuit, se deconectează mai întâi conductorul sub tensiune, iar apoi conductorul comun.

Înainte de schimbarea funcției, se deconectează aparatul de la circuitul măsurat.

Pentru a evita riscul de electrocutare, în timpul tuturor măsurătorilor DC, atât cu schimbarea manuală, cât și automată a domeniului, trebuie să se verifice prezența oricăror

tensiuni AC, efectuând măsurătoarea în domeniul AC. Apoi se cuplează același domeniu DC sau mai mare decât domeniul AC.

Înainte de a începe măsurarea rezistenței, continuității, joncțiunilor sau condensatorilor, se decuplează alimentarea circuitului și se descarcă toți condensatorii de înaltă tensiune.

Nu se măsoară niciodată rezistența sau continuitatea în circuitele sub tensiune.

Înainte de a începe măsurarea curentului, se verifică siguranța aparatului și se decuplează alimentarea circuitului.

Pe durata efectuării de măsurători în aparatele TV sau în circuitele de comutare (inversare), este de reținut că pot apărea vârfuri de tensiune cu amplitudini mari, fapt care poate cauza deteriorarea aparatului. Utilizarea unui filtru TV determină atenuarea tuturor tipurilor de peak.

Dacă alimentarea aparatului este asigurată de baterii, bateriile trebuie înlocuite atunci când apare simbolul corespunzător pe ecran. Dacă bateriile sunt consumate, aparatul poate afișa valori eronate, fapt care poate duce la electrocutare.

Nu trebuie măsurate tensiuni sau curenți mai mari decât cele admise pentru categoria din care face parte aparatul.

**Categoria de măsurare III** se referă la măsurătorile efectuate în instalațiile din clădiri (tablouri de distribuție, întreruptoare, cablaje, bare colectoare, cutii de conexiuni, comutatoare, noduri de rețea din instalații închise și echipamente industriale, precum și alte dispozitive ca: motoare industriale racordate permanent la instalații închise).

**Categoria de măsurare II** se referă la măsurătorile efectuate în circuitele conectate direct la instalații de joasă tensiune (aparatura electrocasnică, instrumentele portabile și chipamentele similare).

**Categoria de măsurare I** se referă la măsurătorile efectuate în circuitele care nu sunt conectate direct la conductori principali și circuitele special protejate (în interior) alimentate de la conductori principali.

Pe de altă parte, tensiunile tranzitorii sunt variabile, de aceea utilizatorul trebuie să știe ce valori tranzitorii sunt admise.

Nu se utilizează aparatul cu carcasa (sau o parte din aceasta) demontată.

### **3.5.3. Instrucțiuni de depozitare și instalare**

Înainte de deschiderea carcasei aparatului, se decuplează mai întâi toți conductorii de măsură.

Pentru operațiunile de service ale aparatului, se folosesc numai piese de schimb originale.

Înainte de deschiderea carcasei aparatului, se decuplează întotdeauna toți conductorii de măsură de la toate sursele și se asigură că utilizatorul nu este încărcat electrostatic, pentru că se poate produce deteriorarea aparatului.

Toate reglajele, operațiunile de întreținere sau reparațiile efectuate asupra aparatului în timp ce acesta este conectat la un circuit alimentat trebuie realizate doar de către operatori calificați, după citirea indicațiilor incluse în prezentele instrucțiuni de utilizare.

Operatorul calificat este persoana care cunoaște modul de instalare, structura și modul de operare al aparatului și care este conștientă de riscuri. Această persoană va fi școlarizată și autorizată să pornească și să oprească alimentarea în circuite și aparat conform regulilor obligatorii.

După deschiderea aparatului, se are în vedere că uneori condensatorii din interiorul aparatului pot fi încărcăți cu tensiune periculoasă chiar și după oprirea aparatului.

Dacă sunt observate anomalități în funcționarea aparatului, se oprește utilizarea acestuia și se anunță service-ul.

Dacă aparatul de măsură nu este folosit o perioadă mai îndelungată de timp, se scoate bateria.

Nu se păstrează aparatul în încăperi cu temperatură sau umiditate ridicate.

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

- După forma prezentării rezultatului măsurării, mijloacele de măsurare pot fi:
  - măsură, aparate de măsurare, sisteme de măsurare
  - etalon sau de lucru
  - analogice sau digitale
  - primare, secundare, de referință sau de lucru
- Cele șapte unități de măsură fundamentale ale SI sunt:
  - metru, kilogram, secunda, Amper, Kelvin, candela, mol
  - metru, kilogram, secunda, Amper, Kelvin, Volt, mol
  - metru, kilogram, secunda, Amper, Joule, candela, mol
  - metru, kilogram, secunda, Amper, Coulomb, radian, mol
- Eroarea calculată cu relația:  $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100 = \frac{x_m - x_0}{x_0} \cdot 100[\%]$  este:
  - eroarea absolută
  - eroarea relativă
  - eroarea instrumentală tolerată
  - clasa de precizie
- Simbolul ~ de pe cadranul unui aparat de măsură semnifică faptul că aparatul lucrează:
  - numai în curent continuu
  - în curent continuu și în curent alternativ
  - numai în curent alternativ monofazat
  - numai în curent alternativ trifazat
- Montarea greșită, în serie, a voltmetrului în circuitul de măsurat are ca efect:
  - creșterea curentului prin aparat și deteriorarea lui
  - scurtcircuit la bornele sursei de alimentare
  - creșterea tensiunii pe rezistența de sarcină
  - scăderea curentului în circuit și indicația greșită a aparatului
- Șuntul este:
  - o rezistență electrică, de obicei de valoare mare, și care se montează în paralel cu aparatul de măsurat

- b. o rezistență electrică, de obicei de valoare mică, și care se montează în paralel cu aparatul de măsurat
  - c. o rezistență electrică, de obicei de valoare mică, și care se montează în serie cu aparatul de măsurat
  - d. o rezistență electrică, de obicei de valoare mare, și care se montează în serie cu aparatul de măsurat
7. Oscilatorul cu cuarț, divizorul de frecvență, circuitul de intrare, circuitul poartă, numărătorul, decodificatorul și dispozitivul de afișare sunt principalele circuite care fac parte din schema bloc a unui:
- a. ampermetru analogic
  - b. osciloscop cu tub catodic
  - c. frecvențmetru cu logometru
  - d. numărător universal
8. Aparatul care permite vizualizarea pe ecranul său a curbelor ce reprezintă variația în timp a diferitelor mărimi sau a curbelor ce reprezintă dependența dintre două mărimi este:
- a. osciloscopul
  - b. frecvențmetrul
  - c. numărătorul universal
  - d. generatorul de semnal
9. Cu multimetrul se poate măsura direct:
- a. rezistența unui rezistor
  - b. energia electrică consumată de un consumator
  - c. puterea electrică consumată de un consumator
  - d. inductanța unei bobine
10. Un ecran electromagnetic se realizează din materiale:
- a. semiconductoare
  - b. izolatoare
  - c. conductoare
  - d. textile

Răspunsuri corecte: 1c, 2a, 3b, 4c, 5b, 6b, 7d, 8a, 9a, 10c

## CAP. 4. UTILIZAREA COMPONENTELOR ELECTRONICE

### 4.1. Componente pasive de circuit

#### 4.1.1. Rezistoare

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:

$$R=U/I \quad (4.1)$$

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:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (4.2.)$$

în care:  $\rho$  este rezistivitatea materialului, în  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

l este lungimea conductorului, în m

S este secțiunea conductorului, în  $\text{mm}^2$

În tabelul 4.1 sunt date rezistivitățile unor materiale conductoare, semiconductoare și izolatoare folosite în construcția rezistoarelor.

Tabelul 4.1. Rezistivitatea electrică pentru diferite materiale

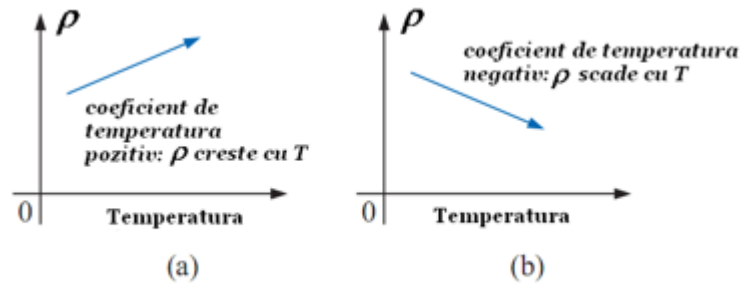
Material	Resistivity, $\rho$ , at 20°C ( $\Omega\text{-m}$ )
Silver	$1.645 \times 10^{-8}$
Copper	$1.723 \times 10^{-8}$
Gold	$2.443 \times 10^{-8}$
Aluminum	$2.825 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5.485 \times 10^{-8}$
Iron	$12.30 \times 10^{-8}$
Lead	$22 \times 10^{-8}$
Mercury	$95.8 \times 10^{-8}$
Nichrome	$99.72 \times 10^{-8}$
Carbon	$3500 \times 10^{-8}$
Germanium	20–2300*
Silicon	$\cong 500^*$
Wood	$10^8\text{--}10^{14}$
Glass	$10^{10}\text{--}10^{14}$
Mica	$10^{11}\text{--}10^{15}$
Hard rubber	$10^{13}\text{--}10^{16}$
Amber	$5 \times 10^{14}$
Sulphur	$1 \times 10^{15}$
Teflon	$1 \times 10^{16}$

Rezistoarele sunt folosite pentru a regla valoarea curentului într-un circuit, atât în domeniul curenților tari, cât și în cel al curenților slabi. Ele sunt reprezentate într-o schemă electronică ca în figura 4.1.



Fig. 4.1. Simbolul rezistorului: a – european; b – american, japonez. [18]

Valoarea rezistenței electrice variază cu temperatura datorită variației cu temperatura a rezistivității electrice.



conductoare & dielectrics semiconductoare

Fig. 4.2. Variația cu temperatura a rezistenței electrice [18]

Clasificarea rezistoarelor:

- Rezistoare fixe: valoarea rezistenței electrice este constantă:
  - cu peliculă din carbon: ieftine (figura 4.3. a)
  - cu peliculă din metal, pelicula din metal oxid: precise (figura 4.3. b)
  - bobinate: de putere (figura 4.3. c)
  - SMD – Sourface Monted Device: dispozitive mici



Fig. 4.3. Tipuri de capsule de rezistoare: a - cu peliculă de carbon; b – cu peliculă metalică; c – bobinate [18]

- Rezistoare variabile: valoarea rezistenței electrice poate fi modificată:

- rezistoare semireglabile,
- potențiometre.

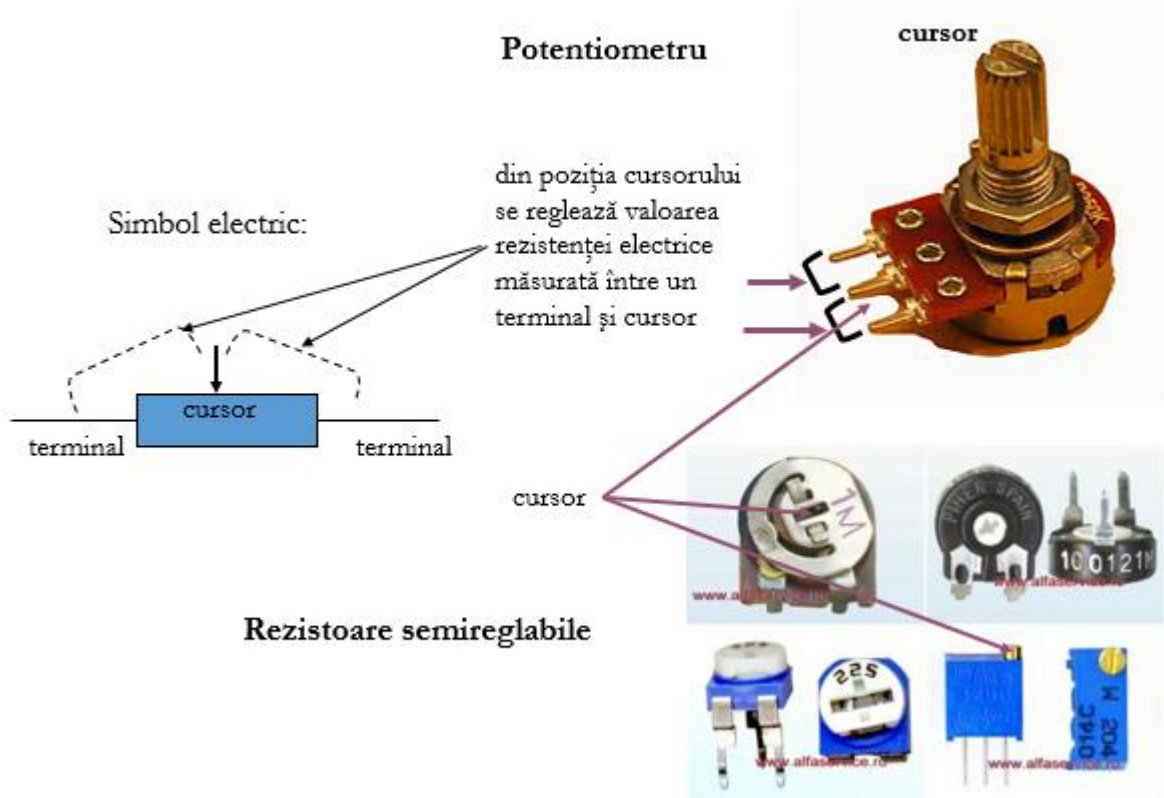


Fig. 4.4. Capsulele diferitelor tipuri de rezistoare reglabile [18]

- Rezistoare liniare: caracteristica tensiune-curent este o dreaptă
- Rezistoare neliniare: caracteristica tensiune-curent este o curbă

Codul culorilor pentru rezistoare pentru rezistoare marcate cu 4 culori (tabelul 4.2.)

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

Tabelul 4.2. Codul culorilor pentru rezistoare marcate cu 4 inele [19]


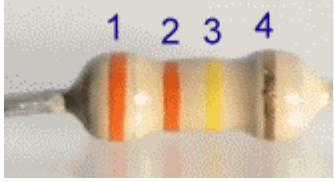
culoarea	banda 1	banda 2	banda 3	banda 4
Negru	0	0	x 1	
Maro	1	1	x 10	
Rosu	2	2	x 100	

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%

OBS:

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

Tabelul 4.3. Exemple de rezistoare marcate cu 4 inele colorate [19]

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%

Codul culorilor pentru rezistoare pentru rezistoare marcate cu 5 culori (tabelul 4.4.)



- banda 1 - prima cifră semnificativă
- banda 2 - a doua cifră semnificativă
- banda 3 - a treia cifră semnificativă
- banda 4 - ordinul de multiplicare
- banda 5 - toleranța



Tabelul 4.4. Codul culorilor pentru rezistoare marcate cu 5 inele [19]

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%

Tabelul 4.5. Exemple de rezistoare marcate cu 5 inele colorate [19]:

rezistor <b>30 kΩ</b> , toleranța <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> , toleranța <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 (figura 4.5.)

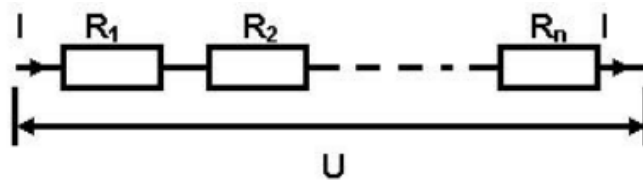


Fig.4.5. Montarea rezistoarelor în serie [20]

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.
- Rezistența echivalentă este mai mare decât cea mai mare rezistență din gruparea serie.

Relația de calcul a rezistenței echivalente:

$$R_{ech} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (4.3.)$$

Rezistența echivalentă este egală cu suma rezistențelor componente.

Montaj paralel (figura 4.6.)

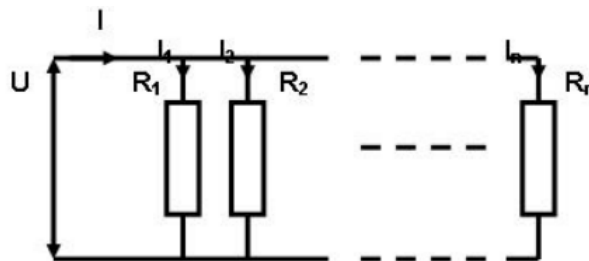


Fig.4.6. Montarea rezistoarelor în paralel [20]

Într-un montaj paralel:

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

Relatia de calcul a rezistenței echivalente:

$$1/R_{ech} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n \quad (4.4.)$$

Inversa rezistenței echivalente este egală cu suma inverselor rezistențelor componente.

**Divizorul de tensiune și divizorul de curent**

Prin *divizor de tensiune* se înțelege circuitul alcătuit din două rezistoare în serie (figura 4.7.) în scopul de a obține o tensiune mai mică decât tensiunea  $U_0$  de la bornele sistemului.

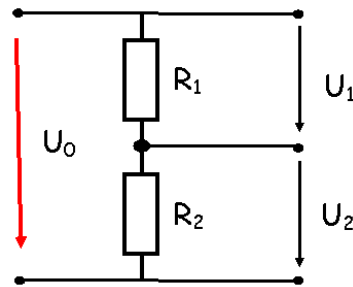


Fig. 4.7. Divizor de tensiune [20]

$$U_1 = U_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ tensiunea pe rezistența } R_1 \quad (4.5.)$$

$$U_2 = U_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ tensiunea pe rezistența } R_2 \quad (4.6.)$$

Prin *divizor de curent* se înțelege circuitul format din două rezistoare în paralel plasat într-o latură a unui circuit cu scopul de a se obține prin unul din elemente un curent mai mic decât curentul principal  $I$  (figura 4.8.).

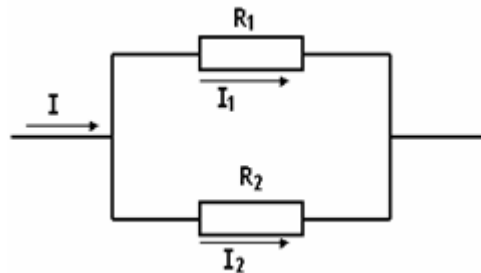


Fig. 4.8. Divizor de curent [20]

Curenții prin fiecare dintre elementele divizorului sunt:

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (4.7.)$$

$$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (4.8.)$$

#### 4.1.2. 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*.

$$C = \frac{Q}{U} \quad (4.9.)$$

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.

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} \quad (4.10.)$$

unde:

$\varepsilon$  – permitivitatea absolută a materialului (constant dielectrică), în F/m;

$\varepsilon_0$  – permitivitatea dielectrică a vidului =  $8,85 \cdot 10^{-12}$ , [ $C^2/Nm^2$ ]

$\varepsilon_r$  – permitivitatea dielectrică relativă a mediului

d – distanța dintre armături, în m

S – suprafața armăturilor, în  $m^2$

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.
- **Tensiunea nominală: Un, [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: Riz, [ $\Omega$ ]** – raportul dintre tensiunea continuă aplicată unui condensator și curentul electric care îl străbate, la un minut de la aplicarea tensiunii.
- **Tangenta unghiului de pierderi: tg $\delta$**  – raportul dintre puterea activă Pa, care se disipă pe condensator și puterea reactivă, Pr, 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 100 V)
  - condensatoare de înaltă tensiune (peste 100 V)
- după material:
  - ceramice
  - carcasa metalică
  - carcasa din material plastic

Reprezentarea convențională a condensatoarelor într-o schemă electronică este dată în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6. Simbolizarea condensatoarelor [20]

Simboluri condensatoare		
General	Polarizate	Variabile

Asocierea condensatoarelor se poate face în serie, în paralel și mixt.

1. Asocierea serie

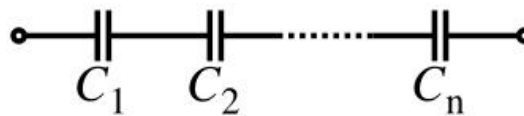


Fig. 4.9. Montarea în serie a condensatoarelor [20]

Capacitatea echivalentă a ansamblului este:

$$1/C_e = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots + 1/C_n \quad (4.11)$$

Inversa capacității echivalente este egală cu suma inverselor capacităților.

2. Asocierea paralel

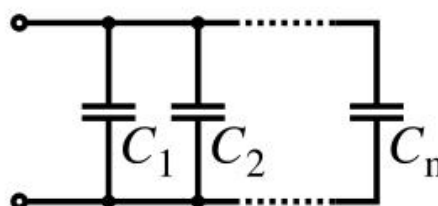


Fig. 4.10. Montarea în paralel a condensatoarelor [20]

Capacitatea echivalentă a ansamblului este:

$$C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (4.12)$$

Capacitatea echivalentă este egală cu suma capacităților componente.

**Marcarea condensatoarelor**

Condensatoarele pot fi marcate :

**1. în clar**, cunoscându-se în acest caz:

- valoarea nominală și unitatea de măsură
- tensiunea nominală
- coeficientul de temperatură
- polaritatea (dacă este cazul)

**2. în codul culorilor**: notarea se face începând cu extremitatea mai apropiată de terminalele condensatorului plachetă, sau de la inelul, banda mai groasă, pentru condensatorul tubular. Semnificația benzilor colorate este în acest sens (fig.4.11.):

- prima culoare – coeficient de variație cu temperatura (1)
- a doua și a treia culoare – primele cifre semnificative ale capacității (2,3)
- a patra culoare – coeficient de multiplicare (4)
- a cincea culoare – toleranța (5)

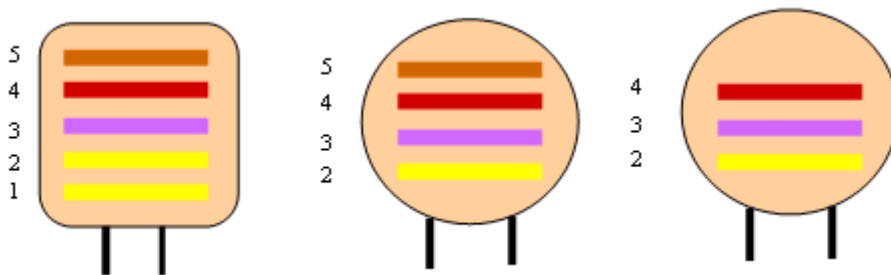


Fig.4.11. Marcarea condensatoarelor folosind codul culorilor [20]

Semnificația culorilor este precizată în tabelul 4.7.:

Tabelul 4.7. Codul culorilor pentru condensatoare [20]

		Negru	Maro	Roșu	Portocaliu	Galben	Verde	Albastru	Violet	Gri	Alb	Auriu
Coeficient de variație cu temperatura (ppm/°C)		0	-33	-75	-150	-220	-330	-470	-750	-	+12 0	+100
Valoarea capacității	Prima cifră semnificativă		1	2	3	4	5	6	7	8	9	-
	A doua cifră semnificativă	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-

	Coeficient de multiplicare	1	10	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>			10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	-
Toleranța	c>10pF	20	1	2	2,5	100	5	-	-	-	10	-
	c<10pF	2	0,1	0,2 5	-	-	0,5	-	-	0,25	1	-

### 4.1.3. 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*.



Fig. 4.12. Simboluri grafice pentru bobine [20]

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:

• **Inductanța (inductivitatea) nominală** este valoarea precizată de producător, uneori marcată pe bobină. Multe bobine nu au valoarea nominală marcată. Multe bobine sunt produse chiar de fabricantul de aparate, sau sunt produse la cerere, numai pentru un client. Produse de catalog, fabricate în serii mari, sunt bobinele de putere foarte mică, în tehnologie SMD, bobinele reglabile (pentru tehnica de radiofrecvență) și transformatoarele pe miez de tole din oțel sau miez de ferită, pentru convertoare de putere mică. În schimb, miezurile de ferită sunt produse de catalog (serii mari).

Inductanța bobinei  $L$  depinde de dimensiunile acesteia, de numărul de spire și de materialul miezului magnetic, conform relației:

$$L = \mu N^2 \frac{A}{l} \quad (4.13)$$

în care:  $L$  – inductanța bobinei, în Henry [H];

$\mu$  – permeabilitatea miezului magnetic [H/m];

$N$  – numărul de spire ;

$A$  – aria secțiunii bobinei [mm<sup>2</sup>];

$l$  – lungimea conductorului bobinat [m]

- **Toleranța** este abaterea maximă admisibilă a inductanței, în raport cu valoarea nominală, la temperatura de referință. La bobine, dispersia parametrică este mare (peste 10%), din cauza incertitudinilor constructive, cu excepția componentelor SMD.

- **Rezistența  $R$**  a bobinei este o mărime care se poate evidenția din legea lui Ohm, dacă bobina este alimentată cu tensiune continuă.

- **Curentul maxim** este valoarea maximă admisibilă a curentului efectiv. Această valoare este impusă de fenomenul de disipație, care depinde de frecvență, deci va fi precizată o valoare maximă a curentului continuu și o valoare maximă a curentului pentru o frecvență de referință.

- **Tensiunea instantaneei maxime** este limitată de posibilitatea de descărcare între spire sau între capetele bobinei.

- **Gama temperaturilor ambiante de funcționare și de depozitare.**

- **Puterea disipată maximă** este importantă, din punctul de vedere al limitării temperaturii interne de funcționare.

- **Rezistența de izolație** între conductor și izolația exterioară.

Marcarea valorilor (acolo unde este cazul) se face în clar.

#### **Tipuri de bobine, după destinație :**

- Bobine fără miez, pentru circuite de acord sau oscilatoare la frecvențe foarte mari, curent mic. Se bobinează pe carcasa de plastic sau fără carcasă (“în aer”).

- Bobine realizate pe cablajul imprimat (inductanțe mici).

- Bobine în tehnologia SMD, curenți foarte mici, funcționare la frecvențe mari, atât în tehnica radio cât și în convertoare.

- Bobine cu miez de ferită (inclusiv transformatoare), ajustabil sau fix, pentru circuite de acord, filtre de radiofrecvență, oscilatoare (curent mic, figura 4.13.). Se dorește factor de calitate cât mai bun.

- Bobine cu miez de ferită, pentru separarea componentei continue de cea de radiofrecvență (“șoc de radiofrecvență”).

- Bobine cu miez de ferită pentru acumulare de energie sau transformator, în convertoare de putere mică sau mijlocie (figura 4.14). Se dorește un raport inductanță/gabarit cât mai bun. Dimensiunile miezului scad odată cu creșterea frecvenței, ceea ce favorizează lucrul la frecvențe mai mari decât cea a rețelei (zeci de kHz). În plus, filtrarea armonicilor superioare este mai simplă, la frecvențe mari (componente reactive de gabarit mai mic).

- Bobine și transformatoare cu miez din tole de oțel, pentru circuite de putere. Miezul se execută din tole, pentru a micșora disipația prin curenți turbionari. Tolele sunt subțiri, cu dimensiunile principale în sensul liniilor de câmp.

- Bobine pentru rele (curent continuu, curent alternativ).





Fig. 4.13. Bobine cu miez de ferită, reglabile, tehnica radio [18]



Fig. 4.15. Bobine cu miez de ferită, toroidale, pentru convertoare [18]

Aspecte tehnologice:

- Carcasă izolatoare sau lipsa carcusei;
- Conductor rigid sau multifilar;
- Conductor argintat (frecvențe mari);
- Bobinare dificilă la miezuri toroidale;
- Miez din tole;
- Ajustarea inductanței prin rotirea miezului (bobine de acord în tehnica radio).

Materialele din care se execută bobinele se pot împărți în:

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

#### 4.1.4. Transformatoare

Transformatorul este o mașină electrică, fără componente mecanice în mișcare. El posedă cel puțin două bobine pe același miez sau o bobină cu priză (în cazul autotransformatorului), dar poate avea mai multe bobine (fiecare bobină este situată în câmpul creat de celelalte).

Bobinele sînt realizate pe un miez magnetic, cu excepția transformatoarelor de frecvențe foarte mari, care pot lucra fără miez. De regulă, una dintre înfășurări preia energie sau informație de la o sursă, pe care le livrează către celelalte înfășurări. Prima se numește înfășurare primară (pe scurt: primar), iar celelalte se numesc înfășurări secundare. Simbolul transformatorului cu miez magnetic este prezentat în figura 4.16.

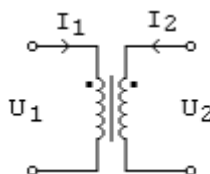


Fig. 4.16. Simbolul transformatorului [18]

Efectul esențial este inducerea unei tensiuni în înfășurarea secundară, pe seama variației curentului din înfășurarea primară. De aici se deduce că transformatorul nu poate fi folosit pentru

transferul de energie în c.c.. Mai mult, cu cât frecvența de bază a tensiunii aplicate în primar este mai mică, cu atât este necesar un miez mai voluminos.

Transformatoarele folosite în surse de alimentare și în echipamente electronice de putere au rol preponderent energetic. În tehnica radio, în traductoare, în comunicațiile de voce și de date se folosesc transformatoare pentru scopul informațional (adaptarea impedanțelor, izolare galvanică, cuplarea sarcinii sau a reacției în oscilatoare etc.).

Mărimile caracteristice ale transformatorului sunt:

- **raportul de transformare** al transformatorului –  $n$  -

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}, \quad (4.14)$$

unde:

$n_1$  = numărul de spire din primar;

$n_2$  = numărul de spire din secundar;

$U_1$  = tensiunea la bornele primarului, [V];

$U_2$  = tensiunea la bornele secundarului, [V];

$I_1$  = intensitatea curentului din primar, [A];

$I_2$  = intensitatea curentului din secundar, [A].

Raportul de transformare poate fi supraunitar, pentru transformatorul coborâtor

$$n > 1; U_2 < U_1; \quad (4.15.)$$

sau subunitar pentru transformatorul ridicător

$$n < 1; U_2 > U_1 \quad (4.16.)$$

- Intervalul frecvențelor de lucru
- Tensiunea nominală din primar
- Tensiunile nominale pe secundare
- Puterea maximă totală transferată spre secundare (puterea nominală a transformatorului)
- Curentul maxim prin primar
- Curentul maxim prin fiecare secundar

### Tipuri de transformatoare

Cele mai semnificative transformatoare utilizate în electronică se pot clasifica în funcție de destinație, astfel:

- **Transformatoare de alimentare**, în general la frecvența rețelei 50 Hz;
- **Transformatoare de semnal de radiofrecvență**, frecvențe înalte, folosite în radiocomunicații;
- **Transformatoare de semnal de audiofrecvență**, joasă frecvență, utilizate pentru:
  - adaptarea impedanțelor sau nivelelor tensiune / curent;
  - cuplarea etajelor de amplificare;
  - izolarea galvanică în curent continuu a unor circuite;
  - trecerea frecvenței din banda de lucru a amplificatorului, fără a se produce distorsiuni.

## 4.2. Componente active de circuit

### 4.2.1. Noțiuni generale despre materiale semiconductoare

În funcție de rezistivitatea electrică, materialele electrotehnice pot fi încadrate în trei categorii:

- **Materiale izolatoare** - rezistivitatea electrică  $\rho = 10^{12} - 10^{23} \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$
- **Materiale semiconductoare** - rezistivitatea electrică  $\rho = 10 - 10^{12} \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$
- **Materiale conductoare** - rezistivitatea electrică  $\rho = 10^{-2} - 10 \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

**Materialele semiconductoare**, din punct de vedere al conducerii curentului electric, au proprietăți intermediare între conductoare și izolatoare. Cele mai răspândite materiale semiconductoare sunt **germaniul, siliciul, carbonul**.

Materialele semiconductoare sunt alcătuite din atomi care prezintă patru electroni de valență caracteristici (figura 4.17.)

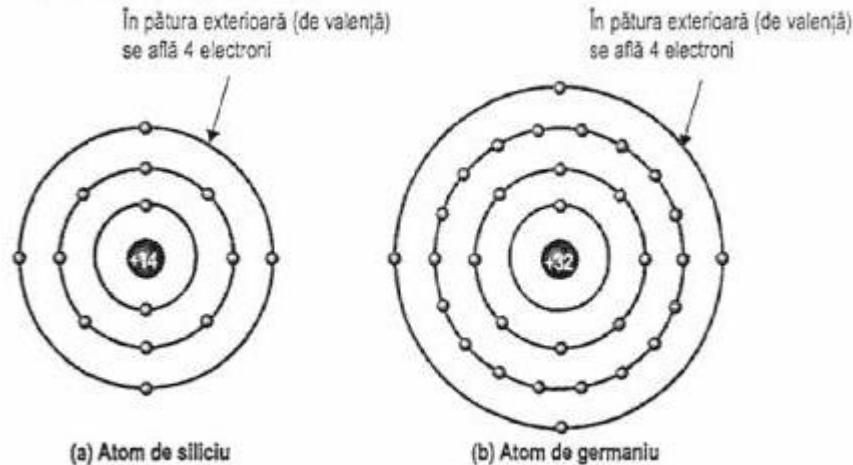


Figura 4.17. Diagramele atomilor de siliciu și germaniu [21]

Electronii de valență ai atomului de siliciu (fig. 4.17. a) se află pe stratul trei iar cei ai germaniului (fig.4.17. b) se află pe stratul patru. Deoarece electronii de valență ai siliciului se află mai departe de nucleu, posedă energii mai mari decât cei ai germaniului care se află mai aproape de nucleu, deci le este necesar un surplus energetic mai mic pentru a se desprinde din atom. Această caracteristică face ca germaniul să devină instabil la temperaturi mari, de aceea siliciul este materialul semiconductor cel mai des utilizat la construcția dispozitivelor electronice active.

### Conducția în semiconductoare

Pentru a forma o structură solidă, atomii unui semiconductor se combină prin legături covalente dintre electronii de valență, formând o **structură cristalină**. Prin legăturile covalente fiecare din cei patru electroni de valență a unui atom de siliciu se pun în comun cu câte un electron de valență a unui atom de siliciu învecinat (figura 4.18.).

Cristalul astfel format se numește **intrinsec** deoarece nu conține impurități.

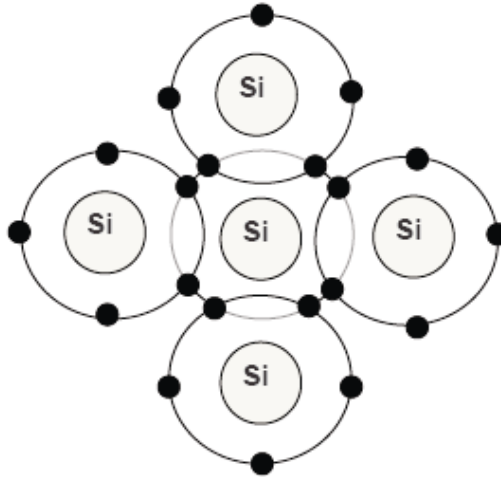


Fig. 4.18. Legăturile covalente la siliciu [21]

În jurul nucleului unui atom de material semiconductor se află trei benzi de energie (figura 4.19.):

- banda de valență – în care se află electronii de valență din semiconductor;
- banda interzisă – reprezintă diferența energetică dintre banda de valență și banda de conducție;
- banda de conducție – în care se află electronii liberi din semiconductor.

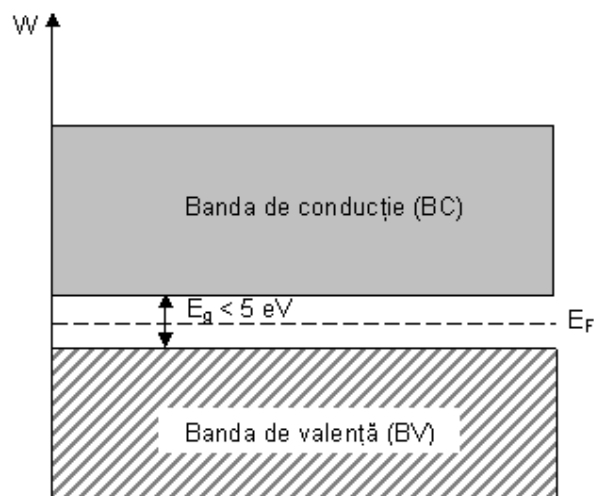


Fig. 4.19. Benzile de energie pentru materialele semiconductoare [21]

Un cristal de siliciu pur (intrinsec) la o anumită temperatură, permite unor electroni de valență din banda de valență să acumuleze suficientă energie pentru a străpunge banda interzisă și a trece în banda de conducție. Acești electroni se numesc *electroni liberi*. Când un electron trece din banda de valență în banda de conducție, locul său din banda de valență rămâne liber. Acest loc liber se numește *gol*. În acest mod se creează perechile *electron-gol*.

Dacă la capetele unui cristal de siliciu intrinsec se aplică o tensiune în interiorul cristalului circulă două categorii de curenți:

- **curentul de electroni** – care reprezintă deplasarea ordonată a electronilor liberi din banda de conducție spre polul pozitiv al sursei de alimentare;
- **curentul de goluri** – care reprezintă deplasarea ordonată a golurilor din banda de valență prin structura cristalină în sens opus curentului de electroni.

### *Semiconductoare de tip p și de tip n*

Datorită numărului limitat de electroni liberi din banda de conducție și de goluri din banda de valență, materialele semiconductoare în stare intrinsecă nu conduc curentul electric. Pentru a putea fi utilizate în diverse aplicații acestea trebuie prelucrate în scopul măririi conductivității electrice, prin introducerea controlată a unor impurități în materialul intrinsec care duce la creșterea numărului de purtători de curent. Acest procedeu se numește *dopare*.

Într-un cristal semiconductor *electronii liberi* reprezintă *sarcinile negative (n)* iar *golurile* reprezintă *sarcinile pozitive (p)*.

#### **a. Semiconductoare de tip p**

Aceste semiconductoare au un *număr mare de goluri*. Deoarece majoritatea purtătorilor de curent este constituită din goluri (sarcini pozitive) acestea poartă denumirea de semiconductoare de tip **p**.

Pentru a obține un semiconductor de tip **p** (fig.4.20.), un cristal de siliciu sau germaniu pur se dopează cu atomi de impurificare *trivalenți* (cu trei electroni de valență) – aluminiu (Al), bor (B), galiu (Ga), indiu (In).

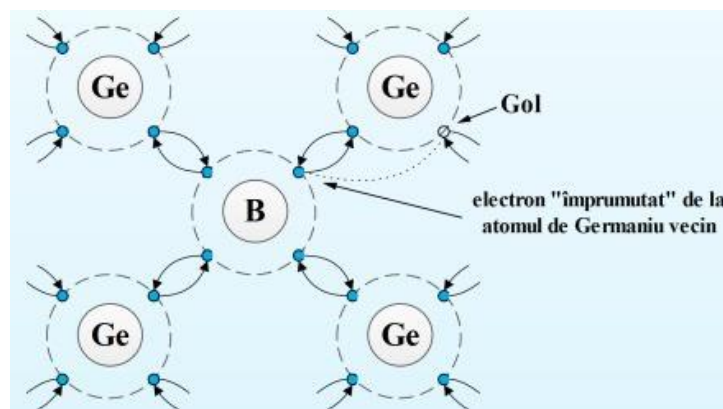


Fig. 4.20. Semiconductor de germaniu de tip p impurificat cu bor [21]

Atomul de bor are trei electroni de valență. Toți cei trei electroni de valență participă la legăturile covalente cu electronii de valență ai atomilor de germaniu. Deoarece un atom de

germaniu are patru electroni de valență la fiecare atom de bor din cristalul de germaniu apare câte un **gol**.

La semiconductorul de tip **p**, **golurile** sunt *purtători majoritari* iar **electronii** sunt *purtători minoritari*.

### *b. Semiconductoare de tip n*

Aceste semiconductoare au un **număr mare de electroni**. Deoarece majoritatea purtătorilor de curent este constituită din electroni (sarcini negative) acestea poartă denumirea de semiconductoare de tip **n**.

Pentru a obține un semiconductor de tip **n** (fig. 4.21.), un cristal de siliciu sau de germaniu pur se dopează cu *atomi de impurificare pentavalenți* (cu cinci electroni de valență) – arseniu (As), fosfor (P), bismut (Bi), stibiu (Sb).

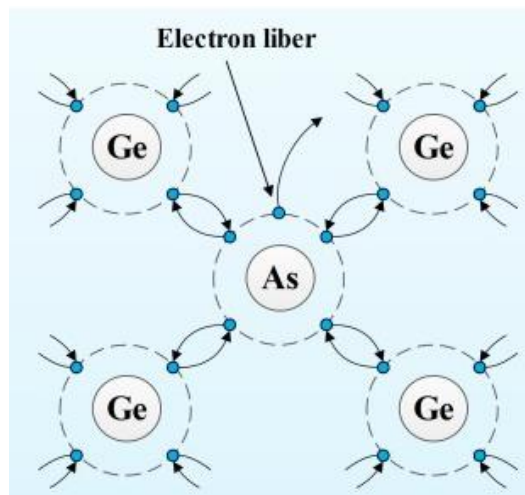


Fig. 4.21. Semiconductor de germaniu de tip n impurificat cu arseniu [21]

Atomul de arseniu are cinci electroni de valență. Patru dintre cei cinci electroni de valență participă la legăturile covalente cu electronii de valență ai atomilor de germaniu, iar al cincilea rămâne liber (deoarece un atom de germaniu are patru electroni de valență).

La fiecare atom de arseniu din cristalul de siliciu apare câte un **electron liber**.

La semiconductorul de tip **n**, **electronii** sunt *purtători majoritari* iar **golurile** sunt *purtători minoritari*.

### *Joncțiunea pn*

Joncțiunea pn stă la baza funcționării dispozitivelor electronice active.

Joncțiunea pn reprezintă zona de contact dintre două regiuni vecine, una de tip **p** și una de tip **n**, create într-un monocristal pur (figura 4.22. a).

Ca urmare a deplasării purtătorilor majoritari dintr-o regiune în alta, în imediata apropiere a joncțiunii se creează o **regiune golită**, negativă în regiunea **p** și pozitivă în regiunea **n**, care se opune deplasării în continuare a purtătorilor de sarcină (figura 4.22. b).

În această regiune se formează un câmp electric care constituie o barieră pentru electronii liberi din regiunea de tip n, care trebuie să consume energie pentru a-l traversa.

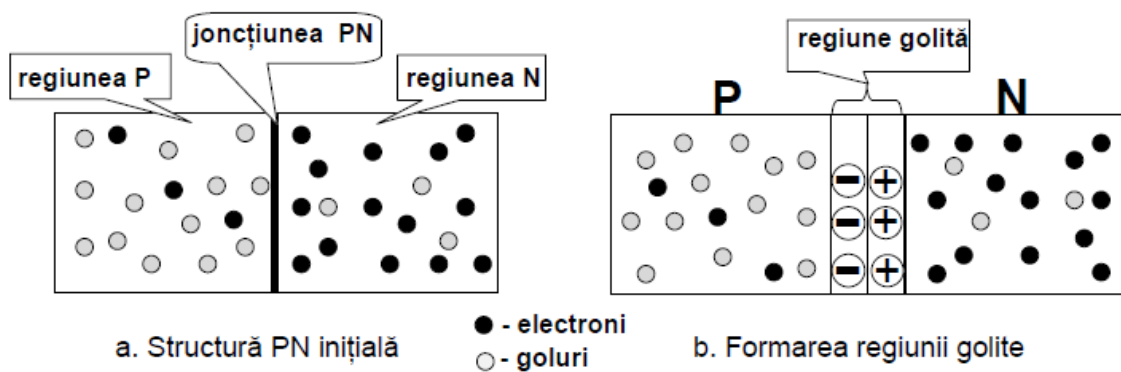


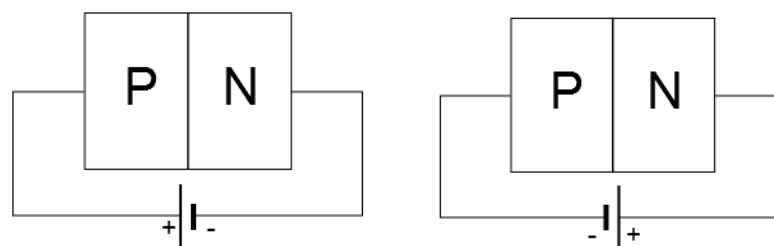
Fig. 4.22. Structura semiconductorului în care s-a creat o joncțiune pn [22]

Diferența de potențial al câmpului electric format în regiunea golită reprezintă cantitatea de energie necesară electronilor pentru a putea traversa câmpul electric și se numește **potențial de barieră (VP)**.

Potențialul de barieră este de **0,7 V** pentru **siliciu (Si)** și de **0,3 V** pentru **germaniu (Ge)**.

Pentru ca electronii să poată străbate regiunea golită, trebuie să li se furnizeze energie din exterior, care se face prin polarizarea joncțiunii pn. Prin **polarizare** se înțelege aplicarea unei tensiunii continue la capetele celor două regiuni. În funcție de modul de conectare a bornelor sursei de alimentare la regiunile joncțiunii pn sunt două moduri de polarizare:

- polarizare directă (figura 4.23. a)
- polarizare inversă (figura 4.23. b)



a - polarizare directă; b – polarizare inversă

Fig. 4.23. Polarizarea joncțiunii pn [22]

La **polarizarea directă** borna **plus** a sursei de alimentare se conectează la regiunea **p** a joncțiunii pn iar borna **minus** a sursei se conectează la regiunea **n** a joncțiunii pn.

Dacă tensiunea de polarizare este mai mare decât potențialul de barieră (**tensiunea de prag**) prin joncțiune circulă curent, iar regiunea golită se îngustează.

La **polarizarea inversă** borna **plus** a sursei de alimentare se conectează la regiunea **n** a joncțiunii pn iar borna **minus** a sursei se conectează la regiunea **p** a joncțiunii pn.

În această situație prin joncțiunea pn **nu** circulă curent, iar lățimea regiunii golite crește.

O joncțiune pn permite trecerea curentului prin ea dacă este polarizată direct cu o tensiune mai mare decât potențialul de barieră (tensiunea de prag).

#### 4.2.2. Diode semiconductoare

##### *Structura și simbolul diodelor*

Dioda semiconductoare (figura 4.24.) - este un dispozitiv electronic format dintr-o joncțiune **pn** și este prevăzută cu 2 terminale numite **Anod (+)** și **Catod(-)**.

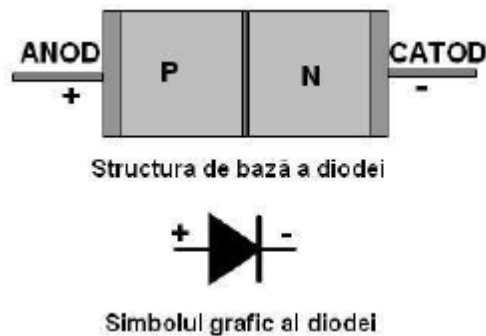


Fig. 4.24. Structura și simbolul grafic al diodei [22]

Materialele utilizate pentru construcția joncțiunii pn sunt metale semiconductoare (germaniu și siliciu).

C  
apsule  
le  
diodel  
or pot  
fi din  
plastic



, din sticlă sau metalice, ca în figura 4.25..

Fig. 4.25. Capsule de diode uzuale [22]

##### *Polarizarea diodelor*

Prin polarizare se înțelege aplicarea la terminalele diodei a unei tensiuni continue. Polarizarea poate fi directă și inversă.

**Polarizare directă** ( figura 4.26.) - constă în conectarea **bornei (+)** a sursei la **Anodul (+)** diodei și a **bornei (-)** a sursei la **Catodul (-)** diodei.

O diodă este polarizată direct și în situația în care anodul este mai pozitiv decât catodul .

La polarizare directă dioda intră în conducție și permite trecerea curentului electric prin ea.



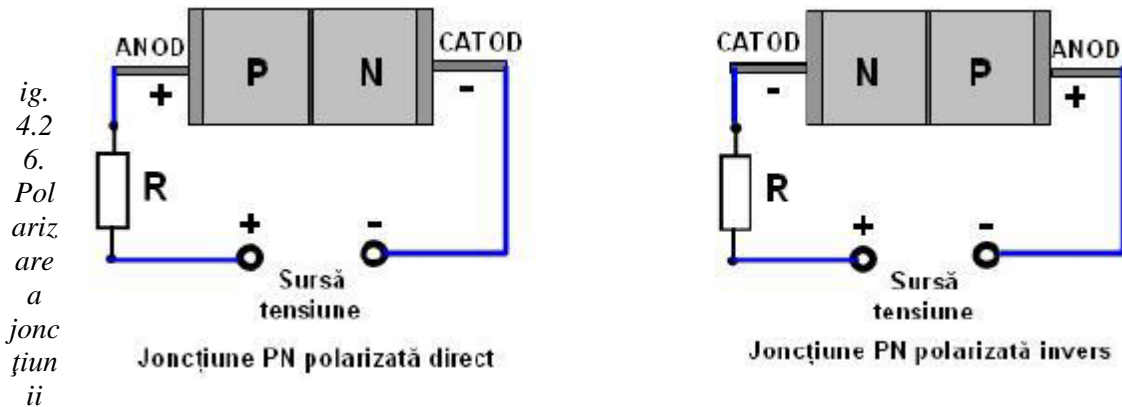
**Polarizare inversă** ( figura 4.26.) - constă în conectarea **bornei (+)** a sursei la **Catodul (-)** diodei și a **bornei (-)** a sursei la **Anodul (+)** diodei.

O diodă este **polarizată invers** și în situația în care **anodul este mai negativ decât catodul** .

La polarizare **inversă** dioda se **blochează** și **nu permite** trecerea curentului electric prin ea.

**Tensiunea de prag** - este tensiunea minimă cu care trebuie să fie polarizată o diodă pentru a intra în conducție.

Pentru diodele cu **siliciu** tensiunea de prag are valoarea **0,6 V** iar pentru cele cu **germaniu** are valoarea **0,2 V**.



pn [22]

O diodă intră în conducție când este polarizată direct cu o tensiune mai mare decât tensiunea de prag.

### Identificarea terminalelor diodelor

Identificarea terminalelor se poate face vizual (în funcție de tipul capsulei – figura 4.27.) sau prin măsurări cu multimetrul.

La diodele în capsulă de plastic și de sticlă terminalul spre care este o **bandă colorată** reprezintă **Catodul(-)**.

La diodele în capsulă metalică terminalul care este în legătură directă cu corpul diodei reprezintă **Catodul(-)**.



Fig. 4.27. Identificarea terminalelor diodei în funcție de tipul capsulei [22]

Identificarea terminalelor diodei cu multimetrului analogic se face astfel:

- se pregătește multimetrul ca ohmmetru;
- se conectează tastele ohmmetrului la terminalele diodei;
- dacă ohmetrul indică rezistență mică (acul indicator se deplasează spre dreapta) atunci terminalul pe care este **borna +** a ohmetrului este **Anodul(+)** diodei;
- se schimbă polaritatea tastelor la terminalele diodei, iar acesta indică rezistență foarte mare (acul nu se deplasează);

Observație importantă! Când multimetrul analogic este utilizat ca ohmmetru polaritatea bornelor se schimbă, borna (+) (roșie) devine (-) iar borna (-) (neagră) devine (+) .

Identificarea terminalelor diodei cu multimetrul digital se face astfel:

- se poziționează comutatorul multimetrului pe simbolul diodă ;
- se conectează tastele multimetrului la terminalele diodei;
- dacă multimetrul indică **0,6 - 0,7 V** atunci terminalul pe care este (+) multimetrului este **Anodul(+)** diodei.
- dacă multimetrul indica **0 V** atunci terminalul pe care este (+) multimetrului este **Catodul (-)** diodei.

#### 4.2.2.1. Diode redresoare

Diodele redresoare (rectifier diodes) sunt dispozitive electronice semiconductoare din siliciu, utilizate în circuitele de conversie c.a.-c.c., de limitare a amplitudinii tensiunilor etc.

Dioda redresoare este un dipol constituit dintr-o joncțiune PN abruptă, legată la doi electrozi externi, numiți anod (A) și catod (K). În figura 4.28., sunt reprezentate simbolul grafic și structura schematică a unei diode redresoare.

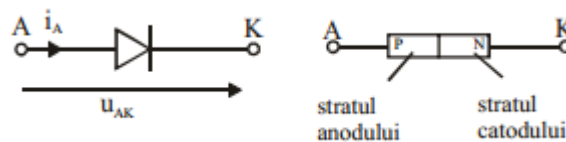


Fig. 4.28. Simbolul grafic și structura schematică a unei diode redresoare [23]

În funcție de polaritatea tensiunii  $u_{AK}$  aplicate la bornele diodei, componenta se poate găsi în una din cele două stări și anume :

- în stare de conducție, atunci când dioda este polarizată în sens direct ( $u_{AK} > 0$ );
- în stare de blocare, atunci când dioda este polarizată în sens invers ( $u_{AK} < 0$ ).

În stare de conducție, dioda este caracterizată printr-un curent direct important, care circulă de la anod spre catod. Dimpotrivă, o diodă blocată este parcursă numai de un curent rezidual, de intensitate foarte scăzută, care circulă de la catod spre anod. Dioda redresoare se comportă ca o supapă semiconductoare, care permite trecerea curentului într-un singur sens, de la anod spre catod (sensul indicat de săgeata din simbolul grafic).

#### Caracteristica statică

Comportarea diodei în cele două stări poate fi descrisă printr-o singură relație funcțională, care leagă curentul prin diodă de tensiunea aplicată la bornele componente, de forma

$$i_A = I_S \left[ \exp\left(\frac{u_{AK}}{U_T}\right) - 1 \right] \quad (4.17.)$$

Relația (4.17.), care evidențiază principiul de funcționare al unei diode redresoare, este denumită ecuația caracteristică a diodei.

Curentul  $I_S$  este curentul invers de saturație al diodei. O diodă ideală în stare de blocare este caracterizată prin curent rezidual nul. În mod practic, curentul invers de saturație al unei diode redresoare este neglijabil față de curenții direcți care apar în circuitele de utilizare. Pentru diodele

redresoare din Si, curentul  $I_S$  este de ordinul picoamperilor - nanoamperilor, în cazul componentelor de mică putere, și poate atinge câțiva miliamperi, în cazul componentelor de putere mare.

Caracteristica statică a unei diode reale se abate de la aceea a diodei teoretice. La polarizarea directă, diferențele sunt evidențiate în figura 4.29. Prin aplicarea unor tensiuni inverse mari, curentul invers crește brusc și abrupt, datorită multiplicării în avalanșă a purtătorilor de sarcină. Tensiunea la care se produce acest fenomen se numește tensiune de avalanșă sau de străpungere și se notează cu VRA (Reverse Avalanche Voltage) sau VBR (Breakdown Voltage).

Atunci când se produce efectul de avalanșă, curentul care parcurge dioda este:

$$I_A = -M \cdot I_S \quad (4.18.)$$

Această străpungere electrică este distructivă pentru toate diodele redresoare reale, motiv pentru care tensiunea inversă permisă este limitată la o valoare inferioară celei de străpungere.

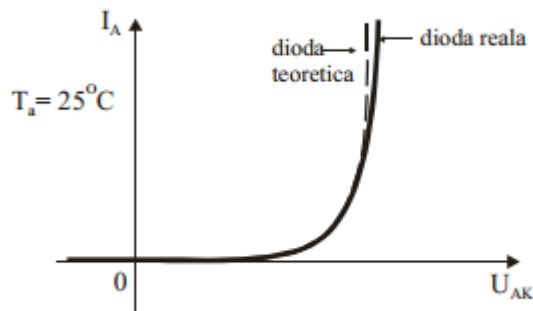


Fig. 4.29. Caracteristica statică a diodei reale [22]

Caracteristica statică a diodei este foarte sensibilă la temperatură, ca urmare a dependenței puternice a curentului rezidual  $I_S$  și a tensiunii termice  $U_T$  de temperatura joncțiunii. Pentru diodele din Si, creșterea relativă a curentului  $I_S$  este de circa 7% / °C. În practică, se admite că  $I_S$  își dublează valoarea, la fiecare creștere a temperaturii cu 10 °C. Tensiunea termică crește liniar cu temperatura. La creșterea temperaturii, se constată o deplasare a caracteristicii statice a diodei ca în figura 4.30.:

- ramura de conducție se deplasează în zona tensiunilor directe mai mici;
- ramura de blocare se deplasează în zona curenților reziduali mai mari.

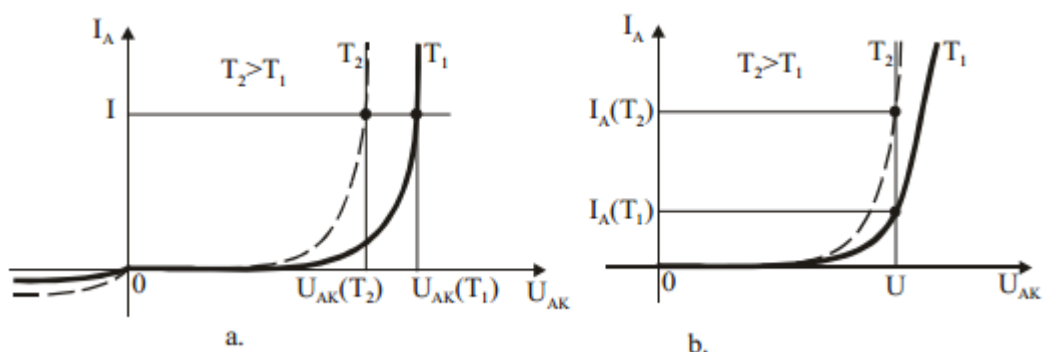


Fig. 4.30. Influența temperaturii joncțiunii asupra caracteristicii statice a diodei redresoare [24]

Din figura 4.30. b, se observă că, dacă se menține constantă tensiunea de la bornele diodei, creșterea temperaturii provoacă o creștere a curentului direct. Variația de temperatură a tensiunii directe la diodele din Si are valoarea de  $\cong - 2\text{mV} / ^\circ\text{C}$ .

#### Tipuri uzuale de diode redresoare

Diodele redresoare în capsulă din plastic se marchează cu 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007 (figura 4.31.a.).

Aceste diode suportă o tensiune inversă de la 50 V pentru 1N4001 până la 1000 V pentru 1N4007.

Diodele redresoare în capsulă metalică se marchează cu F057, F087, F107, F207, F307, F407 (figura 4.31.b.)



Fig. 4.31. Diode redresoare: a – în capsulă de plastic; b – în capsulă metalică [22]

Aceste diode suportă tensiuni de la 50 V până la 800 V și curenți de 1 A.

Diodele marcate cu F102, F202, F402, F602, F802, F112 suportă tensiuni de la 100 V până la 800 V și curenți de 2 A.

**Principalii parametri ai diodelor redresoare** sunt:

- curentul mediu redresat,  $I_0$ ;
- curentul direct de vârf repetitiv,  $I_{FRM}$ ;
- tensiunea inversă de vârf repetitivă,  $U_{RRM}$ ;
- temperatura maximă a joncțiunii,  $T_{j\max}$ ;
- rezistența termică,  $R_{th}$ , care determină transferul de căldură în exterior.

La diodele cu siliciu, curentul mediu redresat poate atinge valori de sute sau chiar mii de amperi, cu tensiuni inverse de vârf repetitive de mii de volți, temperatura de lucru maximă a joncțiunii fiind de  $150^\circ\text{C}$ . La diodele cu germaniu, valorile de curent și tensiune sunt mai mici și temperatura maximă de lucru a joncțiunii este de  $80^\circ\text{C}$ .

Diodele redresoare se folosesc până la frecvențe de cca. 10...20 kHz, deoarece la frecvențe înalte, capacitatea de barieră produce un puternic efect de șuntare a rezistenței inverse și proprietățile de redresare sunt diminuate (sau chiar dispar).

Diodele redresoare trebuie să aibă caracteristici statice cât mai apropiate de caracteristica ideală, adică să se deschidă la tensiuni de prag cât mai mici și atunci când sunt blocate să aibă curentul invers de saturație  $I_S$  cât mai mic.

Când o diodă cu germaniu se află în conducție, tensiunea anod – catod ( $U_{AK}$ ) este, pentru curenți  $I_A$  uzuali, aproximativ egală cu  $0,2 \div 0,3$  V, față de  $0,6 \div 0,8$  V la dioda cu siliciu. Pentru valori mari și foarte mari ale curenților direcți  $I_A$ , căderile de tensiune pot ajunge la  $0,7$  V la germaniu și la  $1,4$  V la siliciu.

Tensiunea de străpungere  $U_{BR}$  este mai mare la diodele din siliciu comparativ cu diodele din germaniu.

Temperatura de lucru maximă admisă pentru joncțiune este de  $(200 \div 220)^\circ\text{C}$  la siliciu și de  $(85 \div 90)^\circ\text{C}$  la germaniu.

Dezavantajul principal al diodelor cu germaniu în raport cu diodele cu siliciu este că au curentul invers mai mare decât cel al diodelor cu siliciu. Singurul avantaj al diodelor cu Ge îl constituie valoarea mai scăzută a căderii de tensiune directă.

#### 4.2.2.2. Dioda stabilizatoare de tensiune

**Dioda stabilizatoare (Zener)**, reprezentată în figura 4. 32. menține la ieșirea unui circuit de curent continuu tensiunea constantă (stabilizată) în condițiile în care se modifică, între anumite limite, valoarea tensiunii de intrare sau a curentului de sarcină (curent absorbit de consumator).

**Dioda stabilizatoare se polarizează invers.**



Fig. 4.32. Simbolurile grafice utilizate în reprezentarea diodelor stabilizatoare de tensiune [22]

#### Familii de diode stabilizatoare

Diodele stabilizatoare uzuale se notează cu **DZ** sau **PL**. După aceste litere este un grup de cifre care reprezintă tensiunea de stabilizare pentru care este construită dioda.

Ex. **DZ 12** - este o diodă Zener de  $0,5$  W care stabilizează tensiunea la **12 V**.

**PL5V6** – este o diodă Zener de  $1$  W care stabilizează tensiunea la **5,6 V**.

**BZX 85 C 5V1** – diodă Zener de  $1,3$  W care stabilizează tensiunea la **5,1 V**.

• **DZ 2V7 .....DZ 51** , sunt diode de  $0,5$ W care stabilizează tensiuni între  $2,7$ V și  $51$ V.

Există și diode **DZ 1** , care stabilizează tensiune de  $1$ V, dar acestea se polarizează direct.

• **PL 2V7.....PL200**, sunt diode de  $1$ W, care stabilizează tensiuni între  $2,7$ V și  $200$ V

• **1N 3016B.....1N 3051B**, sunt diode de  $1$ W, care stabilizează tensiuni între  $6,8$ V și  $200$ V

• **1N 4728.....1N 4764**, sunt diode de  $1$ W, care stabilizează tensiuni între  $3,3$ V și  $100$ V

• **10DZ6V8....10DZ180**, sunt diode de  $10$ W, care stabilizează tensiuni între  $6,8$ V și  $180$ V

• **20DZ6V8...20DZ180**, sunt diode de  $20$ W, care stabilizează tensiuni între  $6,8$ V și  $180$ V

• **50DZ6V8...50DZ180**, sunt diode de  $50$ W, care stabilizează tensiuni între  $6,8$ V și  $180$ V.

Diodele stabilizatoare se construiesc în capsulă din sticlă, plastic sau metalică (figura 4.33.)

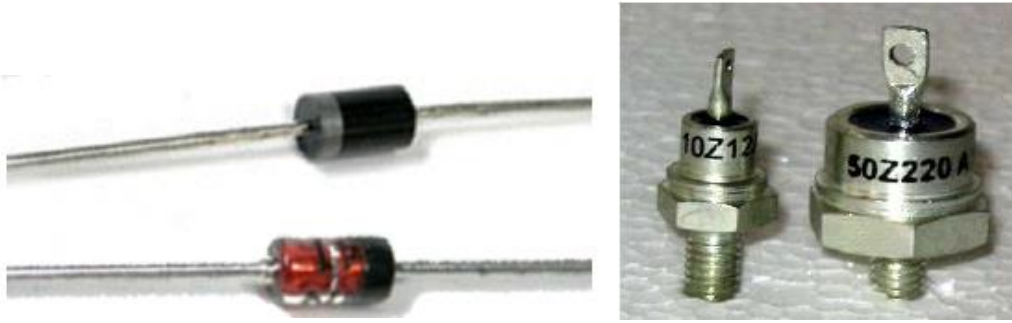


Fig. 4.33. Diode stabilizatoare de tensiune [22]

#### 4.2.2.3. Diode cu contact punctiform.

Structura unei astfel de diode este prezentată în figura 4.34.

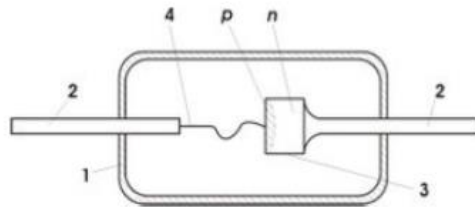


Fig. 4.34. Structura unei diode cu contact punctiform: 1-capsulă de sticlă; 2-electrozi metalici; 3-semiconductor de tip n; 4-conductor subțire de wolfram. [22]

Sunt diode cu capacitatea totală foarte mică (sub 1 pF) fiind utilizate în domeniul frecvențelor înalte și ultraînalte, ca detectoare și schimbătoare de frecvență, putând fi folosite și în regim de impulsuri, ca diode de comutație.

Tensiunea de deschidere este mai mare ca la diodele redresoare, ajunge până la 2 V.

Se **polarizează direct** și se notează cu **AA112----AA118, EFD 103, EFD 109...**etc.

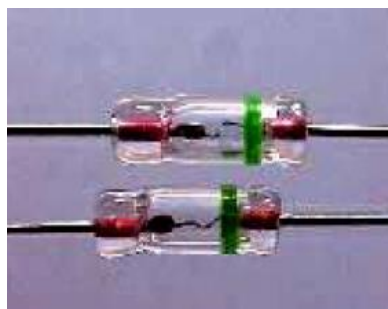


Fig. 4.35. Diode cu contact punctiform [22]

#### 4.2.2.4. Diode varicap (varactor)

Aceste diode se **polarizează invers** și își modifică capacitatea odată cu modificarea tensiunii. Diodele varicap se comportă în circuit ca niște condensatoare variabile comandate în tensiune. Capacitatea unei diode varicap se modifică de la ordinul pF până la zeci de pF.



Fig. 4.36. Simboluri grafice pentru dioda varicap [24]

Diodele varicap (figura 4.37.) se notează cu **BB** 101, 102.....201.....etc.



Fig. 4.37. Diode varicap [22]

Sunt utilizate pentru acordul automat al circuitelor oscilante din circuite electronice oscilatoare, modulatori de fază și de frecvență și din anumite tipuri de amplificatoare și filtre.

#### 4.2.2.5. Diode tunel (Esaki)

Dioda tunel este un dispozitiv electronic cu **rezistență dinamică negativă**.



Fig. 4.38. Simboluri grafice pentru dioda tunel [22]

Caracteristica acestei diode este reprezentată în figura 4.39.

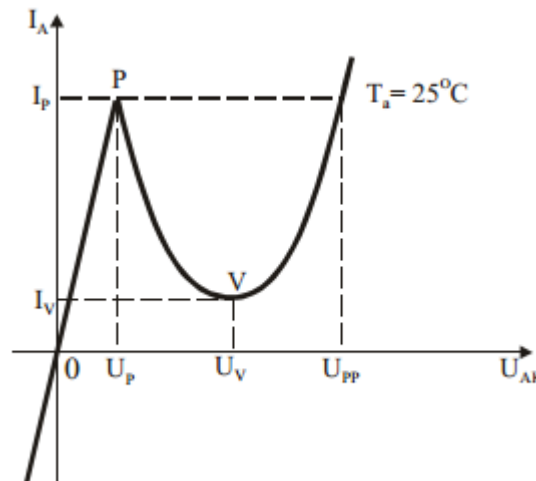


Fig. 4.39. Caracteristica statică a diodei tunel [24]

Până la o anumită valoare a tensiunii de polarizare ( $U_P$  – tensiunea de vârf sau peak) dioda tunel funcționează ca o diodă normală (curentul prin diodă crește odată cu tensiunea de polarizare).

Dacă tensiunea de polarizare a diodei crește peste o anumită valoare (de la  $U_P$  la  $U_V$ -tensiunea de vale) , curentul prin diodă scade ( acest fenomen poartă numele de rezistență

negativă). Dacă tensiunea de polarizare crește și mai mult (peste tensiunea UV) dioda tunel funcționează iarăși ca diodă normală.

Deci dioda tunel **se polarizează direct** și are 3 zone distincte de funcționare.

Familii de diode tunel: **1N3713....1N3721 ; 1N 2927 ; 1N3149** (figura 4.40.)



Fig. 4.40. Diode tunel [22]

Dioda tunel se utilizează în circuite electronice de amplificare, oscilație și comutație.

### 4.2.3. Tranzistoare

#### 4.2.3.1. Generalități

Tranzistoarele sunt dispozitive semiconductoare, construite în general din materiale semiconductoare din siliciu, întrebuințate în general în diverse tipuri de circuite electronice, care au drept scop principal prelucrarea sau generarea unor informații, atât de tip analogic cât și digital. Câteva din cele mai importante clase de circuite electronice analogice în care tranzistoarele sunt utilizate sunt:

- amplificatoare de semnal
- generatoare de semnal (oscilatoare)
- stabilizatoare de tensiune

#### 4.2.3.2. Tranzistorul bipolar

Tranzistorul bipolar este un dispozitiv semiconductor cu trei terminale, furnizat de către producători sub diverse forme (capsule), iar în figura 4.41. sunt prezentate mai multe variante.

Cele trei terminale ale tranzistorului bipolar au “roluri” diferite, motiv pentru care poartă denumiri diferite și anume:

- emitor
- bază
- colector.

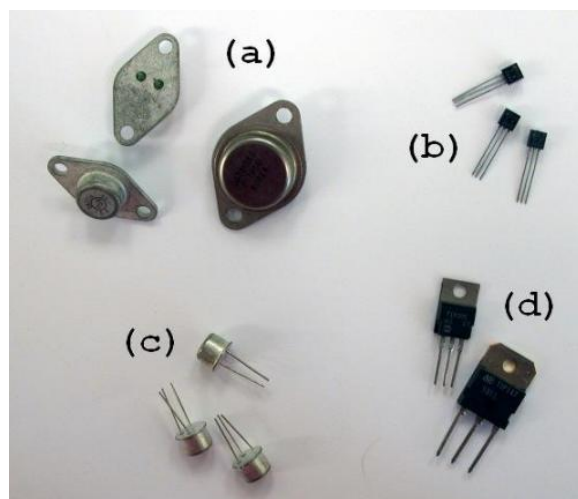


Fig. 4.41. Tranzistoare bipolare [25]



Cele trei terminale ale tranzistorului bipolar sunt dispuse pe capsulă în ordinea specificată mai sus. La tranzistoarele utilizate în aplicațiile studiate în cadrul lucrărilor de laborator, cele trei terminale ale tranzistorului bipolar sunt indicate ca în figura 4.42.

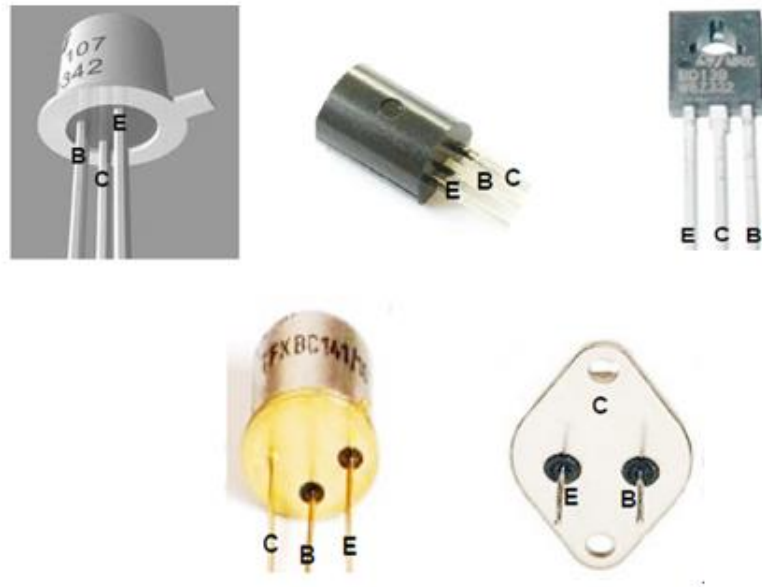


Fig. 4.42. Dispunerea terminalelor tranzistoarelor bipolare [23]

În funcție de structură, există două tipuri de tranzistoare bipolare:

- NPN
- PNP

În circuitele electronice, tranzistoarele bipolare sunt simbolizate ca în figura 4.43.

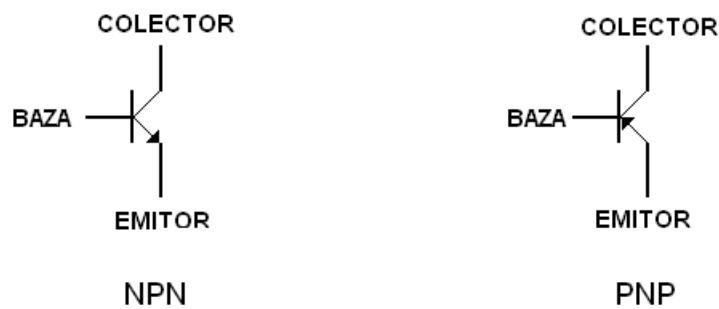


Fig. 4.43. Simbolul electronic al tranzistoarelor bipolare [25]

### Mărimile electrice caracteristice ale tranzistorului bipolar

La nivelul tranzistorului apar 6 mărimi electrice:

- 3 curenți – curenții prin cele 3 terminale:
  - $i_E$  – curentul de emitor
  - $i_B$  – curentul de bază
  - $i_C$  – curentul de colector
- 3 tensiuni – tensiunile între terminalele tranzistoarelor:
  - $v_{BE}$  – tensiunea bază-emitor
  - $v_{BC}$  – tensiunea bază-colector
  - $v_{CE}$  – tensiunea colector-emitor

Sensul curenților este același cu sensul săgeții care indică în simbolul electronic al tranzistorului bipolar, *emitorul*. Referințele tensiunilor depind de tipul tranzistorului bipolar. Astfel, sensul curenților, respectiv referințele tensiunilor sunt prezentate în figura 4.44.

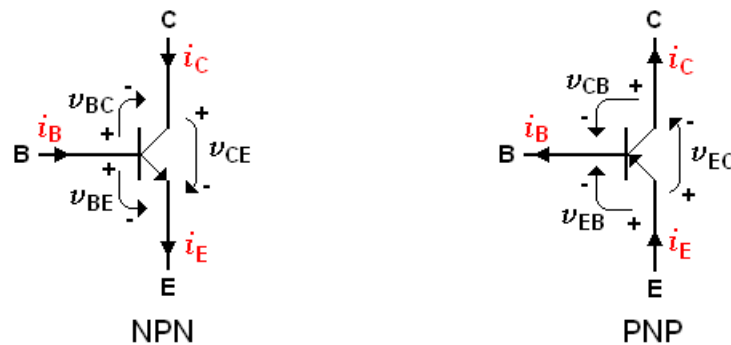


Fig. 4.44. Mărimile electrice ale tranzistoarelor bipolare [25]

Între mărimile electrice ale tranzistorului bipolar există următoarele relații generale:

- relația între curenții prin terminalele tranzistorului:

$$i_E = i_B + i_C \quad (4.18)$$

- relația între tensiunile dintre terminalele tranzistorului:

$$\begin{aligned} v_{BE} &= v_{BC} + v_{CE} & \text{NPN} \\ v_{EB} &= v_{CB} + v_{EC} & \text{PNP} \end{aligned} \quad (4.19)$$

- relația între curentul de colector și tensiunea bază emitor:

$$i_C \cong I_S \cdot \exp\left(\frac{v_{BE}}{V_T}\right) \quad (4.20)$$

unde  $I_S$  este un curent de saturație de valoare foarte redusă (ordinul nanoamperilor sau mai mic), iar  $V_T$  este tensiunea termică.

Relația 4.20 descrie de fapt capacitatea unui tranzistor bipolar de a genera curenți de colector de valori mari, în condițiile unei creșteri foarte reduse a tensiunii dintre BAZĂ și EMITOR. Un astfel de comportament poate fi exploatat eficient în construirea circuitelor de amplificare a semnalelor.

**Tipuri de conexiuni**

Un tranzistor bipolar privit ca un cuadripol poate avea trei tipuri de conexiuni, conform tabelului 4.8.:

• **emitor comun ( EC)**

Mărimile de intrare sunt ( $I_B, U_{BE}$ ) iar cele de ieșire ( $I_C, U_{CE}$ )

• **bază comună(BC)**

Mărimile de intrare sunt ( $I_E, U_{BE}$ ) iar cele de ieșire ( $I_C, U_{CB}$ )

• **colector comună(CC)**

Mărimile de intrare sunt ( $I_B, U_{BC}$ ) iar cele de ieșire ( $I_E, U_{EC}$ )

Tabelul 4.8. Conexiunile tranzistorului bipolar [23]

Conexiunea BC	Conexiunea CC	Conexiunea EC

**Date de catalog, Parametri specifici:**

- $U_{CEsat}$  - tensiunea de saturație colector – emitor
- $h_{FE}, \beta$  - factorul de amplificare în curent continuu, reprezintă raportul dintre componentele continue ale curenților de colector și de bază.
- $f_T$  – frecvența de tranziție
- $I_{CBO}$  – curentul rezidual

**Mărimi limită**, Parametrii principali ce limitează funcționarea tranzistorului sunt :

- $T_j$  - temperatura maximă a joncțiunii
- $P_{Dmax}$  - puterea disipată maximă, este dată în anumite condiții specificate.
- $I_{CM}$  - curentul de colector maxim
- $U_{CEO}$  – tensiunea de străpungere colector–emitor cu baza în gol, este tensiunea la care curentul de colector crește peste o valoare stabilită , baza fiind neconectată.

**Funcționarea tranzistorului bipolar**

Tranzistorul bipolar poate funcționa în patru moduri distincte, denumite regiuni de funcționare, stabilite de semnul tensiunilor BAZĂ-EMITOR, respectiv BAZĂ-COLECTOR. Astfel, pentru un tranzistor bipolar de tip NPN, cele patru regiuni de funcționare sunt:

• **Regiunea activă normală (RAN):**

- condiția de funcționare:  $v_{BE} > 0V$  și  $v_{BC} < 0V$
- în această regiune tranzistorul bipolar poate fi utilizat pentru prelucrarea analogică a semnalelor (informațiilor), fiind singura regiune de funcționare în care tranzistorul bipolar poate *amplifica liniar* ;

- **Regiunea de saturație:**

- condiția de funcționare:  $v_{BE} > 0V$  și  $v_{BC} > 0V$
- în această regiune de funcționare  $v_{CE} < 0,1V$
- este o regiune de funcționare în care tranzistorul bipolar poate fi utilizat pentru prelucrarea digitală a semnalelor sau pentru generarea semnale digitale (biți);

- **Regiunea de blocare:**

- condiția de funcționare:  $v_{BE} < 0V$  și  $v_{BC} < 0V$
- în această regiune de funcționare toți curenții tranzistorului sunt zero
- este o regiune de funcționare în care tranzistorul bipolar poate fi utilizat pentru prelucrarea digitală a semnalelor sau pentru generarea semnale digitale (biți);

- **Regiunea activă inversă:**

- condiția de funcționare:  $v_{BE} < 0V$  și  $v_{BC} > 0V$
- datorită amplificării foarte slabe a semnalelor, se evită utilizarea tranzistorului în această regiune de funcționare;

### Caracteristicile statice ale tranzistorului bipolar

Aceste caracteristici sunt grafice (figura 4.45.) ce reprezintă dependența dintre curenții ce trec prin terminalele tranzistorului și tensiunile ce se aplică la aceste terminale. Fiecare schemă de conectare a unui tranzistor se caracterizează prin patru familii de caracteristici:

$I_{IE\mathcal{S}} = f(U_{IE\mathcal{S}})$  la  $I_{INT} = \text{constant}$  – caracteristici de ieșire;

$U_{INT} = f(I_{INT})$  la  $U_{IE\mathcal{S}} = \text{constant}$  – caracteristici de intrare;

$I_{IE\mathcal{S}} = f(I_{INT})$  la  $U_{IE\mathcal{S}} = \text{constant}$  – caracteristici de transfer a curentului;

$U_{INT} = f(U_{IE\mathcal{S}})$  la  $I_{INT} = \text{constant}$  – caracteristici de reacție inversă după tensiune.

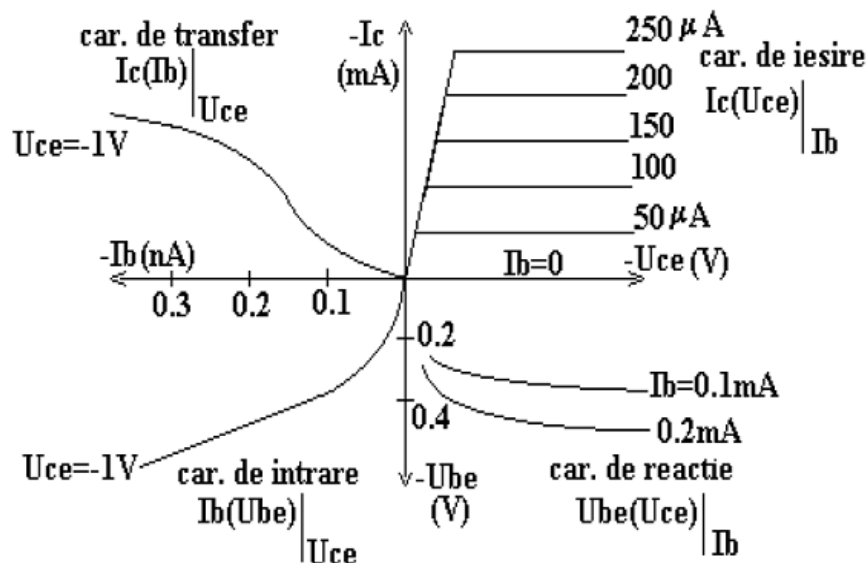


Fig. 4.45. Exemplu de caracteristici statice pentru un tranzistor bipolar în conexiunea EC [25]

În cataloagele de tranzistoare sunt prezentate caracteristica de intrare și caracteristica de ieșire, deoarece aceste caracteristici sunt mai importante. Pe caracteristica de ieșire se pot delimita regiunile de funcționare a tranzistorului și se poate trasa dreapta de sarcină, ca în figura 4.46.

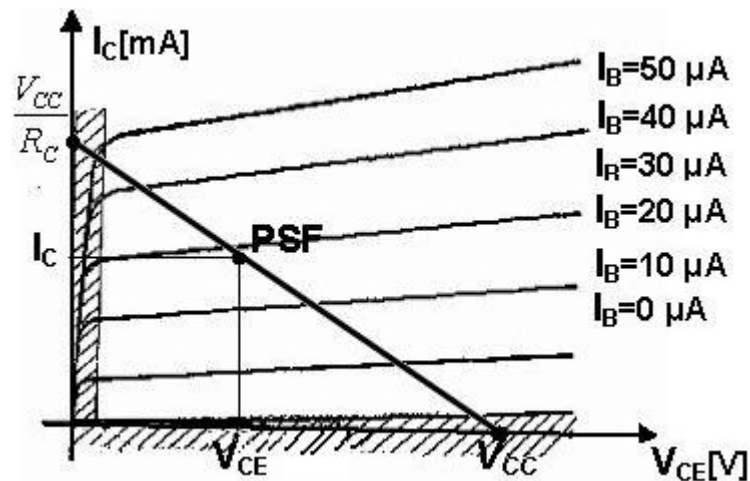


Fig. 4.46. Punctul static de funcționare și dreapta de sarcină [25]

#### 4.2.3.3. Tranzistorul MOS

Tranzistorul MOS (*Metal Oxide Semiconductor*) este un dispozitiv cu trei terminale, furnizat de către producători sub diverse forme (capsule), un exemplu fiind prezentat în figura 4.47.

Cele trei terminale ale numesc DRENĂ, GRILĂ,

tranzistorului MOS se respectiv SURSĂ.



Fig. 4.47. Tranzistoare MOS [25]

În funcție de structură, există două categorii principale de tranzistoare MOS:

- ca canal indus
- cu canal inițial

În plus, în funcție de structura canalului, aceste tranzistoare MOS sunt de 2 tipuri și anume:

- cu canal de tip N
- cu canal de tip P

Diferențele de funcționare între tranzistoarele MOS cu canal indus, respectiv cu canal inițial sunt minore, din acest motiv, în continuare se vor prezenta numai tranzistoarele MOS cu canal indus, fiind remarcate numai diferențele între cele 2 clase de tranzistoare.

În circuitele electronice, tranzistoarele MOS sunt simbolizate ca în figura 4.48.

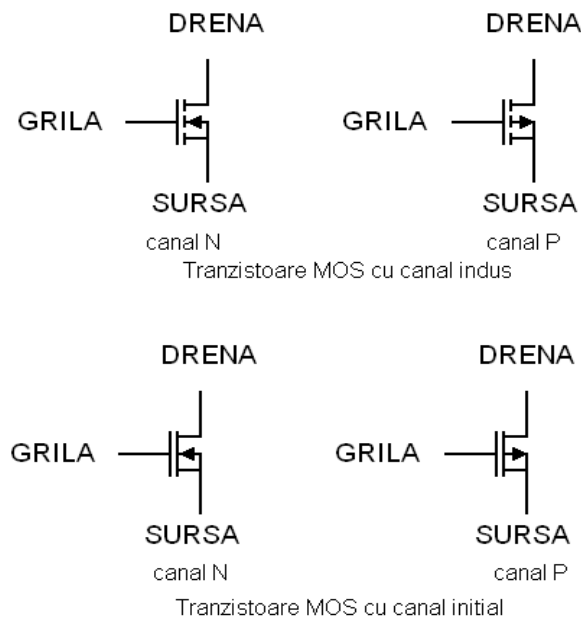


Fig. 4.48. Simbolul electronic al tranzistoarelor MOS [23]

**Mărimile electrice ale tranzistorului unipolar**

La nivelul tranzistorului MOS apar 4 mărimi electrice:

- 1 curent – curentul care este generat între DRENĂ și SURSĂ:
  - $i_D$  – curentul de drenă
- 3 tensiuni – tensiunile între terminalele tranzistoarelor:
  - $v_{GS}$  – tensiunea grilă-sursă
  - $v_{GD}$  – tensiunea grilă-drenă
  - $v_{DS}$  – tensiunea drenă-sursă

Sensul curentului de drenă este de la drenă și sursă. Referințele tensiunilor depind de tipul canalului tranzistorului MOS. Astfel, sensul curentului, respectiv referințele tensiunilor sunt prezentate în figura 4.49. În această figură s-a reprezentat și curentul din grila tranzistorului notat  $i_G$ . Trebuie reținut însă că valoarea acestui curent este întotdeauna nulă.

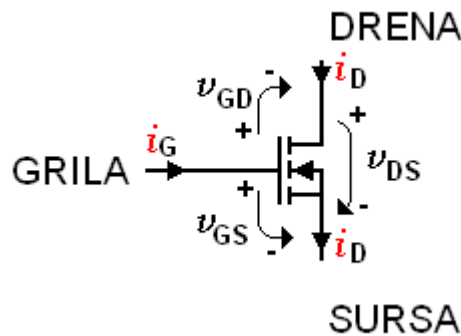


Fig. 4.49. Mărimile electrice ale tranzistoarelor MOS. ( $i_G=0$ ) [23]

### **Funcționarea tranzistorului MOS**

Relațiile dintre mărimile electrice ale tranzistorului MOS depind de regimul de funcționare al acestuia.

Tranzistorul MOS poate funcționa în 3 moduri distincte, numite regiuni de funcționare, stabilite de relația dintre tensiunile tranzistorului. Regiunile de funcționare ale tranzistorului MOS sunt:

- Regiunea de blocare:

- condiția de funcționare:  $v_{GS} < V_{TH}$  (canal N)  
unde  $V_{TH}$  reprezintă un parametru al tranzistorului MOS numit tensiune de prag; valoarea acestei tensiuni este: pozitivă pentru tranzistorul MOS cu canal indus de tip N, negativă pentru tranzistorul MOS cu canal indus de tip P; negativă pentru tranzistorul MOS cu canal inițial de tip N, pozitivă pentru un tranzistor MOS cu canal inițial de tip P;
- în această regiune, funcționarea tranzistorului MOS este descrisă de ecuația de funcționare:

$$i_D = 0 \quad (4.21)$$

- în această regiune, comportamentul tranzistorului MOS poate fi exploatat pentru prelucrarea sau generarea semnalelor digitale.

- Regiunea liniară:

- condiția de funcționare:  $v_{GS} > V_{TH}$  și  $v_{DS} < v_{GS} - V_{TH}$
- în această regiune, funcționarea tranzistorului MOS este descrisă de ecuația de funcționare:

$$i_D = 2 \cdot k \cdot \left( v_{GS} - V_{TH} - \frac{v_{DS}}{2} \right) \cdot v_{DS} \quad (4.22)$$

unde  $k$  este un parametru al tranzistorului care se măsoară în  $\frac{mA}{V^2}$  (miliamperi împărțit la volți la pătrat).

- în această regiune, tranzistorul MOS se comportă ca o rezistență a cărei valoare poate fi controlată de o tensiune – tensiunea grilă-sursă.

- Regiunea de saturație:

- condiția de funcționare:  $v_{GS} > V_{TH}$  și  $v_{DS} > v_{GS} - V_{TH}$
- în această regiune, funcționarea tranzistorului MOS este descrisă de ecuația de funcționare:

$$i_D = k \cdot (v_{GS} - V_{TH})^2 \quad (4.23)$$

- în această regiune tranzistorul MOS poate fi utilizat pentru prelucrarea analogică a semnalelor, fiind singura regiune de funcționare în care tranzistorul MOS poate *amplifica liniar* semnale;

Din relația 4.23. se remarcă faptul că dacă un tranzistor MOS funcționează în regiunea de saturație,  $i_D$  variază în funcție de  $v_{GS}$ . Modul în care are loc această variație se poate determina calculând panta graficului curentului  $i_D$  în funcție de tensiunea  $v_{GS}$  pentru cazul în care valoarea

curentului de DRENĂ este menținută la o valoare constantă  $I_D$ . Valoarea pantei dreptei respective se notează cu  $g_m$  și se numește panta tranzistorului MOS:

$$g_m = \left. \frac{di_D}{dv_{GS}} \right|_{i_D=I_D} \quad g_m = 2\sqrt{k \cdot I_D} \quad [g_m] = \text{Siemens} = \frac{\text{Amper}}{\text{Volt}} \quad (4.24)$$

unde  $I_D$  este curentul continuu prin DRENA tranzistorului.

#### 4.2.5. Dispozitive optoelectronice

**Dispozitivele optoelectronice** reprezintă elemente care transformă energia radiațiilor luminoase (sau a altor radiații din spectrul invizibil) în energie electrică sau invers. Transformarea energiei radiației electromagnetice în energie electrică și invers se face în mod direct, fără intermediul altor forme de energie. Fenomenele fizice fundamentale care stau la baza funcționării dispozitivelor optoelectronice sunt absorbția radiației electromagnetice în corpul solid și recombinarea radiativă a purtătorilor de sarcină în semiconductor.

Dispozitivele optoelectronice se împart în două mari categorii:

- dispozitive bazate pe efectul fotoelectric intern;
- dispozitive optoelectronice electroluminescente.

##### **Dispozitive optoelectronice bazate pe efectul fotoelectric intern**

**Fotoelementul**, simbolizat în figura 4.50., reprezintă un dispozitiv optoelectronic care nu necesită alimentarea de la o sursă de tensiune exterioară, el generând o anumită tensiune atunci când este iluminat. Valoarea tensiunii care este măsurată pe o asemenea celulă care nu este conectată într-un circuit poartă denumirea de tensiune de circuit deschis și are o variație pronunțată la iluminări mici, iar curentul care străbate terminalele celulei în timpul unui scurtcircuit poartă denumirea de curent de scurtcircuit și are o variație pronunțată cu cât iluminarea este mai puternică. Cu cât aria unei celule este mai mare cu atât curentul de scurtcircuit este mai mare.

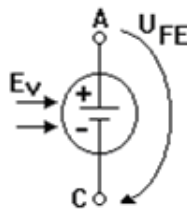


Fig. 4.50. Simbolul fotoelementului [26]

Dacă în aplicații dorim să utilizăm curentul unei astfel de celule se vor utiliza rezistori de sarcini mici, iar dacă dorim utilizarea tensiunii, rezistorul de sarcină trebuie să aibă o valoare mare. Valoarea curentului de scurtcircuit depinde și de lungimea de undă a luminii (culoarea) care luminează fotocelula.



**Fotorezistența**, simbolizată în figura 4.51, este formată dintr-o peliculă semiconductoră depusă prin evaporarea în vid pe un grătar metalic fixat în prealabil pe o placă izolatoare. Această peliculă se protejează de obicei prin acoperire cu lac sau peliculă de masă plastic.

Acestea au proprietatea de a-și modifica valoarea rezistenței electrice sub acțiunea fluxului luminos. Într-un circuit care conține un astfel de dispozitiv alimentat de la o sursă de tensiune constantă, curentul va crește odată cu iluminarea fotorezistorului.

Variația rezistenței lor cu temperatură și inerția ridicată în funcționare, constituie inconvenientele acestor dispozitive.

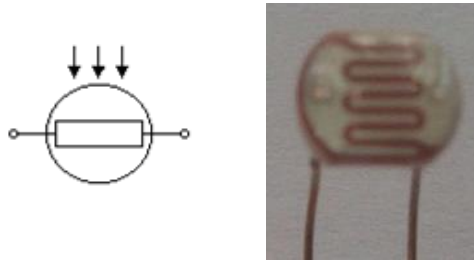


Fig. 4.51 Simbolul fotorezistenței și exemplu [26]

Principalii parametri ai fotorezistenței sunt:

- Rezistența de întuneric, ( $R_0$ );
- Sensibilitatea, ( $S$ ).

**Fotodioda**, simbolizată în figura 4.52, nu diferă din punct de vedere a structurii fizice față de diodele obișnuite. Fotodioda este constituită dintr-o jonctiune pn de construcție specială, astfel încât să facă posibilă incidența razelor de lumină în domeniul zonei de difuzie a acesteia. În funcționarea normală jonctiunea pn este polarizată invers cu ajutorul unei surse externe. Incidența razelor de lumină în zona de difuzie determină o creștere a curentului invers. Pot fi folosite la frecvențe de ordinul miilor de Hz.



Fig. 4.52. Simbolul fotodiodei și exemple [27]

Principalii parametri ai unei fotodiode sunt:

- Curentul de întuneric, ( $I_D$ );
- Tensiunea inversă maximă, ( $U_{RM}$ );
- Curentul de iluminare, ( $I_L$ );
- Sensibilitatea, ( $S$ ).

**Fototranzistorul**, simbolizat în figura 4.53, este format din trei zone (pnp sau npn) numite colector, bază și emitor. Zona sensibilă la lumină formând-o joncțiune bază- colector. Spre deosebire de fotodiode fototranzistoarele realizează și o amplificare a curentului fotoelectric. Fluxul luminos are rolul curentului de bază de aceea fototranzistorul nu este prevăzut cu terminalul pentru bază. În circuite fototranzistorul se montează în conexiune emitor comun, polarizarea făcându-se ca și la tranzistor, emitorul la potențialul negativ iar colectorul la potențialul pozitiv pentru un tranzistor npn.

Inerția în funcționare a fototranzistorului este mai mare decât a fotodiodei.



Fig. 4.53. Simbolul fototranzistorului și exemple [26]

#### **Dispozitive optoelectronice electroluminiscente**

**Dioda electroluminiscentă (LED - ul)**, simbolizată în figura 4.54., numită LED-Light Emmiting Diode se bazează pe fenomenul invers fotodiodei. Culoarea luminii emise depinde de semiconductorul utilizat.

LED-urile pot fi folosite ca indicatoare numerice sau indicatoare optice pe panourile aparatelor. LED-ul emite lumina într-o anumită bandă foarte îngustă de lungimi de undă care este caracteristică unei anumite culori. LED-urile sunt produse într-o varietate de forme și mărimi. Culoarea lentilelor de plastic este adesea aceeași cu culoarea reală a luminii emise, dar nu întotdeauna. De exemplu, plastic violet este adesea folosit pentru LED-uri în infraroșu, dar cele mai multe dispozitive albastre au carcase incolore.

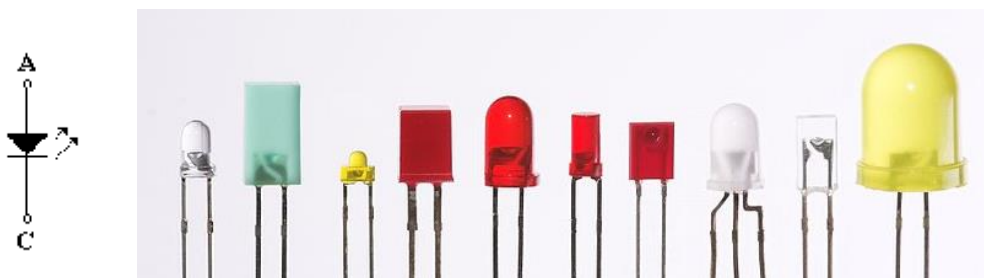


Fig. 4.54. Simbolul diodei electroluminiscente și exemple [27]

Pentru LED-uri RGB (figura 4.55.), poate fi un singur LED cu trei structuri (Red/Green/Blue) încorporate care sunt comandate pe trei linii separate de comandă a culorii, sau un "punct luminos", compus din structuri LED roșu/verde/albastru distincte. Prin comanda separată a fiecărei culori din cele trei se obțin peste 16 milioane de nuanțe (principiu care este utilizat și în monitoarele cu LED-uri).



Fig. 4.55. LED de tip RGB [28]

Parametrii electrici ai LED-urilor sunt identici cu cei ai diodelor:

- *Curentul direct*, ( $I_F$ );
- *Tensiunea de deschidere a joncțiunii*, ( $U_F$ );
- *Tensiunea inversă*, ( $U_R$ ).

**Optocuplorul**, simbolizat în figura 4.56., este ansamblul format dintr-un LED și un receptor luminos (fotodiodă, fototranzistor) montat într-o capsulă comună opacă.

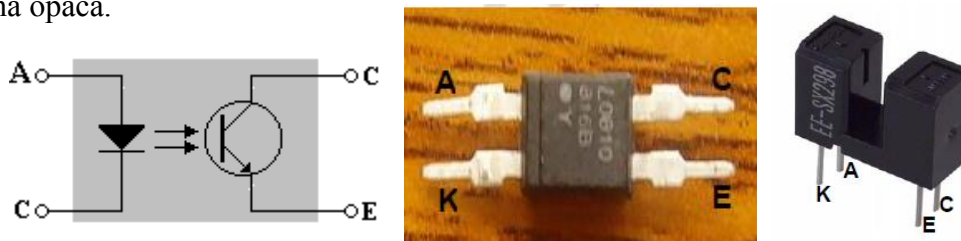


Fig. 4.56. Simbolul optocuplorului și exemple [26]

Aceste dispozitive au o gamă largă de aplicații ele putând înlocui relee, putând izola partea de forță de partea de comandă în sistemele automate și în multe alte aplicații. Într-un astfel de dispozitiv semnalele se transmit într-un singur sens de la intrare la ieșire.

De obicei randamente de transfer relativ ridicate se obțin în domeniul frecvențelor infraroșii. Optocuploarele pot fi utilizate pentru transfer de semnale atât de curent continuu, cât și de curent alternativ, frecvența limită fiind ordinul zecilor de MHz.

Pe lângă parametrii ce se referă separate la emițător și receptor, parametrii specifici optocuplorului sunt:

- *Tensiunea de lucru* care este diferența de potențial între emitor și receptor;
- *Factorul de transfer în curent* care este egal cu raportul dintre variația curentului la ieșire și variația curentului la intrare;
- *Timpul de răspuns* care reprezintă timpul scurs între momentul aplicării semnalului luminos și cel la care fotocurentul crește până la 0,1 din valoarea sa maximă.

#### 4.2.6. Componente SMD

Având în vedere multitudinea de aplicații posibile și existente, tehnologia SMT este aplicată pe diferite componente electronice, cum ar fi: rezistențe, condensatoare, diode și

tranzistori, circuite integrate, etc. Lista nu este exhaustivă și e bine de reținut că aproape orice componentă clasică există și în varianta SMD (sau se încearcă a se realiza acum!).

Dimensiunile și toleranțele componentelor sunt de obicei scrise întotdeauna în mm, deoarece acestea determina amprentele de sudură.

#### 4.2.6.1 Rezistențe SMD

Găsim pe piață rezistențe SMD de toate valorile și de puteri de la 1/16W la 1W (puterea disipată modifică dimensiunile carcăsei). Ele sunt denumite și "cipuri rezistive."

Exemplu: Carcasa 1206, valoarea este clar indicată (583 = 58 000Ω sau 58kOhms, ultima cifră este multiplicatorul). Alte exemple: 0402, 0603, 0805, 1210 și 1812.

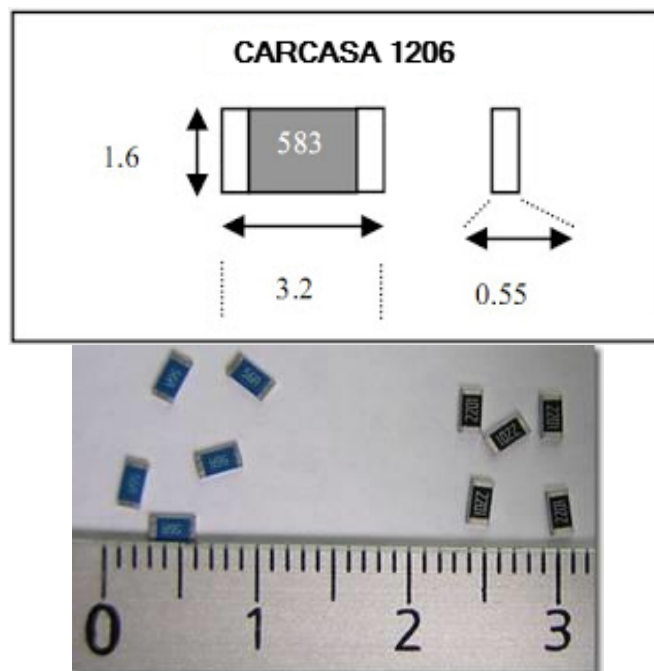


Fig. 4.57. Dimensiunile rezistenței în carcasa 1206 [29]

Partea rezistivă este formată dintr-o cerneală depusă prin serigrafie (oxid de ruteniu) pe un substrat de alumina, care este stabilă dimensional. Valoarea rezistenței este reglată cu un fascicul laser. Terminațiile sunt în barieră de nichel și oferă o protecție termică excelentă în timpul operației de sudare (lipire), precum și o lipire bună (figura 4.58.).

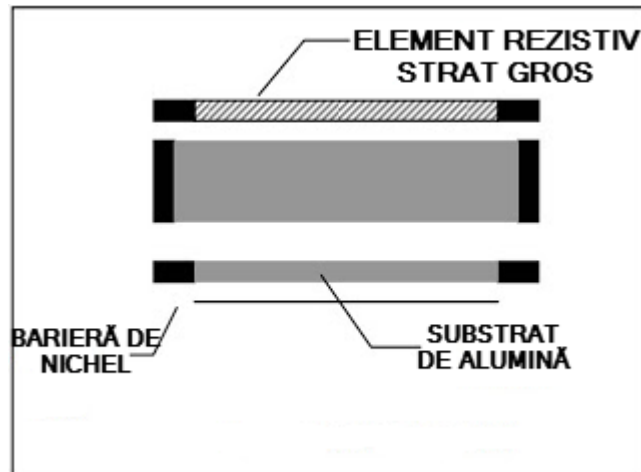


Fig. 1.58. Constituirea unui cip rezistiv [29]

#### 4.6.2.2. Condensatoare SMD

Carcasele sunt foarte numeroase în ceea ce privește acest tip de componente. Sunt disponibili:

- condensatoare electrolitice și cu tantal (cu valori de la  $0,1 \mu\text{F}$  la  $220\mu\text{F}$ ),
- condensatoare în ceramică (valori de la  $0,47\text{pF}$  la  $10\mu\text{F}$ ).

Selecția componentei (condensatorului), depinde desigur de aplicație, dar cu cât tensiunea de operare și capacitatea sunt mai mari, cu atât condensatorul va fi mare.

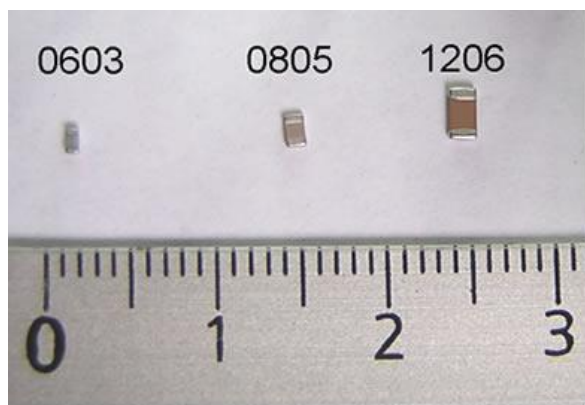


Fig. 4.59. Exemplu de condensatoare SMD [29]

#### 4.2.6.3. Potențiometri SMD

Sunt executați de obicei pe ceramică (tehnologie RPM – rezistență cu peliculă metalică) și au valori între  $10\Omega$ ÷ $10\text{M}\Omega$ .

#### 4.2.6.4. Diode semiconductoare, diode Zener, LED-uri și tranzistoare

Aceste componente sunt grupate în același paragraf, deoarece acestea sunt adesea găsite într-o carcasă SOT23 (Small Outline Transistor). Localizarea pinilor diferă în funcție de componenta utilizată.

Exemplul 1: Diode, diode Zener și LED in carcasa SOT23.

Pinul: 1 = nu este conectat

2 = anod,  
3 = catod

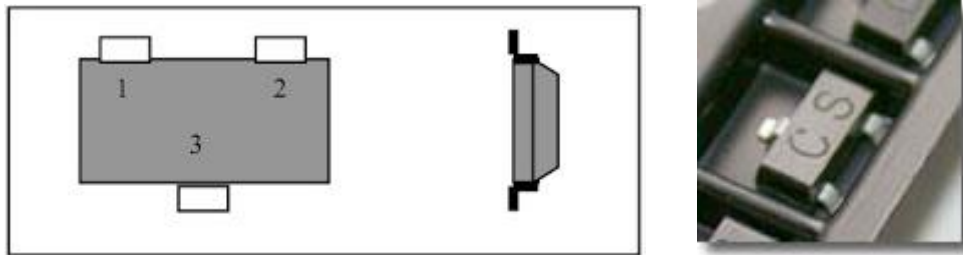


Fig. 4.60. Exemplu de carcasa SOT 23 [29]

Unele LED-uri sunt marcate discret (zgârietură, canelură, colț rotunjit, linie neagră sau întunecată).

#### 4.2.6.5. Circuite integrate SMD

Acoperă toată plaja posibilă: TTL-uri (clasice, fast sau Schotky), CMOS-uri (inclusiv microprocesoare și microcontroler), RAM-uri statice, EPROM-uri, etc.

Toate micile capsule (DIL, adică dual in line, 8 până la 28 sau mai mulți pini) sunt botezate SO8 .. SO28 după prescurtarea „Small Outline” urmată de numărul de pini, sau SOIC (Small Outline Integrated Circuit).

Carcasele tradiționale DIL (Dual In Line) au un pas de 2,54 mm. Înlocuitorii lor SMD SO (Small Outline) au un pas de 1,27 mm și sunt echipați cu pini dispuși pe ambele părți, în formă de aripi de pescăruși (gulls wings). Numărul care însoțește indicația SO indică numărul de pini (SO8, SO14, SO16, etc. ...). Pentru un număr mai mare de 18 pini, carcasa va fi mai mare.

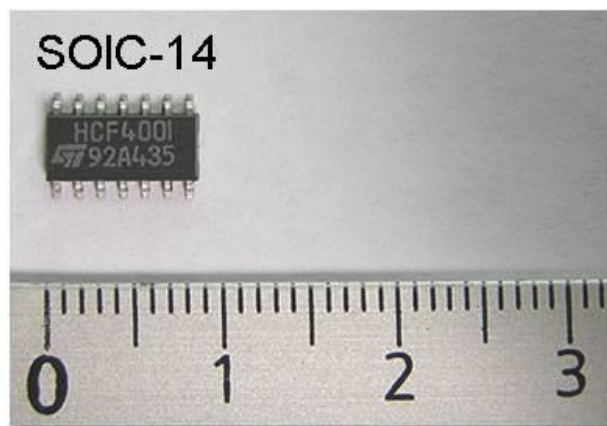


Fig. 4.61. Circuit integrat SOIC 14 [29]

Ca o regulă generală, producătorii de circuite integrate se asigură că numărul care descrie tipul de componentă poate fi lizibil în condiții normale atunci când pinul 1 este în stânga jos.

Pentru circuitele ce au un număr foarte mare de pini se apelează la capsula tip „Plastic Leaded Chip Carrier” sau PLCC care pot avea peste 80 de terminale (deci mai mult de 40 pe fiecare latură). Pentru cei care au avut prilejul să privească într-un PC, peisajul populat cu astfel de componente a devenit ceva familiar. Numărul care însoțește indicația PLCC indică numărul de pini (până la 84). Pasul acestor componente este întotdeauna de 1.27mm.

Capsula QFP (Quad Flat Pack): are pini pe toate cele patru laturi. Pasul este de 0,65mm.

Capsula BGA (Ball Grid Array): prezintă conexiuni în formă de bile aflate sub componentă. Este nevoie de o mașină specială pentru sudarea lor.

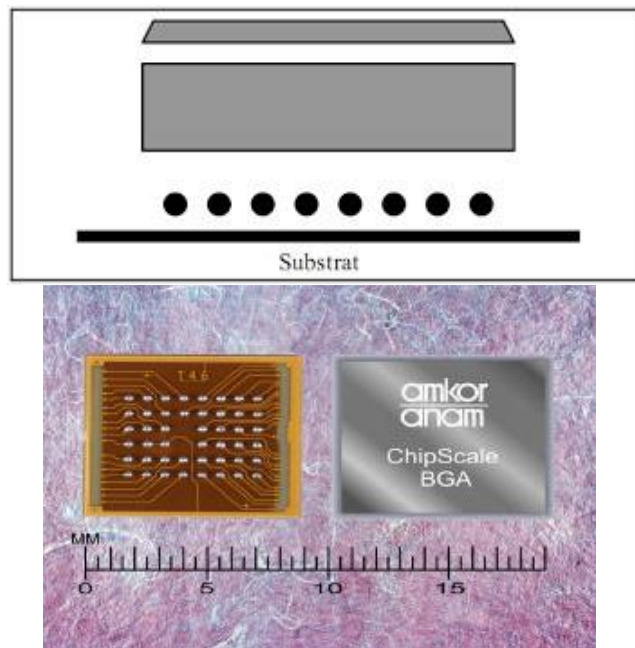


Fig. 4.62. Carcasa BGA [29]

#### 4.2.6.6. Bobine SMD

Sunt și ele limitate ca performanțe și ca valoare a inductanței, date fiind dimensiunile lor foarte mici, fapt ce impune folosirea unui fir foarte subțire. Ecranarea lor fiind imposibilă, în acest caz trebuie să se apeleze la bobinele clasice. Totuși, ca șocuri de RF sau chiar pentru mini convertoare sau surse de comunicație ele fac față cu succes. Valorile inductanței pentru bobinele construite în această tehnologie sunt cuprinse, în funcție de valoarea inductanței între următoarele limite:

- lungime  $L=2,79\div 4,064\text{mm}$
- lățime  $l=2,03\div 2,794\text{mm}$
- înălțime  $H=1,40\div 2,54\text{mm}$
- diametrul conductorului  $0,27\div 0,762\text{mm}$

#### 4.2.6.7. Întrerupătoare SMD

Sunt de obicei de tip baretă (mai rar rotative) mergând de la 2 la 12 poziții și pot comuta doar curenți mici (până la 100 mA). Acest curent limită, relativ mic, nu reprezintă un impediment, deoarece curenții vehiculați de obicei pe un cablaj cu SMD depășesc rar valori de zeci de mA.

#### 4.2.6.8. Alte componente electronice

Multe alte componente sunt acum disponibile, cum ar fi semnale sonore (buzzer), transformatoare, inductoare, cuarțuri, etc.

Diverse accesorii sunt de asemenea disponibile ca elemente de suport de componente sau cleme pentru efectuarea testelor.

Componentele sunt depuse pe intervale ale căror valori sunt specifice pentru fiecare carcasă. Toate aceste suprafețe mici destinate pentru a primi o componentă, au dimensiuni standardizate, cărora le este atribuită o toleranță.

#### **4.2.6.9. Ambalarea componentelor SMD**

Toate componentele specifice tehnologiei SMT sunt livrate în benzi cu capsule, bobinate pe role, în magazii speciale sau în vrac, în funcție de echipamentul automat de poziționare aflat în dotare.

Metodele de ambalare a componentelor SMD s-au definit în funcție de necesitatea de alimentare automată a procesului de plantare.

Condiționarea compușilor SMD trebuie să răspundă mai multor criterii:

- Un număr mare de componente pe unitate de condiționare;
- Siguranța ambalajului în timpul manipulării: componentele trebuie să fie plasate într-o zonă protejată, cu o orientare definită (de exemplu polaritatea);
- Dimensiuni și costuri cât mai mici posibile;
- Protecție împotriva încărcării cu sarcini electrostatice : componentele actuale devin tot mai sensibile la încărcarea cu sarcini electrostatice, datorită densității și a vitezei de funcționare crescută a circuitelor.

Descărcările electrostatice bruște provoacă cele mai mari pagube. Micro-componentele, și în general toate circuitele integrate sunt foarte sensibile la electricitatea statică. Prin urmare, trebuie evitat contactul direct al unor componente cu degetele și trebuie ales un ambalaj adecvat: pungă metalizată, carcasă conductoare etc...

Stația de lucru antistatică este, de asemenea, de mare importanță.

Sunt disponibile trei opțiuni de ambalare: vrac (platou), baghetă și rolă:

- Vrac (platou):

Pe timpul de livrare, componentele nu sunt niciodată în vrac într-o cutie sau o pungă. Însă, în timpul utilizării lor, sunt frecvent plasate în vrac în celulele unui carusel.

- Bagheta:

Livrate în baghetă, componentele sunt utilizabile direct pe suportul lor. Acest tip de ambalaj este rezervat pentru componente destul de " mari ", ca și circuitele integrate și pentru componente cu forme atipice.

Pe o baghetă se găsesc aproximativ 200 de componente. Ca și în cazul rolor, mașina de plantat asigură, prin mecanismele ei proprii, avansul componentelor într-o cadență și cu un pas regulat și reglabil.

- Rola :

Rola este varianta cea mai des întâlnită. Rola alveolară este o formă de ambalare utilizată de foarte multe ori și care are multe avantaje, iar dezvoltarea sa este în prezent cea mai importantă. Componentele sunt ambalate într-o bandă de mase plastice sau hârtie cu lăcașuri prefigurată, în care componentei i se asigură un bun control al orientării în momentul "culegerii", o bună protecție în timpul stocării, transportului și manipulării.

Rolele sunt așezate pe cilindri. Lățimea lor variază între 8 și 32 mm și, în unele cazuri, conțin de la 1000 la 10.000 de componente și sunt standardizate în întreaga



lume.

### 4.3. Circuite cu componente electronice

#### 4.3.1. 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, acumulatori) sau **surse de curent continuu cu alimentare la rețea (50 Hz)**.

##### 4.3.1.1. 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*

###### ○ Baterii zinc-cărbune (Zn-MnO<sub>2</sub>)

- 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.
- Rezistența interioară a bateriei crește odată cu vârsta acesteia, astfel o baterie R20, după un an de la fabricare, devine neutilizabilă.
- Durata de viață a bateriilor este scurtă, 6-8 luni, de la data fabricației.
- La temperaturi sub 0 °C bateria nu mai funcționează normal.

###### ○ Baterii zinc-mercur (Zn-HgO)

Banda de hârtie (carton)	Banda de masa plastica
Foarte economic	Alveolele sunt prevăzute, în funcție de dimensiunile componentei care este protejată, de o foaie de plastic
Utilizare limitată datorită grosimii cartonului care limitează grosimea componentei	Benzile sunt câteodată dublate cu o foaie de aluminiu care asigură protecția antistatică
Cavitățile (alveolele) sunt perforate în cutia de carton și componentele sunt deținute de două foi de plastic	Cavitățile benzii sunt formate la cald

##### **Avantaje:**

- au tensiunea nominală în jur de 1,2 V / celulă;
- au durată de viață mai mare (de ordinul anilor);

- se fabrică la dimensiuni mici (sub formă de pastile);
- sunt utilizate la ceasuri cu cuarț, în electronica medicală (proteze auditive, stimulatori cardiace), aparate de măsură portabile de dimensiuni mici.

**Dezavantaje:**

- nu funcționează la temperaturi sub 5 °C. Pentru temperaturi mai coborâte (de până la - 40 °C) se folosește **bateria alcalină cu mangan** care are formă cilindrică și t.e.m. 1,5 V/ celulă.

- **Bateria cu litiu**

**Avantaje:**

- 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);
- funcționează la temperaturi cuprinse între - 40 °C și 70 °C;
- au durată mare de viață (20 de ani);
- sunt utilizate în aplicații spațiale, militare și în instrumentația industrială.

*Acumulatorile* pot fi cu placi de plumb sau acumulatori cadmiu – nichel. Ele au următoarele avantaje:

- pot fi realizate la capacități mult mai mari;
- pot fi reîncărcate;
- sunt mai economice.

Ca dezavantaj al acumulatorilor este faptul că sunt mai corozive decât bateriile.

### 4.3.2. Circuite redresoare

Redresoarele sunt circuite electronice capabile să transforme energia electrică de curent alternativ în energie electrică de curent continuu.

Schema bloc (figura 4.64.) a unui surse de curent continuu stabilizată cu alimentare de la rețea conține următoarele elemente:

**TR** – transformatorul de rețea, cu ajutorul căruia se modifică valoarea tensiunii de alimentare, obținându-se în secundar valoarea tensiunii alternative ce trebuie redresată;

**R** – elementul redresor, cu proprietăți de conducție unilaterală, care transformă tensiunea alternativă într-o tensiune pulsatorie de aceeași polaritate;

**F** – filtru de netezire, care micșorează pulsațiile tensiunii redresate, obținând o tensiune apropiată ca formă, de cea continuă;

**ST** – stabilizator, menține constantă tensiunea pe rezistența de sarcină când variază tensiunea de intrare, în anumite limite.

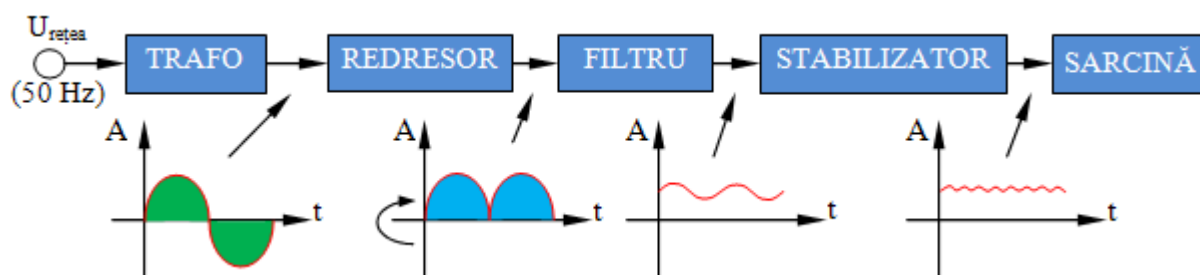


Fig. 4.64. Schema bloc a unei surse de tensiune stabilizată [30]

### Clasificarea redresoarelor

Se pot clasifica după mai multe criterii:

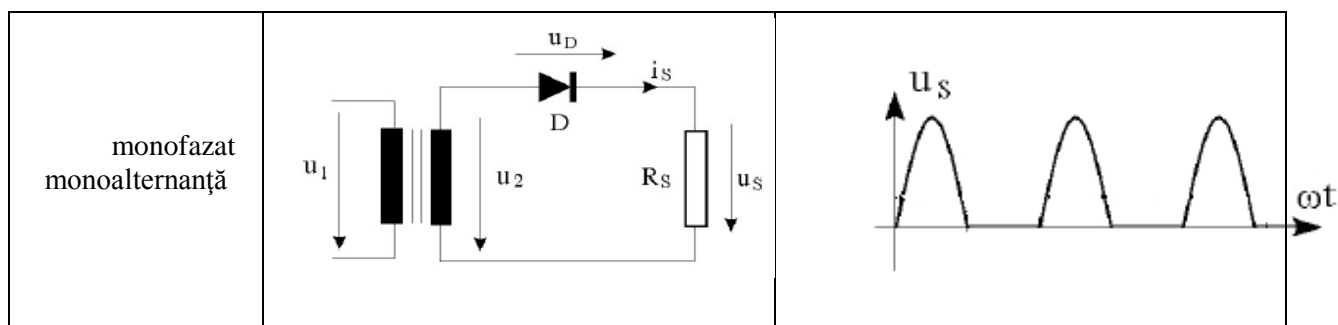
- După tipul tensiunii alternative redresate ( număr de faze ):
  - monofazate
  - polifazate
- După numărul de alternanțe ale curentului alternativ pe care le redresează:
  - monoalternanță
  - dublă alternanță
- După posibilitatea controlului asupra tensiunii redresate:
  - necomandate
  - comandate ( reglabile )
- După natura sarcinii:
  - cu sarcină rezistivă – R
  - cu sarcină inductivă – RL
  - cu sarcină capacitivă – RC

### Redresorul monofazat monoalternanță

La aplicarea unei tensiuni alternative în primarul transformatorului, ia naștere în secundarul acestuia o tensiune alternativă modificată, ce se aplică pe anodul diodei redresoare. Pe durata alternanțelor pozitive dioda conduce, apare în circuit un curent proporțional cu tensiunea aplicată. Pe durata alternanțelor negative, dioda este blocată, curentul prin circuit fiind zero. Curentul prin sarcină circulă într-un singur sens, sub forma unui curent pulsatoriu (tabelul 4.10.).

Tabelul 4.10. Schema electronică și forma de undă a redresorului monofazat monoalternanță

Tipul constructiv	Schema electronică	Forma de undă a tensiunii



Tensiunea la bornele sarcinii,  $u_s$ , are expresia:

$$u_s = U_{sm} \sin \omega t, \quad (4.18.) \quad \text{în intervalele în care dioda conduce, } 0 < t < \frac{T}{2};$$

$$\text{și } u_s = 0 \quad (4.19) \quad \text{în intervalele în care dioda este blocată.}$$

Componenta continuă a tensiunii redresate  $U_0$  este dată de relația (4.20.)

$$U_0 = \frac{U_{sm}}{\pi} \approx 0,45 U_s \quad (4.20)$$

### **Parametri**

- *tensiunea redresată* - Pentru a aprecia cât de apropiată este forma tensiunii redresate de forma tensiunii continue, se definește factorul de ondulație  $\gamma$  ca raportul dintre amplitudinea componentei fundamentale ( tensiunea din primar) și amplitudinea componentei continue.

Pentru redresorul monofazat monoalternanță, valoarea factorului de ondulație este 1,57, apreciindu-se că forma tensiunii redresate nu este mulțumitoare. ( pentru un redresor ideal factorul de ondulație este zero)

- *randamentul redresorului*  $\eta$ , definit ca raportul dintre puterea utilă de curent continuu furnizată în sarcină și puterea consumată, absorbită de la rețea

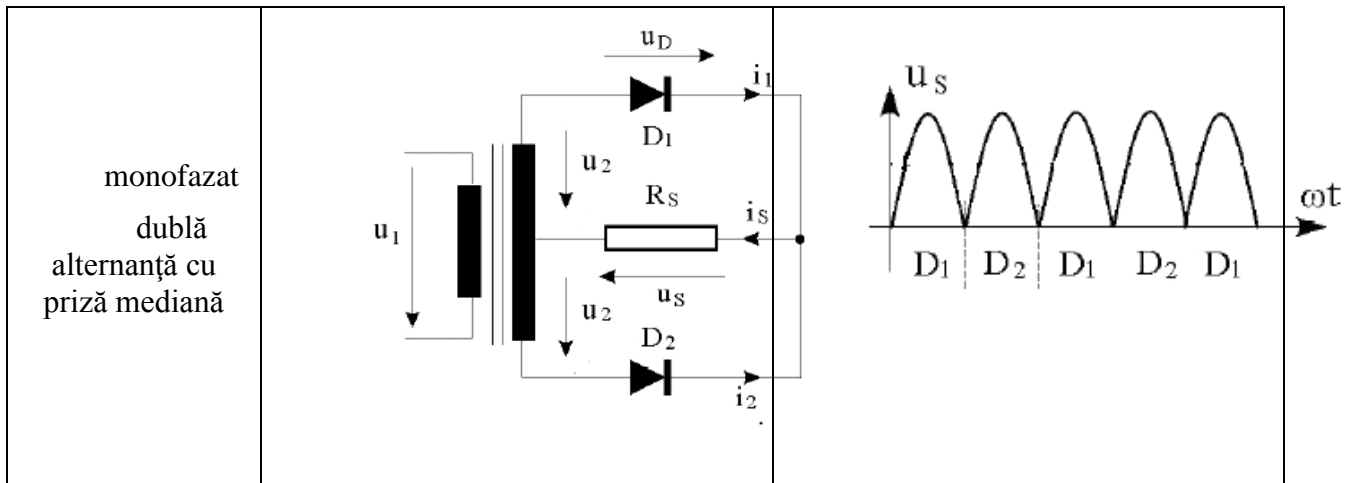
În cazul acestui redresor randamentul este de 0,4 ( 40% )

### **Redresor monofazat dublă alternanță cu priză mediană**

Transformatorul din schema redresorului (tabelul 4.11.) are două înfășurări secundare identice legate astfel încât tensiunile la bornele lor variază în antifază. Există astfel posibilitatea ca o diodă să fie polarizată direct, determinând apariția curentului în circuit, în timp ce cealaltă diodă este blocată. La schimbarea polarității alimentării, funcționarea diodelor se inversează. Cea care a condus se blochează, iar cea care a fost blocată, conduce.

*Tabelul 4.11. Schema electronică și forma de undă a redresorului monofazat dublă alternanță cu transformator cu priză mediană*

Tipul constructiv	Schema electronică	Forma de undă a tensiunii
-------------------	--------------------	---------------------------



Curentul ce apare în circuit în acest caz, coincide ca sens, cu cel din alternanța anterioară.

$$U_s = U_{smax} \sin \omega t, \quad (4.21.)$$

$$\text{Componenta continuă: } U_0 = \frac{2U_{smax}}{\pi} \quad (4.22.)$$

**Parametri**

- factorul de ondulație devine 0,67 , forma de undă redresată este mai apropiată de cea continuă;
- randamentul redresorului este 0,8 ( 80 %).

**Redresor monofazat, dublă alternanță, în punte**

Puntea este formată din patru diode, alimentarea realizându-se pe o diagonală a punții, iar tensiunea redresată obținându-se pe cealaltă diagonală (tabelul 4.12.). În timpul aplicării alternanței pozitive la o extremitate a secundarului transformatorului, conduc diodele aflate pe laturi opuse, care sunt polarizate direct, determinând un curent prin rezistența de sarcină, în timp ce celelalte două diode sunt blocate.

La schimbarea alternanței tensiunii de alimentare, se blochează diodele care au fost în conducție, deschizându-se acelea care au fost blocate.

Tabelul 4.12. Schema electronică și forma de undă a redresorului monofazat dublă alternanță cu punte de diode

Tipul constructiv	Schema electronică	Forma de undă a tensiunii
monofazat dublă alternanță în punte		

Curentul rezultat având același sens prin sarcină, tensiunea pe sarcină are valoare dată de relația 4.23., iar componenta continuă este dată de relația 4.24..

$$U_s = U_{s\max} \sin\omega t, \quad (4.23.)$$

$$U_0 = \frac{2U_{s\max}}{\pi} \approx 0,9 U_s \quad (4.24.)$$

Randamentul redresorului este de 80%.

### 4.3.3. Circuite stabilizatoare

Tehnica de măsurare, tehnica de calcul impun adeseori existența unor tensiuni continue de alimentare sau a unor curenți continui constanți, independent de variațiile tensiunii de rețea sau de variațiile din circuitul de sarcină.

În vederea obținerii acestora, se folosesc circuite electronice, numite circuite stabilizatoare, conținând elemente neliniare (diode Zener) sau active (tranzistoare). Ele se intercalează între redresor și rezistența de sarcină, având ca scop mișcarea variațiilor tensiunii continue de alimentare (respectiv ale curentului redresat) până la limitele impuse de performanțele aparatului consumator. Cele mai frecvent folosite sunt stabilizatoarele de tensiune, reprezentate în schema bloc de mai jos, în care consumatorul de energie electrică de la ieșirea stabilizatorului este reprezentat sub forma unei rezistențe de sarcină echivalente  $R_s$ .

Funcționarea lor se bazează fie pe o comportare neliniară a unui element prin care la o variație mare a unui parametru (curent) corespunde o menținere practic constantă a altui parametru (tensiune) – cazul diodei Zener – fie pe o schemă în care, prin intermediul unei bucle de reacție, un element neliniar (tranzistor) preia variațiile de tensiune sau de curent ale sarcinii, menținând parametrul de ieșire constant.

**Clasificarea stabilizatoarelor** folosite în aplicațiile electronice se face după următoarele criterii :

- **după parametrul electric menținut constant:**
  - stabilizatoare de tensiune;
  - stabilizatoare de curent.
- **după metoda de stabilizare :**
  - stabilizatoare parametrice;
  - stabilizatoare electronice.
- **după modul de conectare a elementului de reglaj :**
  - stabilizatoare de tip derivație;
  - stabilizatoare de tip serie.

#### *Stabilizatoare de tensiune*

#### *Parametrii stabilizatoarelor de tensiune*

Se pot defini doi parametri caracteristici ai unui stabilizator, plecându-se de la observația că tensiunea de ieșire de la bornele rezistenței de sarcină,  $U_s$ , ce trebuie menținută constantă, se modifică atât datorită variațiilor tensiunii de intrare ( $\Delta U_{in}$ ), cât și datorită variației rezistenței de sarcină ( $\Delta R_s$ ).

În acest caz factorul de stabilitate în raport cu tensiunea ( $F_u$ ) se definește ca:

$$F_u = \left| \frac{\frac{\Delta U_{in}}{U_{in}}}{\frac{\Delta U_s}{U_s}} \right|_{R_s = \text{constant}}, \quad (4.25)$$

iar factorul de stabilizare cu rezistență de sarcină ( $F_n$ ) este:

$$F_R = \left| \frac{\frac{\Delta R_s}{R_s}}{\frac{\Delta U_s}{U_s}} \right|_{U_{in} = \text{constant}}. \quad (4.26.)$$

Se observă că factorul de stabilizare reprezintă raportul dintre variația relativă a mărimii care produce nestabilitatea și variația relativă a mărimii de ieșire, atunci când cel de-al doilea parametru de nestabilitate se menține constant.

La un stabilizator ideal, acești factori au valori infinite. În practică, cu cât valorile lor sunt mai mari, cu atât calitatea stabilizării este mai bună.

### ***Tehnici de reglare***

Pentru a stabili o tensiune există două tehnici principale: reglarea derivație și reglarea serie.

***Reglarea derivație*** (figura 4.65.) constă în plasarea elementului de reglaj, numit și element de control, în paralel cu sarcina. Elementul ER este un dispozitiv cu rezistența dinamică foarte mică în comparație cu  $R_s$ , ceea ce face ca, la variații mari ale curentului continuu de intrare  $\Delta I_{in}$ , să corespundă la bornele elementului ER variații extrem de mici ale tensiunii  $\Delta U_s$  care este și tensiunea de la bornele rezistenței de sarcină. Rezistența R are rolul de a prelua variațiile tensiunii de intrare și de a limita în acest fel valoarea curentului prin elementul de reglaj.

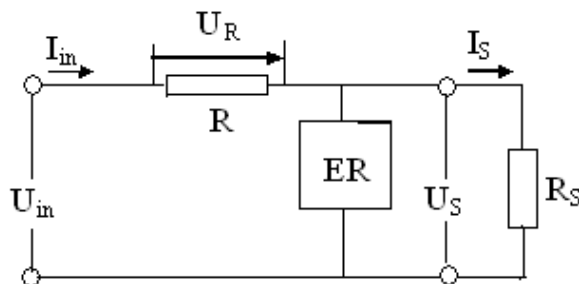


Fig. 4.65. Stabilizator derivație [31]

La creșterea tensiunii de intrare  $U_{in}$ , va crește și căderea de tensiune pe  $R$ , deci în circuit creșterea de tensiune pe  $R_s$  va fi mai mică. Invers, la scăderea tensiunii de intrare, pe  $R$  se va obține o valoare mai mică a căderii de tensiune, deci tensiunea de ieșire va înregistra o variație mai mică ( $U_{in}=U_R+U_{R_s}$ ).

În cazul variației rezistenței de sarcină  $\Delta R_s$ , variațiile de curent ce apar sunt preluate de elementul de reglaj  $ER$ , astfel încât curentul prin  $R$  se va menține constant și deci tensiunea de la bornele sarcinii nu variază.

**Reglarea serie** (figura 4.66.) constă în plasarea elementului de reglaj  $ER$  în serie cu rezistența de sarcină. În acest caz, elementul de reglaj se comportă ca o rezistență variabilă controlată fie de tensiunea de intrare, fie de tensiunea de ieșire. Creșterea tensiunii de intrare are tendința de a duce la mărirea tensiunii de ieșire, dar, deoarece are ca efect și creșterea rezistenței elementului de reglaj, căderea de tensiune de la bornele acestuia duce la micșorarea tensiunii de ieșire care se menține constantă.

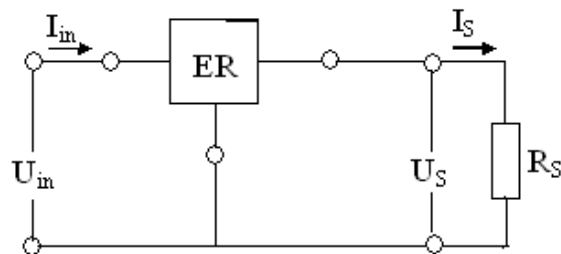


Fig. 4.66. Stabilizator serie [31]

De asemenea, variația sarcinii creează o variație de același tip a rezistenței elementului  $ER$ , care are ca efect readucerea tensiunii de ieșire la o valoare constantă. Acest tip de stabilizator este eficient și la variațiile de curent.

### Stabilizatoare parametrice de tensiune

Circuitele stabilizatoare ce conțin un element neliniar, caracterizat printr-un parametru variabil cu valoare a curentului ce îl parcurge, poartă numele de **stabilizatoare parametrice**.

Stabilizatoarele parametrice de tensiune se pot realiza cu diode Zener, ca în figura 4.67..

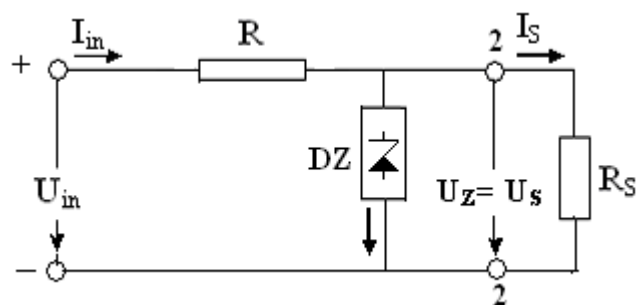


Fig. 4.67. Schema electrică a stabilizatorului parametric [31]

Funcționarea lui se bazează pe neliniaritatea caracteristicii diodei Zener. (figura 4.68.)



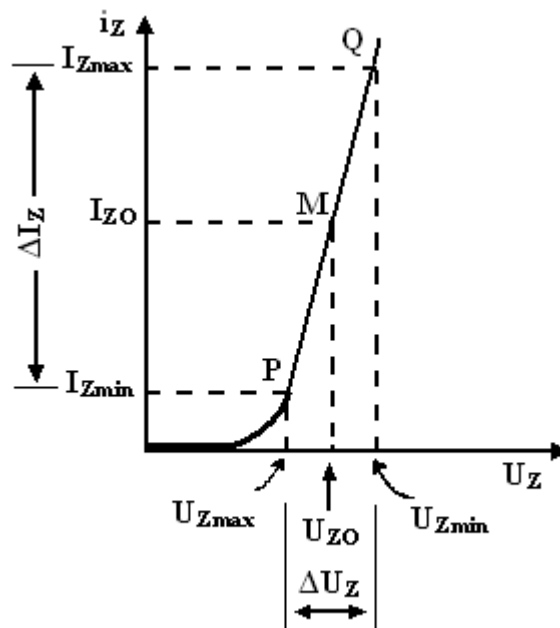


Fig. 4.68. Caracteristica statică a diodei Zener [31]

Din caracteristica diodei se observă că, la variații mari ale curentului de intrare  $\Delta I_s$  (corespunzătoare unor variații mari ale tensiunii de intrare  $\Delta U_{in}$ ), se obține o variație mică a tensiunii la bornele  $\Delta U_z = \Delta U_s$ .

Deoarece  $\Delta U_{in} \gg \Delta U_s$  se obține un factor  $F_U \gg 1$ .

Aceste stabilizatoare se folosesc pentru a stabili tensiunii de ordinul 4-50 V, pentru curenți de sarcină de ordinul 10-500 mA.

Pentru a obține tensiuni stabilizate mai mari se pot conecta mai multe diode Zener în serie, (figura 4.69.) iar pentru a mări valoarea factorului de stabilizare se pot folosi mai multe celule dispuse în cascadă. În oricare dintre cele două cazuri se impune ca punctul static de funcționare să fie situat în imediata vecinătate a tensiunii Zener, iar puterea maximă admisibilă de disipație să nu depășească puterea maximă admisibilă a diodei.

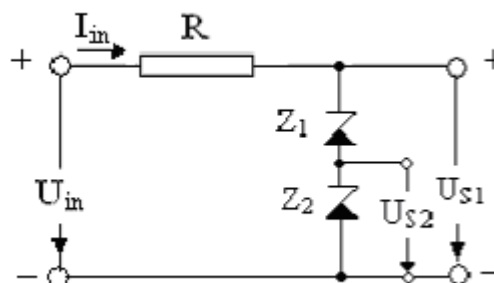


Fig. 4.69. Schema electrică de stabilizator cu mai multe diode conectate în serie [32]

### Stabilizatoare electronice

Prin stabilizatoare electronice se înțeleg stabilizatoarele de tensiuni continue (sau curenți continui), cu elemente active (tranzistoare), la care elementul de reglaj este comandat de un

semnal de eroare. Acest semnal se obține din compararea tensiunii de ieșire cu o tensiune fixă, numită de referință. Prin aplicarea semnalului de eroare, amplificat, pe un element de reglaj se obține o variație a rezistenței acestuia, ceea ce duce la readucerea tensiunii de ieșire la valoarea constantă de regim.

Stabilizatoarele electronice de tensiune au căpătat o largă răspândire, deoarece, cu ajutorul lor, tensiunile pot fi menținute constante cu o precizie foarte mare, iar rezistențele de ieșire pot fi reduse până la valori de ordinul fracțiunilor de  $\Omega$ .

### *Clasificare*

Clasificarea stabilizatoarelor electronice se poate face după următoarele criterii:

- **după modul de montaj al elementului de reglare** stabilizatoarele pot fi de tip serie și de tip paralel
- **după complexitatea schemei folosite** stabilizatoarele pot fi prevăzute cu amplificator de eroare sau pot fi fără amplificator de eroare
- **după modul de obținere a semnalului de eroare care comandă elementul de reglaj**, stabilizatoarele pot fi împărțite în stabilizatoare cu compensare și stabilizatoare cu reacție.

La cele cu compensare, semnalul de eroare se culege de la intrarea sistemului, iar la cele cu reacție, de la ieșirea lui. Fiecare dintre cele două tipuri poate fi de tip serie sau de tip derivație, în funcție de modul de montaj a elementului de reglaj.

### *Stabilizatoare cu compensare de tip derivație.*

Funcționarea schemei din figura 4.70. este următoarea: variația tensiunii de intrare  $\Delta U_{in}$  determină o variație corespunzătoare a tensiunii pe  $R_B$  ( $\Delta U_{RB}$ ), deoarece tensiunea la bornele diodei Zener se menține constantă. Se observă că:

$$\Delta U_{in} = \Delta U_{RB} + \Delta U_{DZ} \quad (4.27.)$$

dar :

$$\Delta U_{DZ} \cong 0 \quad (4.28.)$$

deci :

$$\Delta U_{in} = \Delta U_{RB} \quad (4.29.)$$

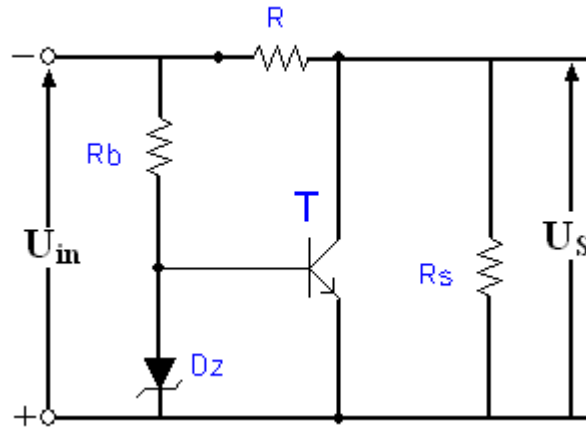


Fig. 4.70. Schema electrică a unui stabilizator cu compensare de tip derivație, fără amplificator de eroare [31]

Această variație de tensiune se transmite aproape integral la bornele rezistenței  $R$ , deoarece  $\Delta U_{RB} = U_R + \Delta U_{BE}$ , dar variația tensiunii bază-emitor a tranzistorului  $T$  în conexiune cu CC este neglijabil. În acest caz, rezultă că, practic, întreaga variație a tensiunii de intrare se regăsește la bornele rezistenței  $R$  și tensiunea de ieșire rămâne aceeași, nefiind afectată de această variație.

#### Stabilizatoare electronice cu reacție

În schema din figura 4.71. se observă că tranzistorul  $T_1$  primește pe bază o tensiune  $U_2$  care variază proporțional cu tensiunea de ieșire. Dioda Zener, montată în circuitul lui, face ca tensiunea circuitului (față de borna de referință) să fie constantă, deci variația tensiunii aplicate pe bază față de tensiunea de referință ( $U_2 - U_{ref}$ ), reprezentând semnalul de eroare, este amplificată de  $T_1$ . Rezultă mărirea curentului de colector al tranzistorului  $T_1$ , respectiv creșterea căderii de tensiune pe rezistența  $R$ , care determină micșorarea conductivității tranzistorului  $T_2$ , deci mărirea rezistenței de curent continuu dintre colectorul și emitorul acestuia. Această mărire a rezistenței duce la creșterea căderii de tensiune de la borne, compensând variația tensiunii de intrare care a provocat reacția, deci determinând menținerea constantă a tensiunii de ieșire.

În consecință, la orice tendință de variație a tensiunii de sarcină schema răspunde printr-o comandă de sens contrar, atenuând tendința inițială de creștere: schema tinde să mențină constantă, în anumite limite, tensiunea de pe sarcină.

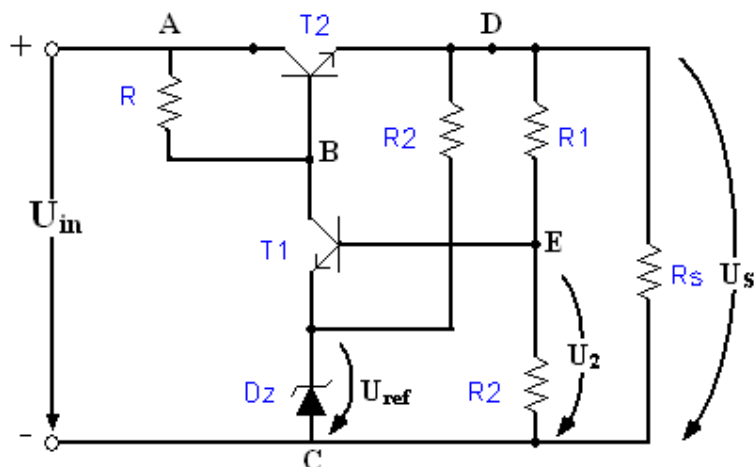


Fig. 4.71. Schema electrică a unui stabilizator cu reacție, de tip serie [31]

Prin raționamente similare se poate arăta că schema se opune și tendințelor de variație a rezistenței de sarcină.

Variația tensiunii de ieșire poate fi reglată în anumite limite prin schimbarea raportului dintre rezistențele  $R_1$  și  $R_2$  care furnizează tensiune de comparație cu tensiunea de referință. Astfel de stabilizatoare de tensiune pot furniza tensiuni reglabile între 15 și 50 A, la curenți de ordinul 150-200 mA, obținându-se variații ale tensiunii de ieșire de 0,1 - 0,2 % pentru variații ale tensiunii de intrare de ordinul 10%.

Tranzistorul funcționând ca element de reglaj (de control) este una din componentele cele mai importante ale stabilizatoarelor. Condițiile sale de lucru sunt extrem de dificile, având de suportat atât tensiuni mari ( $U_{CE} = U_{in} - U_S$ ), cât și curenți mari ( $I_C \cong I_S$ ), deci puteri mari. Alegerea acestui tranzistor este condiționată deci de puterea maximă pe care trebuie să o disipe, de tensiunea maximă colector-emitor ce i se poate aplica și de curentul maxim pe care-l poate suporta. În vederea respectării acestor condiții, elementul de reglaj trebuie să fie prevăzut cu radiator de disipație a căldurii rezultate în funcționare și trebuie protejat pentru situația în care curentul de colector depășește valoarea maximă admisibilă (ca în cazul unui scurtcircuit, de exemplu). Pentru a evita deteriorarea sa, în acest caz se folosesc la stabilizatoare sisteme de protecție la scurtcircuit, care să realizeze protecția elementelor active, fără a interveni în funcționarea normală a montajelor.

#### 4.3.4. Circuite amplificatoare

În cazul general, un amplificator 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, pe seama căreia se obține sporul de putere de la ieșire cu elemente active care să transforme o parte din energia absorbită de la sursa de alimentare în energie de curent alternativ, variabil în ritmul semnalului. În schemele care nu necesită detalii, amplificatoarele se reprezintă simbolic ca în figura 4.72.



Fig. 4.72. Simbolul unui amplificator cu mai multe etaje [31]

#### Clasificarea amplificatoarelor

Un amplificator constă din unul sau mai multe se pot clasifica după următoarele criterii:

- După natura semnalului cu preponderență, se întâlnesc:
  - amplificatoare de tensiune;
  - amplificatoare de curent;
  - amplificatoare de putere.

Primele două categorii au la intrare semnale electrice de amplitudini relativ mici, fiind numite „de semnal mic”. Cea de-a treia categorie de amplificatoare trebuie să furnizeze la ieșire puteri mari (cel puțin de ordinul wattilor), cu un randament acceptabil; ele lucrează aproape de posibilitățile lor maxime în privința puterii disipate, a curenților și a tensiunilor - de aceea se numesc amplificatoare de semnal mare.

- După tipul elementelor active folosite se întâlnesc:
  - amplificatoare cu tuburi electronice;
  - amplificatoare cu semiconductoare;
  - amplificatoare cu circuite integrate (operaționale);
  - amplificatoare magnetice.
- După valoarea benzii de frecvență a semnalelor amplificate, adică după valorile frecvențelor semnalului de intrare, amplificatoarele se pot clasifica astfel:
  - amplificatoare de curent continuu: amplifică frecvențe începând cu  $f=0$  (curent continuu);
  - amplificatoare de audiofrecvență (joasă frecvență): amplifică semnale în bandă audibilă, între 20 Hz și 20 kHz;
  - amplificatoare de radiofrecvență (înalță frecvență): pentru semnale cuprinse între 20 kHz și 30 MHz;
  - amplificatoare de foarte înaltă frecvență: pentru frecvențe cuprinse între 30 și 300 MHz.

Banda amplificatoarelor este cel puțin egală cu cea a semnalelor redade.

- După lățimea benzii de frecvență amplificată, se întâlnesc:
  - amplificatoare de bandă îngustă (9 ÷ 30 kHz);
  - amplificatoare de bandă largă (amplificatoare de videofrecvență), având o gamă de frecvențe amplificate cuprinsă între câțiva herți (teoretic 0 Hz) și 5 MHz (teoretic 6 MHz).
- După tipul cuplajului folosit între etaje, se pot întâlni:
  - amplificatoare cu cuplaj RC;
  - amplificatoare cu circuite acordate;
  - amplificatoare cu cuplaj prin transformator
  - amplificatoare cu cuplaj rezistiv (numite și amplificatoare cu cuplaj galvanic sau de curent continuu).

De obicei un amplificator aparține simultan mai multor categorii de clasificare. De exemplu, un amplificator de tensiune dintr-un receptor de radio poate fi un amplificator cu tranzistoare, de audiofrecvență, de semnal mic, de bandă îngustă, cu cuplaj RC.

### ***Parametrii amplificatoarelor***

Performanțele amplificatoarelor se exprimă prin anumite caracteristici sau parametri. Mărimile fundamentale caracteristice pentru funcționarea unui amplificator sunt:

- coeficientul de amplificare (amplificarea, câștigul);
- caracteristicile amplitudine-frecvență și fază-frecvență;

- distorsiunile;
- raportul semnal/zgomot
- gama dinamică;
- sensibilitatea.

### a. Coeficientul de amplificare (amplificarea)

Amplificarea este cea mai importantă mărime caracteristică a unui amplificator. Ea reprezintă raportul dintre o mărime electrică de la ieșirea amplificatorului și mărimea corespunzătoare de la intrare. În funcție de natura acestei mărimi electrice, se pot defini:

- amplificarea în tensiune:

$$A_U = \frac{U_{ieș}}{U_{in}} \quad (4.30.)$$

- amplificarea în curent:

$$A_I = \frac{I_{ieș}}{I_{in}} \quad (4.31.)$$

- amplificarea în putere:

$$A_P = \frac{P_{ieș}}{P_{in}} \quad (4.32.)$$

Deoarece semnalul de ieșire poate fi defazat față de cel de intrare, înseamnă că amplificarea în tensiune și cea în curent sunt numere complexe, având un modul  $|A|$  și o fază  $\varphi$ ; amplificarea în putere este un număr real, deoarece puterea este o mărime scalară.

La un amplificator cu mai multe etaje (figura 4.72.), amplificarea totală este egală cu produsul amplificărilor fiecărui etaj. Într-adevăr, se observă ușor că (de exemplu la un amplificator cu trei etaje):

$$A_U = \frac{U_{ieș}}{U_{in}} = \frac{U_2}{U_{in}} \cdot \frac{U_3}{U_2} \cdot \frac{U_{ieș}}{U_3} = A_{u1} \cdot A_{u2} \cdot A_{u3} \quad (4.33.)$$

În electronică și telecomunicații, pentru exprimarea valorii amplificării se folosesc unitățile logaritmice. Unitatea bazată pe logaritmi zecimali se numește decibel (dB), iar cea bazată pe logaritmi naturali se numește neper (Np). Introducerea lor se bazează pe necesitatea de a trasa grafice într-un domeniu mare de variație a amplitudinilor semnalelor, precum și într-un domeniu mare de frecvențe. Exprimările amplificărilor, în aceste condiții, sunt:

$$A_U [dB] = 20 \log \frac{U_{ieș}}{U_{in}} ; \quad A_U [Np] = \ln \frac{U_{ieș}}{U_{in}} ; \quad (4.34.)$$

$$A_I [dB] = 20 \log \frac{I_{ieș}}{I_{in}} ; \quad A_I [Np] = \ln \frac{I_{ieș}}{I_{in}} ; \quad (4.35.)$$

$$A_P [dB] = 10 \log \frac{P_{ieș}}{P_{in}} ; \quad A_P [Np] = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{ieș}}{P_{in}} . \quad (4.36.)$$

în care:

$$1 N_p = 8,686 \text{ dB}$$

### b. Caracteristica amplitudine-frecvență

În cazul unui amplificator ideal, un semnal de amplitudine constantă și de diferite frecvențe, aplicat la intrare, este redat la ieșire tot cu amplitudine constantă (mărită ca valoare), aceeași pentru toate frecvențele. În cazul amplificatoarelor reale, amplitudinea semnalelor de diferite frecvențe de la ieșire nu mai este constantă, fiind mai mică spre capetele benzii (la frecvențele inferioare și la cele superioare), datorită următoarelor cauze:

- elementele reactive din circuit (condensatoare, bobine) prezintă reactanțe ce variază cu frecvența;
- factorii de amplificare ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) ai tranzistoarelor depind de frecvență (peste o anumită valoare a frecvenței).

Dependența amplificării de frecvență este caracterizată prin curbele de variație cu frecvența a modulului și respectiv a fazei amplificării, deoarece amplificarea este un număr complex. Curba  $|A| = |A(f)|$  se numește *caracteristica amplitudine-frecvență* (figura 4.73. a). Se observă că amplificarea este independentă de frecvență (cu valori constante) într-o regiune numită a „frecvențelor medii” și scade atât la frecvențe înalte, cât și la frecvențe joase.

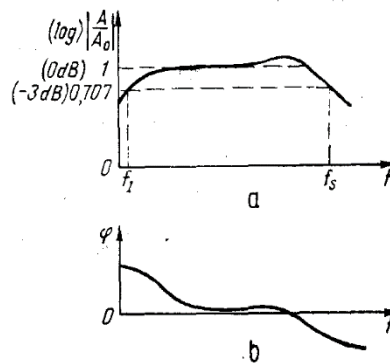


Fig. 4.73. Dependenta de frecvență a amplificării:

a — caracteristica amplitudine-frecvență; b — caracteristica fază-frecvență [31]

### c. 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*. După tipul lor, ele pot fi:

- distorsiuni ale amplitudinii în funcție de frecvență;
- distorsiuni ale fazei în funcție de frecvență;
- distorsiuni armonice;

- distorsiuni de intermodulație.

Primele doua categorii se numesc distorsiuni de frecvență sau liniare, iar ultimele două categorii se numesc distorsiuni neliniare.

Distorsiunile de frecvență sunt foarte importante în etajele de semnal mic.

*Distorsiunile amplitudinii în funcție de frecvență* redau abaterile caracteristicii reale de la caracteristica ideală; se evaluează cantitativ prin relația:

$$M = \frac{|A(f)|}{|A_0|} \quad (4.37.)$$

în care:

M - este factorul de distorsiuni de amplitudine;

A<sub>0</sub> - amplificarea la frecvențe medii;

I A (f) I - amplificarea la anumită frecvență „f”.

*Banda de frecvență* a unui amplificator este domeniul de frecvențe cuprinse între o frecvență limită superioară  $f_s$  și o frecvență limită inferioară, a căror amplitudine reprezintă  $1/1.41 = 0,707$  din amplitudinea frecvențelor medii. La aceste frecvențe amplificarea scade cu 3 dB fata de A<sub>0</sub> (amplitudinea frecvențelor medii).

*Distorsiunile de fază.* Abaterile caracteristicii fază-frecvență (figura 4.73. b) față de caracteristica unui amplificator ideal (o dreaptă de ecuație  $\varphi = -kf$ ) reprezintă distorsiunile de fază. Datorită neliniarității caracteristicii de percepție auditivă umană, ele sunt mai puțin importante în audiofrecvență, dar sunt foarte importante în amplificatoarele de videofrecvență.

*Distorsiunile neliniare armonice.* Prin distorsiuni neliniare armonice se înțeleg acele deformări ale semnalului de la ieșirea unui amplificator care sunt produse de caracteristicile elementelor neliniare: tuburi electronice, tranzistoare, miezuri magnetice (figura 4.74.).

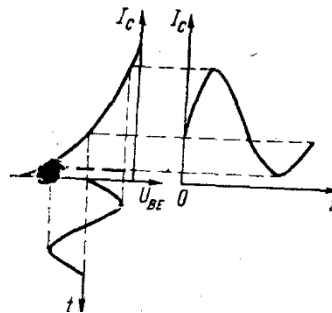


Fig. 4.74. Apariția distorsiunilor neliniare într-un etaj amplificator cu tranzistor [31]

Se poate arăta că un semnal de ieșire deformat, periodic, nesinusoidal, cu perioada T poate fi descompus într-o sumă de semnale sinusoidale cu perioadele T, T/2, T/3, ..., T/n, respectiv cu frecvențele f, 2f, 3f, ..., nf.

În concluzie, distorsiunile neliniare se manifestă prin apariția la ieșirea amplificatorului a unor componente având și alte frecvențe decât cea a semnalului de intrare. Componenta cu frecvența f se numește fundamentală, iar ceilalți multipli de f se numesc armonici.



Descompunerea semnalului periodic nesinusoidal în armonici are următoarea formă matematică:

$$u(t) = U_0 + U_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + U_2 \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + U_n \sin(n\omega t + \varphi_n) + \dots \quad (4.38.)$$

Cantitativ, distorsiunile neliniare se caracterizează prin factorul de distorsiuni neliniare  $\delta$ , ce poate fi calculat aproximativ cu formula:

$$\delta = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1} \quad (4.39.)$$

Distorsiunile neliniare sunt foarte importante în amplificatoarele de putere (de semnal mare).

#### d. Raportul semnal/zgomot

Reprezintă raportul dintre tensiunea de ieșire produsă de semnalul amplificat și tensiunea de zgomot propriu. Tensiunea de zgomot a unui amplificator este semnalul aleator (cu variația haotică în timp) produs de elementele componente ale amplificatorului: rezistoare, tranzistoare, datorită structurii discontinue a curentului electric. Ea se măsoară la ieșirea amplificatorului, scurtcircuitând bornele sale de intrare și poate fi redată prin tensiunea echivalentă de zgomot de la intrarea amplificatorului. Aceasta reprezintă valoarea tensiunii de intrare care ar crea la ieșire tensiunea proprie de zgomot. Pentru ca semnalul de intrare să nu fie perturbat în mod supărător de zgomot este necesar ca să depășească de un număr de ori nivelul zgomotului, deci să se realizeze un anumit raport semnal/zgomot.

La un amplificator cu mai multe etaje, zgomotul provine mai ales din circuitul de intrare și din primul etaj. Zgomotele provin din rezistoare, din elemente active și se pot datora și unor cauze constructive: filtrarea insuficientă a tensiunii de alimentare, ecranare necorespunzătoare a circuitelor etc.

Valoarea raportului semnal/zgomot se redă sub forma:

$$\text{raportsemnal} / \text{zgomot} = 20 \log \frac{U_{s_{ieș}}}{U_{z_{g_{in}}}} \quad (4.40.)$$

#### e. Gama dinamică

Reprezintă raportul dintre semnalul de putere maxim și cel de putere minimă pe care le poate reda amplificatorul. Nivelul semnalului amplificat este limitat superior de către puterea etajului final și inferior de raportul semnal/zgomot al amplificatorului. De reținut că amplificatoarele la care nu se iau precauții speciale pot reduce gama dinamică a unui program.

#### f. Sensibilitatea

Sensibilitatea unui amplificator reprezintă tensiunea necesară la intrarea acestuia pentru a obține la ieșire tensiunea sau puterea nominală. Cunoșcând amplificarea și puterea nominală se poate calcula sensibilitatea. Ea caracterizează mai ales etajele amplificatoare de putere și se exprimă în unitatea de măsură a tensiunii (mV, pV).

**Amplificator realizat cu tranzistor bipolar**

Schema tipică a unui amplificator de audiofrecvență de semnal mic realizat cu tranzistor bipolar este prezentată în figura 4.75.

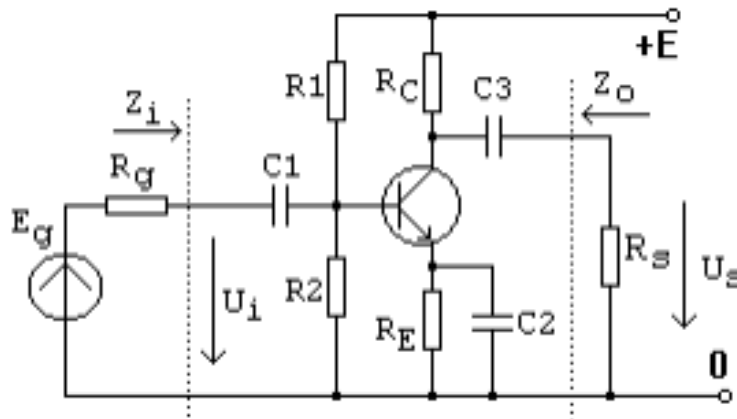


Fig. 4.75. Amplificator de audiofrecvență cu un tranzistor în conexiunea EC [32]

Tranzistorul funcționează **în conexiune EC** (emitor comun). Sursa de semnal sinusoidal furnizează tensiunea  $e_g = E_g \sin(t)$  ce reprezintă semnalul de amplificat. În mod uzual semnalul provine fie de la traductor acustico-electric (ex. microfonul) fie de la un etaj de amplificare precedent. Semnalul se aplică la intrarea amplificatorului prin condensatorul de cuplaj de la intrare  $C_1$  cu rolul de a separa sursa de semnal de intrarea circuitului în ce privește componenta de c.c. Dacă sursa de semnal este un etaj de amplificare, tensiunea de ieșire a acestuia conține și o componentă continuă care poate modifica punctul static de funcționare al tranzistorului. Tensiunea alternativă  $e_g$  de la intrare constituie semnalul de intrare în etajul de amplificare considerat.

**Divizorul format din rezistențele  $R_1$  și  $R_2$**  are rolul de a polariza (stabili punctul static de funcționare) tranzistorul, adică de a furniza tranzistorului (joncțiunea BE) tensiunea de polarizare  $V_{BE}$ . Divizorul realizează tensiunea  $V_{BE}$  aplicându-se pe el tensiunea de la sursa comună de colector  $V_{cc}$ .

**Rezistența  $R_C$**  este rezistența de sarcină a tranzistorului. De pe ea se culege tensiunea de semnal amplificată.

**Rezistența  $R_E$**  din emitorul tranzistorului servește la stabilizarea punctului static de funcționare în raport cu variațiile de temperatură ce afectează tranzistorul.

**Condensatorul  $C_2$  de decuplare a rezistenței de emitor** are rolul de a scurtcircuita rezistența  $R_E$  pentru componenta de semnal a curentului de emitor. Dacă lipsește  $C_2$ , pe  $R_E$  are loc o cădere de tensiune alternativă ceea ce duce la micșorarea semnalului de ieșire, deci implicit, la micșorarea amplificării.

**Condensatorul de decuplaj la ieșire  $C_3$**  realizează separarea în c.c. a ieșirii etajului de amplificare de sarcina  $R_s$  a amplificatorului care, de cele mai multe ori, este rezistența de intrare a etajului de amplificare următor.  $R_s$  mai poartă numele și de **rezistența de sarcină utilă**. Condensatorul  $C_3$  blochează componenta continuă existentă între colectorul tranzistorului și masa să fie transmisă sarcinii utile.

Condensatoarele  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  au capacitățile suficient de mari pentru ca să se comporte practic ca un scurtcircuit la frecvența minimă din bandă.

### b) Polarizarea tranzistorului

Pentru analiza de curent continuu, se îndepărtează condensatoarele și componentele cuplate numai prin condensatoare (sarcina și generatorul de semnal) și rezultă circuitul din figura 4.76.a.

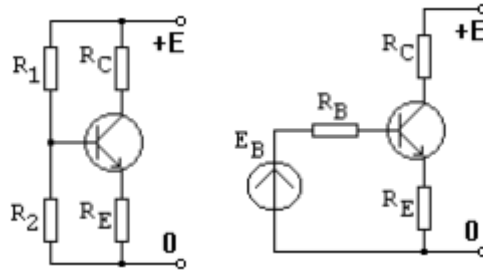


Fig. 4.76. Schema circuitului de polarizare (a) și schema echivalentă de c.c. (b) [32]

Se echivalează sursa și divizorul de polarizare conform teoremei sursei de tensiune echivalente. Se scriu ecuațiile Kirchhoff pentru noul circuit de c.c. (4.76.b.),

Sursa echivalentă de tensiune din figura 4.76.c. este dată de relațiile:

$$E_B = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (4.41.)$$

$$R_B = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

(4.42.)

Pentru cazul că tranzistorul funcționează în RAN, punctul static de funcționare este dat de sistemul de ecuații:

$$E_B = I_B R_B + U_{BE} + I_E R_E \quad (4.43.)$$

$$E_B = I_C R_C + U_{CE} + I_E R_E \quad (4.44.)$$

$$I_C = \beta I_B \quad (4.45.)$$

Primele două sînt ecuațiile Kirchhoff, scrise pe ochiul de intrare, respectiv de ieșire. Ultima ecuație provine din modelul de regim static al TB, pentru RAN. Modelul este în esență neliniar, dar pentru RAN se poate folosi această aproximație, care simplifică analiza punctului static de funcționare..

Soluția este dată de relațiile:

$$I_B = \frac{E_B - U_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} \quad (4.46.)$$

$$I_C = \beta I_B \quad (4.47.)$$

$$U_{CE} = E - I_C R_C - I_E R_E \cong E - I_C (R_C + R_E) \quad (4.48.)$$

Se verifică dacă tranzistorul lucrează în RAN. Tensiunea pe jonctiunea bază-emitor este de 0,6 – 0,7V. Curentul de colector trebuie să fie cel puțin de ordinul microamperilor (tranzistorul să nu fie blocat) iar tensiunea colector-emitor trebuie să fie cel puțin cât tensiunea bază-emitor (tranzistorul să nu fie saturat).

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

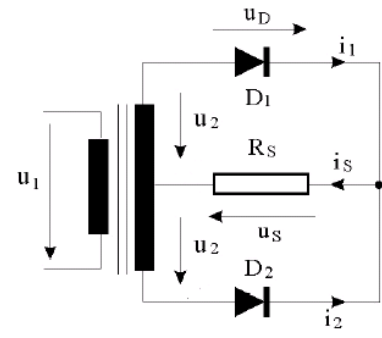
1. Toleranța de 20% este marcată pe corpul rezistoarelor prin:
    - a. culoarea auriu
    - b. culoarea argintiu
    - c. culoarea roșu
    - d. nici o culoare
  2. Codul culorilor pentru condensatoare, exprimă valorile condensatoarelor în :
    - a. mF
    - b. pF
    - c. F
    - d. μF
  3. Simbolul alăturat reprezintă:
    - a. tranzistorul MOS
    - b. tranzistor npn
    - c. tranzistor pnp
    - d. dioda Zener
- 
4. Tranzistoarele pot fi conectate în circuit:
    - a. numai cu emitorul la masă
    - b. cu emitorul sau cu baza la masă
    - c. numai cu colectorul la masă
    - d. se pot conecta la masă cu oricare din terminale
  5. Fotorezistența este un rezistor a cărui rezistență se modifică sub acțiunea:
    - a. fluxului luminos incident
    - b. tensiunii la borne
    - c. curentului electric din circuit
    - d. capacității
  6. Tranzistorul MOS este un dispozitiv electronic cu trei electrozi:
    - a. sursă, drenă și poartă
    - b. emitor, colector și bază
    - c. anod, catod și poartă
    - d. emitor, colector și poartă

7. Optocuplorul asigură comanda între echipamente electrice:
- acustic
  - electric
  - termic
  - optic

8. Prin varierea tensiunii sursei de polarizare a diodei varicap se modifică:
- capacitatea diodei
  - rezistența diodei
  - curentul prin diodă
  - inductanța diodei

9. Curentul prin rezistența de sarcină  $R_s$  din schema alăturată este:

- pulsatoriu (o semiperioadă)
- alternativ
- continuu
- pulsatoriu (două semiperioade)



10. Amplificatoare de audiofrecvență (joasă frecvență) amplifică semnale între:
- 20 Hz și 200 kHz
  - 20 Hz și 20 kHz
  - 20 kHz și 20 MHz
  - 2000 Hz și 20 kHz

Răspunsuri corecte: 1a, 2b, 3c, 4d, 5a, 6a, 7d, 8a, 9a, 10b.

## CAP. 5. MĂSURAREA ELECTRICĂ A MĂRIMILOR NEELECTRICE

### 5.1. Generalități despre traductoare

În scopul măsurării mărimilor fizice care intervin într-un proces tehnologic, este necesară, de obicei, convertirea acestora în mărimi de altă natură fizică pentru a fi introduse cu ușurință într-un circuit de automatizare.

Traductoarele sunt elemente din structura sistemelor automate care au rolul de a măsura valorile parametrului reglat și de a converti acest parametru (de obicei o mărime fizică neelectrică) într-o mărime fizică (de obicei electrică) dependentă de prima, compatibilă cu mărimea de intrare în elementul următor al sistemului.

Traductoarele sunt cunoscute și sub denumirea de elemente de măsură, destinate măsurării mărimilor conduse și a unor mărimi semnificative, pe baza cărora se pune în evidență echilibrul proceselor.

Prin intermediul traductoarelor putem obține informațiile necesare conducerii automate a proceselor în circuit închis. Traductoarele sunt montate de regulă pe bucla de reacție.

Structura generală a traductoarelor este foarte diferită, de la un tip de traductor la altul, cuprinzând unul, două sau mai multe convertoare conectate în serie. În majoritatea cazurilor, structura generală a unui traductor este cea din figura următoare:

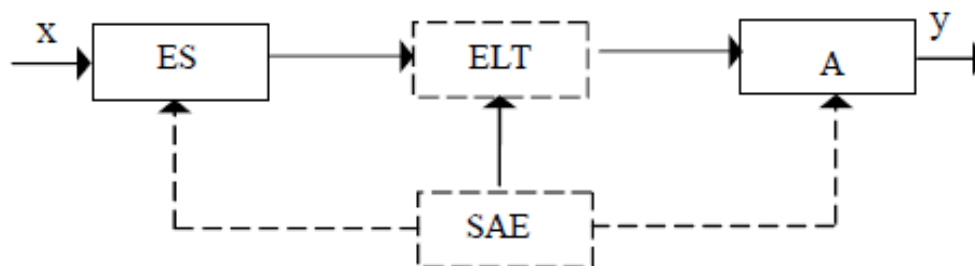


Fig. 5.1. Structura generală a unui traductor [33]

Considerând cazul uzual al sistemelor de reglare, mărimea de măsurat  $x$  aplicată la intrarea traductorului reprezintă parametrul reglat – temperatura, debit, presiune, nivel, viteza, etc. La ieșire traductorul furnizează valoarea mărimii măsurate  $y$  sub forma unui semnal unificat sau specializat în concordanță cu cerințele aparaturii de automatizare dacă aceasta nu este standardizată.

Pentru sistemele de conducere complexă poate să apară necesitatea caracterizării procesului printr-o mărime de calitate dedusă de combinarea mai multor parametri. Obținerea valorii acestei mărimi de calitate se realizează prin operații specifice măsurărilor indirecte, cel mai adesea, asupra semnalelor de ieșire de la mai multe traductoare cu aceeași structură din fig. 5.1.

**Elementul sensibil** ES (denumit și detector, captor sau senzor) este elementul specific pentru detectarea mărimii fizice pe care traductorul trebuie să o măsoare. Mediului în care funcționează traductorul, în afara mărimii  $x$  pe care aceasta trebuie să o convertească, îi sunt proprii numeroase alte mărimi fizice. Elementul sensibil se caracterizează prin proprietatea de a detecta numai mărimea  $x$ , eliminând sau reducând la un minim acceptabil influențele pe care le exercită asupra sa toate celelalte mărimi fizice existente în mediul respectiv. Sub acțiunea mărimii de intrare are loc o modificare de stare a elementului sensibil, care, fiind o consecință a unor legi fizice cunoscute teoretic sau experimental, conține informația necesară determinării valorii acestei mărimi. Modificarea de stare presupune un consum energetic preluat de la proces.

În raport cu fenomenele fizice pe care se bazează detecția, cu puterea asociată mărimii de intrare și sub cota din aceasta care se poate ceda fără a-i altera valoarea, modificarea de stare se poate manifesta sub forma unui semnal la ieșirea elementului sensibil, (de exemplu, tensiunea electromotoare a unui termocuplu în funcție de temperatură). În alte situații modificarea de stare are ca efect variații ale unor parametri de material.

**Adaptorul A** este cel de al doilea bloc funcțional important al traductorului. Așa cum rezultă și din denumirea sa, el are rolul de a adapta informația obținută (simbolic) la ieșirea elementului sensibil cerințele impuse de aparatura de automatizare care o utilizează, respectiv să o convertească sub forma impusă pentru semnalul  $y$ . Cu privire la adaptor se pot remarca unele particularități semnificative:

- pe partea de intrare adaptorul se caracterizează printr-o mare diversificare din necesitatea de a putea prelua variatele forme sub care pot să apară modificările de stare ale numeroaselor tipuri de elemente sensibile.
- pe partea de ieșire adaptoarele cuprind, îndeosebi în cazul aparaturii de automatizare standardizate, elemente constructive comune specifice generării semnalelor unificate și care nu depind deci de tipul sau domeniul de valori al mărimii de intrare.

Funcțiile realizate de adaptor sunt complexe. Ele determină în ceea ce se înțelege în mod curent prin adaptare de nivel sau de putere (impedanța) cu referire la semnalul de ieșire în raport cu dispozitivele de automatizare. Totodată adaptorul este cel care asigură conversia variațiilor de stare ale elementelor sensibile în semnale calibrate reprezentând valoarea mărimii de intrare. Prin urmare, se poate spune că adaptorul este elementul în cadrul căruia se efectuează operația specifică măsurării – comparația cu unitatea de măsură adoptată. Modalitățile practice de efectuare a comparației pot fi diverse, ele ținând de însăși principiile de măsurare aplicate și determinând diferențieri structurale importante ale adaptoarelor.

Astfel comparația se poate face în raport cu o mărime etalon care exercită o acțiune permanentă și simultană cu mărimea de intrare (comparație simultană). În cele mai multe cazuri comparația este nesimultană, în sensul că mărimea etalon este aplicată din exterior inițial, în cadrul operației de calibrare, anumite elemente constructive memorând efectele sale și utilizându-le ulterior pentru comparația cu mărimea de măsurat, singura care se aplică din exterior în aceste cazuri (comparație succesivă).

Este de semnalat că, potrivit legilor fizice pe care se bazează detecția efectuată de elementul sensibil și măsurarea în cadrul adaptorului, poate să apară necesitatea efectuării unor operații de calcul liniare (atenuare, amplificare, sumare, integrare, diferențiere), neliniare (produs, ridicare la putere, logaritmare), sau realizării unor funcții neliniare particulare intenționat introduse pentru compensarea neliniarităților inerente anumitor componente și asigurarea unei dependențe liniare intrare-ieșire pentru traductor în ansamblu.

Ținând seama de elementele constructive comune impuse de tipurile de semnale furnizate la ieșire, adaptoarele pot fi grupate în două categorii:

- electrice (electronice)
- pneumatice.

Forma de variație a semnalelor respective conduce la o altă modalitate de clasificare: *analogice* și *numerice*. Semnalele analogice se caracterizează prin variații continue ale unui parametru caracteristic, mod natural continuu). Ca exemple de semnale analogice unificate pot fi citate următoarele:

- curent continuu 0,5...5mA; 2...10mA; 4...20mA;
- tensiune continuă 0...10V; 0...20V; -10...+10V;

- presiune (aer) 20...100kN/m<sup>2</sup>.

Prin calibrare, intervalul de variație al semnalului analogic se asociază domeniul necesar al mărimii de intrare în traductor și în consecință fiecărui nivel de semnal îi corespunde o valoare bine precizată (prin legea de dependență liniară) a mărimii măsurate.

În ultimii ani, o dată cu utilizarea mai frecventă a calculatoarelor de proces și a echipamentelor de reglare numerică, o serie de traductoare furnizează la ieșire semnale numerice, fiind prevăzute în acest scop cu adaptoare capabile să efectueze conversia analog-numerică. Semnalele numerice se caracterizează prin variații discrete care permit reprezentarea într-un anumit cod a unui număr finit de valori din domeniul de variație continuă al mărimii de intrare. Codurile adoptate trebuie să fie compatibile cu echipamentele de reglare numerică, respectiv cu sistemele de interfață ale intrărilor calculatoarelor de proces, ceea ce a impus tendințe de standardizare și a semnalelor numerice furnizate de traductoare. Cele mai utilizate sunt următoarele coduri (cu nivele compatibile TTL):

- binar natural, cu 8; 10; 12 sau 16 biți;
- binar codificat zecimal, cu 2, 3, sau 4 decade.

Orice traductor, indiferent de complexitate, de destinație sau de forma constructivă, poate fi redus la structura funcțională simplă constituită din două blocuri principale – elementul sensibil și adaptorul. Uneori însă, particularități legate de aspecte tehnologice sau economice impun prezența și a unor elemente auxiliare. Astfel sunt cazuri, de exemplu la măsurarea temperaturilor ridicate, când elementul sensibil nu poate fi plasat în aceeași unitate constructivă cu adaptorul.

În asemenea situații apare necesitatea unor elemente de legătură pentru transmiterea stării sau a semnalului furnizat de elementul sensibil către adaptor. În general elementele de transmisie realizează conexiuni electrice, mecanice, optice sau de altă natură. Dacă mărimea generată de elementul sensibil este neadekvată pentru transmisie – de exemplu în cazul transmisiilor la mare distanță – ele cuprind și componente de conversie potrivit cerințelor impuse de canalele de transmisie.

Tot în categoria elementelor auxiliare se încadrează sursele de energie cuprinse în cadrul traductoarelor. Conversiile au loc atât în elementul sensibil, cât și în adaptor necesită consumuri de energie care, chiar dacă principal s-ar putea obține obținând puterea asociată mărimii de măsurat, introduc dificultăți de realizare a performanțelor impuse semnalului de ieșire și de adaptare de impedanță cu elementele receptoare.

De aceea, de cele mai multe ori conversiile care au loc se fac utilizând energia furnizată de aceste surse auxiliare. Desigur, pentru diverse cazuri particulare pot fi evidențiate și alte elemente auxiliare. Este de observat însă că toate acestea pot fi grupate din punct de vedere funcțional astfel încât se ajunge în ultimă instanță tot la schema din fig. 5.1., care reprezintă structura generală tipică a traductoarelor utilizate în cadrul sistemelor automate.

## 5.2. Caracteristicile generale ale traductoarelor

La un traductor, mărimea de intrare  $X_i$  și cea de ieșire  $X_e$  sunt de natură fizică diferită, însă sunt legate între ele printr-o relație generală de dependență de forma:

$$X_e = f(X_i) \quad (5.1)$$

Relația de dependență poate fi o funcție liniară sau neliniară, cu variații continue sau discontinue.



**Caracteristica statică a traductorului** - este reprezentarea grafică a relației generale de dependență dintre mărimea obținută la ieșirea traductorului și mărimea aplicată la intrarea sa; este prezentată în figura 5.2.

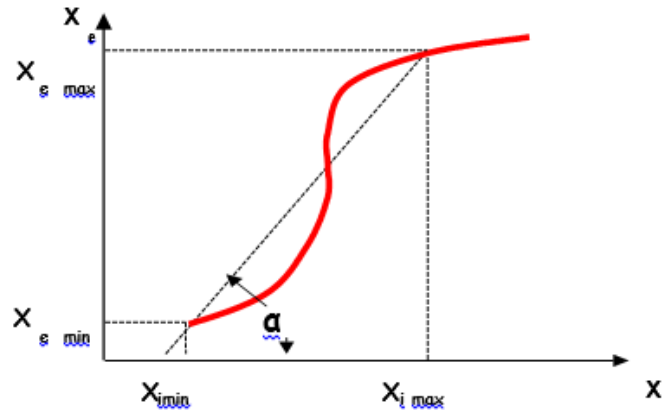


Fig. 5.2. Caracteristica statică a unui traductor [34]

**Performanțele traductoarelor** pot fi apreciate pe baza următoarelor caracteristici:

- **natura fizică a mărimilor și de ieșire de intrare** (presiune, debit, temperatură, deplasare etc., respectiv rezistență electrică, curent, tensiune etc.);

- **puterea consumată la intrare și cea transmisă elementului următor** (de sarcină); de obicei, puterea de intrare este relativ mică (câțiva wați, miliwați sau chiar mai puțin), astfel încât elementul următor în schema de automatizare este aproape totdeauna un amplificator;

- **liniaritatea** - se referă la aspectul caracteristicii statice a elementelor și, această caracteristică nu trebuie să prezinte curburi și histerezis pe tot domeniul de variație al mărimilor de intrare și ieșire.

- **sensibilitatea absolută** sau **panta  $K_a$**  - este raportul dintre variația mărimii de ieșire și a mărimii de intrare:

$$K_a = \frac{\Delta X_e}{\Delta X_i} \% \quad (5.2)$$

- **sensibilitatea** - reprezintă limita raportului dintre variația infinit mică a mărimii de ieșire și cea de intrare, când ultima tinde spre zero, adică:

$$\lim_{\Delta X_i \rightarrow 0} \frac{\Delta X_e}{\Delta X_i} \quad (5.3)$$

- în mod normal, elementele de măsurat prezintă un anumit **prag de sensibilitate**, adică o valoare limită  $\Delta X_i$  sub care nu mai apare o mărime măsurabilă la ieșire.

- **panta medie ( $K_m$ )** - se obține echivalând caracteristica statică cu o dreaptă având coeficientul unghiular:

$$K_m = \operatorname{tg} \alpha \approx K_a \quad (5.4)$$

- **domeniul de măsurare** - definit de pragurile superioare de sensibilitate  $X_{i \max}$  și  $X_{e \max}$  și de cele inferioare  $X_{i \min}$  și  $X_{e \min}$ ; reprezintă intervalul în care variază mărimea de intrare și în care traductorul are precizia cerută.

- **precizia** – definită în funcție de eroarea relativă a traductorului, exprimată în procente:

$$P = \frac{\Delta X_e}{X_e} \% \quad (5.5)$$

- **rapiditatea** sau  **timpul de răspuns** - reprezintă intervalul de timp în care un semnal aplicat la intrare se va resimți la ieșirea elementului; acest timp poate fi oricât de mic, dar niciodată nul, putând fi asimilat cu inerția.

- **fiinețea** sau **gradul de fiinețe** - se caracterizează prin cantitatea de energie absorbită de traductor din mediul de măsură, recomandându-se să fie cât mai mică pentru a nu influența desfășurarea procesului; alegerea traductorului se va face în funcție de parametrul reglat, în funcție de mediul de măsură, în funcție de tipul semnalului: continuu, electric sau neelectric, discontinuu, ș.a.

- **comportarea dinamică** - caracteristică ce se referă la capacitatea elementului traductor de a reproduce cât mai exact și fără întârziere variațiile mărimii măsurate.

- **reproductibilitatea** - reprezintă proprietatea elementelor de a-și menține neschimbate caracteristicile statice și dinamice pe o perioadă cât mai lungă de timp, în anumite condiții de mediu admisibile.

### 5.3. Clasificarea traductoarelor

Există o mare diversitate de traductoare și în funcție de mai multe criterii ele se pot clasifica astfel:

1. **După natura mărimii aplicate la intrare:** traductoare de temperatură, presiune, radiație (vezi tabelul 5.1)
2. **După natura mărimii de ieșire:** traductoare rezistive, inductive, capacitive (vezi tabelul 5.1)
3. **După natura mărimii intrare-ieșire:**
  - traductoare de mărimi electrice în mărimi electrice (amplificatoare, transformatoare, divizoare)
  - traductoare de mărimi neelectrice în mărimi neelectrice (pârghii, reostate, membrane)
  - traductoare de mărimi neelectrice în mărimi electrice
4. **După modul în care are loc transformarea semnalului în traductor:** directe și complexe.

În traductoare directe mărimea neelectrică este convertită *direct* în semnalul electric de la ieșire. Funcționarea acestor traductoare se bazează pe faptul că o proprietate electrică ce caracterizează traductorul este dependența mijlocit de mărimea neelectrică de interes. Se pot cita, de exemplu, *termorezistențele și termocuplurile*.

De cele mai multe ori, situația aproape ideală corespunzătoare traductoarelor directe nu se întâlnește: fie că nu există metode convenabile de transformare directă a mărimii neelectrice într-o mărime electrică, fie că mărimea electrică de la ieșirea traductorului nu depinde numai de mărimea neelectrică de măsurat, ci și de alți factori (perturbatori), determinați chiar de obiectul sau fenomenul măsurat sau de mediul ambiant.

În aceste situații se realizează *traductoare complexe*, în care conversia semnalului neelectric se face în mai multe etape intermediare și/sau structura traductorului se proiectează astfel încât să fie imunizată față de acțiunea factorilor perturbatori. Ca o ilustrație tipică se pot cita, de exemplu, *traductoarele diferențiale*, *traductoarele cu compensare etc.*

### 5. După principiul de funcționare:

- *traductoare parametrice* (sau *modulatoare*)
- *traductoare generatoare* (sau *energetice*).

În cazul traductoarelor parametrice, semnalul neelectric determină modificarea unei proprietăți electrice a traductorului (rezistență, capacitate, inductanța mutuală, coeficient de atenuare a radiației etc.). Punerea în evidență a modificării *necesită existența unei surse exterioare de energie* (sursa de activare). Ca exemple tipice se pot cita: *termorezistența*, *transformatorul diferențial*, *fotorezistența*, *piezorezistența*, *microfonul capacitiv etc.* (vezi tabelul 5.2).

În cazul traductoarelor generatoare semnalul neelectric determină generarea unei tensiuni electromotoare, a unui curent sau a unei sarcini. Ca exemple tipice se pot cita: *termocuplul*, *elementul fotovoltaic*, *traductoarele piezoelectrice* (vezi tabelul 5.3).

Împărțirea traductoarelor în parametrice și generatoare are o importanță vitală din punctul de vedere al modului în care se face prelucrarea semnalului electric de la ieșirea traductorului: circuitele de prelucrare (măsurare) sunt complet diferite.

### 6. După forma semnalului de la ieșirea traductorului:

- traductoare analogice
- traductoare digitale

Trebuie menționat că din clasa traductoarelor digitale fac parte și traductoarele cu ieșire în impulsuri (exemple tipice: traductoare temperatură-frecvență, forță-frecvență etc.).

Tabelul 5.1. Clasificarea traductoarelor după mărimea de intrare și mărimea de ieșire

după natura mărimii de intrare	traductoare de mărime	mărimi neelectrice	temperatură
			debit
			presiune
			nivel
			umiditate
			viteză etc.
	mărimi electrice	tensiune	
		curent	
		rezistență	
		frecvență etc.	
traductoare de calitate (caracteristici ale compoziției corpurilor)	gazoanalizoare		
	traductoare de pH		
	spectrografe etc.		
după natura	traductoare parametrice (transformă o mărime	rezistive	

mărimii de ieșire	neelectrică într-un parametru de circuit electric)	inductive
		capacitive
		fotoelectrice etc.
	traductoare generatoare (transformă o mărime neelectrică într-o forță electromotoare)	de inducție
		sincrone
		piezoelectrice
		termoelectrice etc.

Tabelul 5.2. Clasificarea traductoarelor parametrice

Mărimi fizice de bază	Mărimi fizice derivate	Elemente sensibile tipice
Deplasare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- deplasare liniară;</li> <li>- deplasare unghiulară</li> <li>- lungime (dimensiuni geometrice);</li> <li>- grosime;</li> <li>- straturi de acoperire;</li> <li>- nivel</li> <li>- deformație (indirect forță, presiune sau cuplu);</li> <li>- altitudine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rezistive;</li> <li>- inductive;</li> <li>- fotoelectrice;</li> <li>- electrodinamice (de inducție, selsine, inductosine).</li> </ul>
Viteză	<ul style="list-style-type: none"> <li>- viteză liniară;</li> <li>- viteză unghiulară;</li> <li>- debit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- electrodinamice (de inducție);</li> <li>- fotoelectrice.</li> </ul>
Forță	<ul style="list-style-type: none"> <li>- efort unitar;</li> <li>- greutate</li> <li>- accelerație (vibrație);</li> <li>- cuplu;</li> <li>- presiune (absolută, relativă, vacuum, nivel, debit);</li> <li>- vâscozitate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- termorezistive;</li> <li>- termistoare;</li> <li>- rezistive;</li> <li>- inductive;</li> <li>- capacitive;</li> <li>- piezorezistive;</li> <li>- magnetorezistive.</li> </ul>
Temperatură	<ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatură ( pentru solide, fluide, de suprafață);</li> <li>- căldură (flux, energie);</li> <li>- conductibilitate termică.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- termorezistențe;</li> <li>- termistoare;</li> <li>- termocupluri.</li> </ul>

Masă	- debit de masă	- complexe (dilatare+deplasare)
Concentrație	- densitate; - componente în amestecuri de gaze; - ioni de hidrogen în soluții.	- idem ca la forță; - termorezistive; - electrochimice; - conductometrice.
Radiație	- umiditate; - luminoasă; - termică; - nucleară.	- fotoelectrice; - detectoare în infraroșu; - elemente sensibile bazate pe ionizare.

Tablul 5.3. Clasificarea traductoarelor generatoare

Mărimea fizică de măsurat	Efectul utilizat	Mărimea de ieșire
Temperatura	Termoelectricitate	Tensiune
	Piroelectricitate	Sarcina
Flux de radiație optică	Foto-emisie	Curent
	Efect fotovoltaic	Tensiune
	Efect foto-electric	Tensiune
Forța	Piezo-electricitate	Sarcina electrică
Presiune	Piezo-electricitate	Sarcina electrică
Accelerație	Piezo-electricitate	Sarcina electrică
Viteza	Inducție electromagnetică	Tensiune
Poziție (Magnet)	Efect Hall	Tensiune

## 5.4. Tipuri de traductoare

### 5.4.1. Traductoare de poziție și deplasare

Traductoarele de poziție și deplasare transformă o deplasare liniară sau unghiulară într-o variație a unui parametru al unui element pasiv de circuit electric (rezistență electrică, capacitate electrică, inductanță magnetică).

Cele mai simple *traductoare de deplasare* sunt :

- **rezistive** - transformă o deplasare liniară sau unghiulară într-o variație a rezistenței unui reostat sau a unui potențiomtru .
- **capacitive** - transformă o deplasare liniară sau unghiulară într-o variație a capacității electrice a unui condensator.
- **inductive** - transformă o deplasare liniară sau unghiulară într-o variație a inductanței unui circuit magnetic.

Variațiile parametrilor de circuit sunt măsurate prin determinarea curentului absorbit sau a tensiunii electrice corespunzătoare.

#### 5.4.1.1. Traductoare rezistive de deplasare

Pot fi *de deplasare liniară* (figura 5.3.) și *de deplasare unghiulară* (figura 5.4.)

La traductoarele rezistive de deplasare liniară, subansamblul mobil a cărui deplasare liniară se măsoară, este conectat solidar cu cursorul ce alunecă pe înfășurarea rezistivă, astfel că variația rezistenței electrice este măsurată prin căderea de tensiune între capătul fix de rezistență zero și cursor:

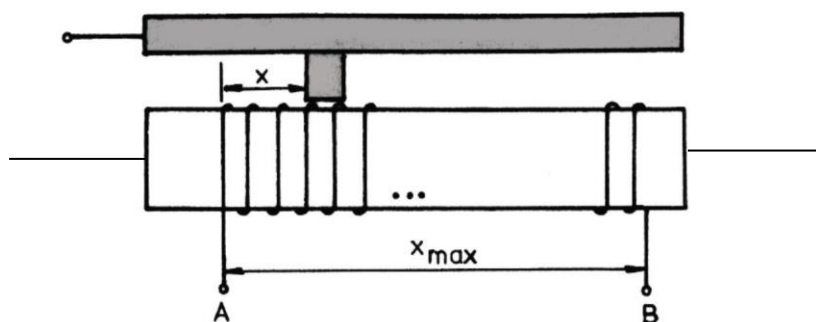


Fig. 5.3. Traductor rezistiv de deplasare liniară [34]

Pentru deplasări unghiulare se utilizează un potențiomtru de formă circulară, obținut prin bobinarea unui fir rezistiv pe un suport izolant circular, fir rezistiv peste care alunecă un cursor, astfel că, rezistența la ieșirea potențiometrului și tensiunea de ieșire, când acesta este alimentat la o tensiune continuă stabilizată, depind numai de unghiul de rotație  $\alpha$  .

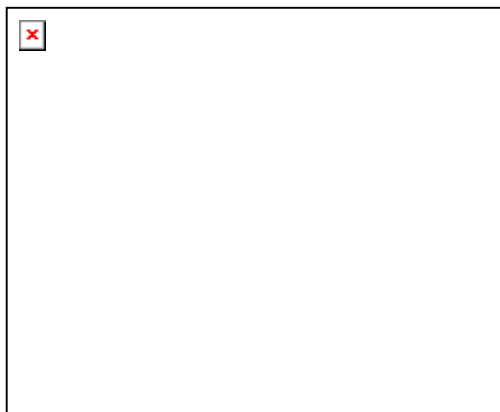


Fig. 5.4. Traductor rezistiv de deplasare unghiulară [34]

#### 5.4.1.2. Traductoare inductive de deplasare

Acest tip de traductoare se pot clasifica din punct de vedere constructiv în:

- **traductoare inductive cu întrefier variabil sau cu armătură mobilă** - utilizate în cazul deplasărilor liniare mici (sub 2 mm).

Armatura mobilă se deplasează în raport cu un miez feromagnetic. Corpul, a cărui deplasare se măsoară, va fi solidar cu armatura mobilă, figura 5.5.

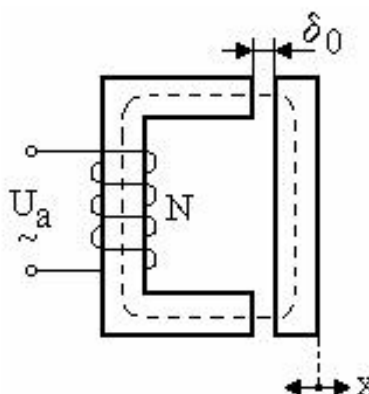


Fig. 5.5. Traductor inductiv cu armătură mobilă [33]

- **traductoare inductive diferențiale cu întrefier variabil** - în cazul unor deplasări între 2 mm și 4 mm.

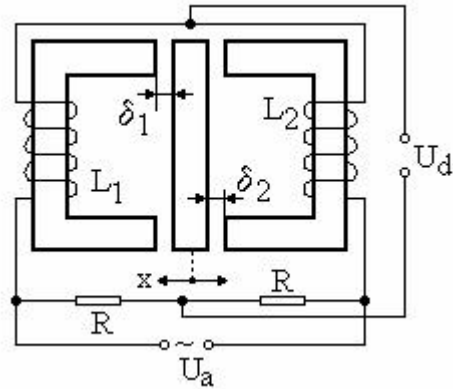


Fig. 5.6. Traductor inductiv diferențial cu întrefier variabil [33]

- **traductoare inductive diferențiale cu miez magnetic mobil** - pentru deplasări de ordinul centimetrilor.

Semnificația notațiilor din figura 5.7. este: M - miez feromagnetic ; B - bobina de lungime  $l$  ; x - mărimea de măsurat (deplasarea).

Deplasarea lui M provoacă modificarea inductanței proprii L a bobinei B. Caracteristica statică este pronunțat neliniară, datorită câmpului magnetic neomogen creat în bobină.

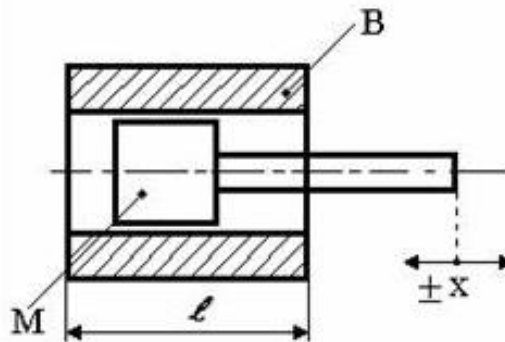


Fig. 5.7. Traductor inductiv cu miez magnetic mobil [33]

Dezavantajele traductorului prezentat anterior se elimină prin utilizarea a două bobine ( $B_1$  și  $B_2$ ) legate diferențial (figura 5.8.) care asigură o caracteristică mult mai liniară iar sensibilitatea traductorului crește.

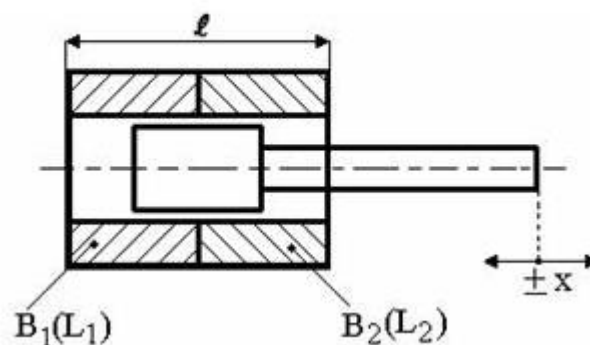




Fig. 5.8. Traductor inductiv diferențial cu miez magnetic mobil [33]

Componentele mobile ale traductoarelor inductive (armătura mobilă, respectiv miezul magnetic mobil) sunt solidare cu subansamblul a cărui deplasare trebuie determinată, astfel că, prin modificarea distanței  $x$  dintre armătura mobilă și armătura fixă, respectiv deplasarea miezului magnetic mobil în bobina cilindrică, se modifică practic inductanța bobinei deci curentul absorbit de solenoid, respectiv de bobina cilindrică. Astfel, curentul indicat de aparatul indicator este direct proporțional cu deplasarea.

Pentru reducerea perturbațiilor de natură electromagnetică, întreg ansamblul se ecranează.

#### 5.4.1.3. Traductoare capacitive de deplasare

Se deosebesc trei categorii de traductoare capacitive de deplasare (figura 5.9.) după relația capacității electrice a unui condensator:

$\varepsilon$ - permitivitatea relativă a dielectricului dintre armături;

$S$ - suprafața de suprapunere a celor două armături;

$d$  -distanța dintre armături;

$x$  -deplasarea de măsurat.

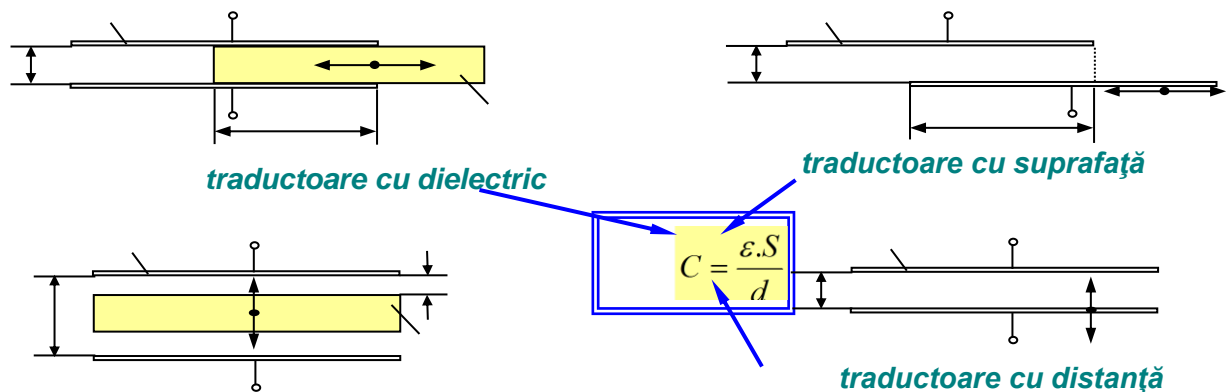


Fig. 5.9. Tipuri de traductoare capacitive de deplasare [34]

Prin deplasarea dielectricului sau a unei armături (solidare cu dispozitivul a cărui deplasare se măsoară) se produce variația unuia din cei trei parametri ( $\varepsilon$ ,  $S$ ,  $d$ ), variație ce duce la modificarea capacității condensatorului, mai ușor măsurabilă.

Sensibilitatea traductoarelor e dată de relația:

$$S = \frac{\Delta C}{\Delta d} \quad (5.4)$$

unde  $S$  este sensibilitatea traductorului măsurată în nF/mm,

$\Delta C$  este variația capacității condensatorului măsurată în nano Farazi,

iar  $\Delta d$  este deplasarea măsurată în mm.

Toate traductoarele capacitive funcționează în curent alternativ, la o frecvență de cel puțin 1 kHz.

Se utilizează frecvent pentru măsurări de deplasări rapide (*metoda compensării*) sau prin montarea în punte a două traductoare identice, unde numai unul dintre traductoare este acționat de mărimea neelectrică măsurată sau controlată.

Armăturile se confecționează dintr-un material special numit *invar*, pentru înlăturarea erorilor datorate variațiilor de temperatură.

#### 5.4.2. Traductoare de forță și cupluri

Pentru măsurarea forței se pot folosi fie traductoare specifice, fie traductoare de deplasare care captează forța și o transformă într-o deplasare.

Sunt traductoare elastice care se bazează pe modificarea reversibilă a formei unei structuri de bază (bară, inel) sub acțiunea forței aplicate: măsurând lungirea sau contracția structurii respective, se obțin informații despre mărimea forței care a determinat-o.

Odată cu modificările de natură mecanică (lungime  $l$ , secțiune  $S$  sau rezistivitate electrică  $\rho$ ) ale unui corp metalic sau semiconductor, supus unei forțe, are loc și o modificare a rezistivității acestuia – *efectul tensorezistiv*, a cărui aplicație o reprezintă *timbrele tensorezistive*.

Acestea sunt realizate dintr-un fir conductor dispus în zig-zag sau dintr-o folie conductoare foarte subțire ce se depune pe un suport izolator și se lipește pe piesa sollicitată. Suportul izolator și adezivul pentru lipire sunt materiale elastice și foarte durabile.

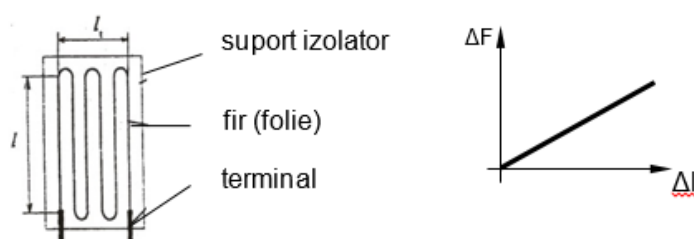


Fig. 5.10. Structura și caracteristica de transfer a unui timbru metalic [34]

Un timbru tensometric are rezistența nominală între 100 și 500  $\Omega$  și poate măsura deformații de la câțiva milimetri până la câțiva centimetri.

#### 5.4.3. Traductoare de presiune

*Presiunea* se definește prin relația :

$$p = \frac{F}{S} \quad (5.5.)$$

În care  $p$  – presiunea, se măsoară în  $N/m^2$  sau Pa;

$F$  – forța, în N;

$S$  – suprafața, în  $m^2$ .

Principiul de funcționare al traductoarelor de presiune constă în convertirea unei presiuni într-o deplasare liniară care este convertită apoi într-o variație de tensiune cu ajutorul unui montaj potențiomtric sau cu o punte de măsură.

În funcție de domeniul presiunilor de măsurat, elementele sensibile ale acestor traductoare diferă. Pot fi tuburi elastice, membrane elastice sau pistoane cu resort.

Burdufurile metalice ondulate (silfoane), realizate dintr-un material elastic cunoscut tehnic sub denumirea de tombac sau din oțel obișnuit, au proprietatea de a-și modifica dimensiunile sub acțiunea unei presiuni, fiind reprezentate în două variante posibile de figura 5.11. În cazul în care e necesară măsurarea unei presiuni absolute sau diferențiale, se utilizează folosirea unor baterii de burdufuri montate în opoziție.

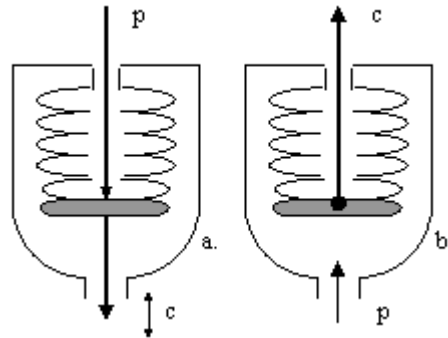


Fig. 5.11. Silfoane (tuburi metalice ondulate) [34]

Camerele cu membrană, cunoscute și sub denumirea de membrane gofrate, se execută în general dintr-un aliaj de bronz și beriliu sau din oțeluri inoxidabile. Funcționarea membranei (figura 5.12.) este similară cu a burdufului ondulat, adică sub acțiunea unei presiuni se va produce deformarea acesteia, ceea ce duce la convertirea unei presiuni într-o variație de deplasare liniară.

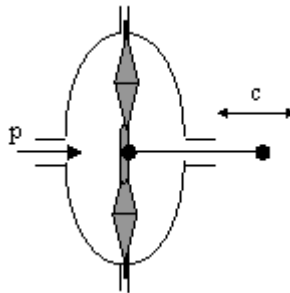


Fig. 5.12. Capsulă cu membrană elastică [34]

Traductoarele de presiune cu tub Bourdon (figura 5.13.) indică presiunea relativă sau vacuumul. Elementul principal este un tub elastic 1, de secțiune eliptică. Un capăt al tubului 1 este fixat la suportul 2 prevăzut cu un canal și cu un niplu prin care se realizează legătura cu recipientul a cărui presiune se măsoară. Capătul 3 al tubului, astupat și liber, acționează, printr-un sistem de pârghii 9, asupra sectorului dințat 4. Acesta angrenează pinionul 5, pe al cărui ax este fixat acul indicator 6. Pentru eliminarea jocurilor în angrenaj este prevăzut un arc spiral 7.

Principiul de funcționare constă în deformarea tubului 1 sub acțiunea presiunii din interior.

Tensiunea care ia naștere în acest fel tinde să îndrepte tubul, astfel ca extremitatea liberă a acestuia se deplasează și, prin intermediul sistemului de pârghii rotește sectorul dințat, respectiv acul indicator care indică pe scara gradată și presiunea măsurată.

Pentru anumite limite, deformația tubului este proporțională cu presiunea, această limită de proporționalitate reprezentând o caracteristică principală a elementului elastic. [1]

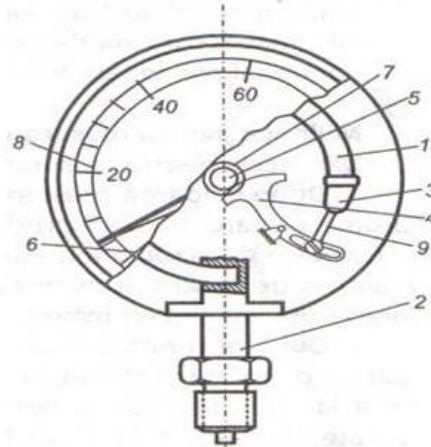


Fig. 5.13. Tub Bourdon [1]

Au o sensibilitate relativ redusă, precizia lor fiind influențată de vibrații și șocuri, temperatură, umiditate, existența derivei de zero etc.

Pentru presiuni foarte mari (sute sau mii de  $\text{daN/cm}^2$ ) se folosesc *traductoare de presiune speciale*, la care elementul sensibil este executat de obicei din oțel inoxidabil și care, sub acțiunea unei presiuni, este supus unei dilatări. Acest lucru va duce la variația lungimii unui fir rezistiv bobinat, adică la variația rezistenței electrice a acestuia.

Pentru măsurarea subpresiunilor se utilizează :

- vacuometre Pirani,
- traductoare de vacuum cu ionizare cu catod cald sau rece (Penning),
- traductoare cu ionizare prin radiații (alfatron) și traductoarele de tip magnetron.

#### 5.4.4. Traductoare de nivel

Măsurarea nivelului în recipiente este foarte importantă pentru multe procese tehnologice și pentru evaluarea stocurilor existente.

Funcționarea traductoarelor de nivel se bazează pe acțiunea forței arhimedice. Pot fi utilizate numai pentru lichide

Cele mai simple traductoare de nivel sunt:

- Traductoare cu plutitor
- Traductoare cu imersor

##### 5.4.4.1. Traductorul de nivel cu plutitor

La utilizarea traductorului cu plutitor nu este necesară cunoașterea densității lichidului.

Schema de principiu, construcție și funcționare este arătată în figura 5.14.:

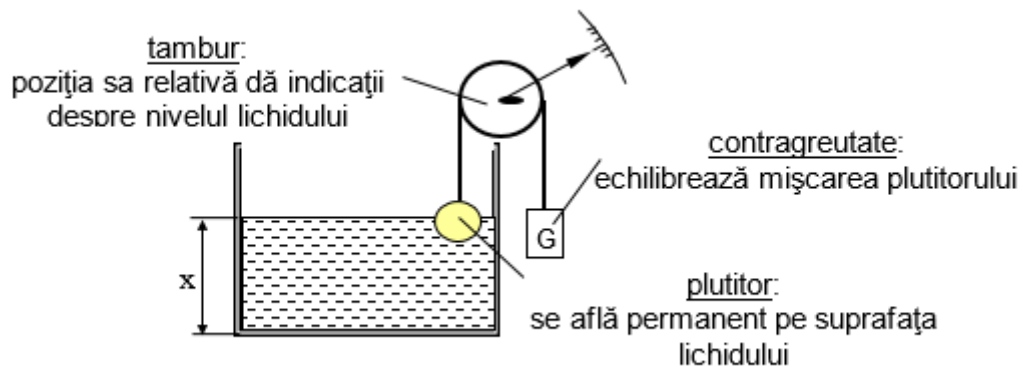


Fig. 5.14. Traductor de nivel cu plutitor [34]

#### 5.4.4.2. Traductorul de nivel cu imersor

Schema de principiu, construcție și funcționare este arătată în figura 5.15.:

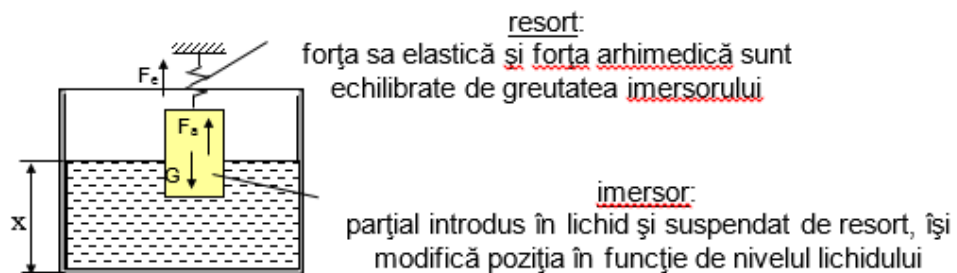


Fig. 5.15. Traductor de nivel cu imersor [34]

Pentru traductorul cu imersor, este necesar să se știe valoarea densității lichidului.

Se poate adapta foarte ușor la un traductor de tipul balanță de forțe, metoda fiind aplicabilă dacă se cunoaște densitatea lichidului, principalele erori fiind date de dependența de temperatură a densității, aceste erori putând fi compensate.

#### 5.4.5. Traductoare de debit

Măsurarea debitului este o problemă legată de curgerea unui fluid. Ca fenomen, curgerea este caracterizată prin viteză însă, de cele mai multe ori, interesează debitul.

**Debitul** poate fi:

- **volumic**  $Q_v$  = volumul de fluid care trece printr-o secțiune a conductei de curgere, în unitatea de timp
- **masic**  $Q_m$  = masa de fluid care trece printr-o secțiune a conductei de curgere, în unitatea de timp
- $\rho$  este densitatea fluidului

$$Q_m = \rho \cdot Q_v \quad (5.6.)$$

**Traductorul de debit** cel mai simplu se bazează pe faptul că un fluid care curge, poate pune în mișcare de rotație un sistem mecanic.

#### 5.4.5.1. Traductorul de debit cu paletă

Se obține prin montarea unei palete pe direcția de curgere a fluidului (figura 5.16).

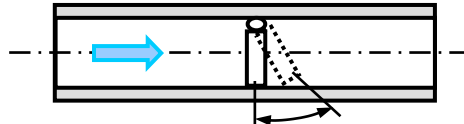


Fig.5.16. Traductor de debit cu paletă [34]

Datorită curgerii fluidului, asupra paletei acționează o forță care o rotește în jurul articulației, rotație care este pusă în evidență printr-un traductor de deplasare unghiulară; cu cât forța este mai mare, cu atât unghiul  $\alpha$  este mai mare.

Deplasarea paletei în mediul conductor lichid aflat sub acțiunea unui câmp magnetic produce, conform legii inducției electromagnetice, o tensiune electromotoare proporțională cu viteza de deplasare a lichidului prin conductă.

Dezavantaje : măsurarea modifică debitul de curgere a fluidului iar informația care se obține este însoțită de erori.

#### 5.4.5.2. Traductorul electromagnetic de debit

Schema de principiu a unui astfel de traductor este prezentată în figura următoare (5.17.):

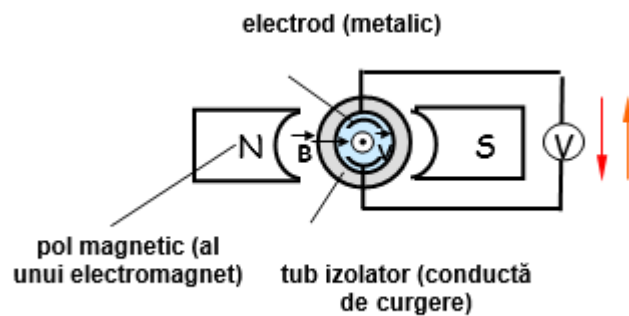


Fig. 5.17. Traductor electromagnetic de debit [34]

Indicația voltmetrului V este proporțională cu viteza de curgere, deci cu debitul fluidului.

Măsurătorile nu sunt influențate de vâscozitatea fluidului, densitatea sau conductibilitatea acestuia și nici de modul de curgere laminar sau turbulent.

Precizia de măsurare este de  $\pm 1\%$  la lichide cu o conductibilitate minimă de  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  și viteze între  $0 - 1 \text{ m/s}$  până la  $10 \text{ m/s}$ .

#### 5.4.6. Traductoare de temperatură

Sunt dispozitive care convertesc temperatura într-o deplasare sau dilatare (gaz sau metal), într-o variație a unui parametru al circuitelor electrice (de obicei rezistență) sau într-o tensiune electromotoare.

Funcționarea traductoarelor de temperatură are la bază proprietatea materialelor conductoare de a-și modifica rezistivitatea electrică (deci și rezistența electrică), în funcție de temperatură, conform relației :

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad (5.5)$$

în care:

R - rezistența electrică la o temperatură oarecare

$R_0$  - rezistența electrică la temperatura de referință (de obicei, 20 °C)

$\alpha$  - coeficient de variație a rezistenței cu temperatura

$\Delta T$  - variația de temperatură (față de temperatura de referință)

Cele mai simple traductoare de temperatură sunt *temometrele* cu sau fără contact (reglabil sau nereglabil), ambele tipuri fiind cu mercur.

Măsurând (prin metode cunoscute) rezistența electrică a unui conductor cu o anumită temperatură, se pot obține informații despre valoarea temperaturii respective.

##### 5.4.6.1. Traductoarele termorezistive

Din această categorie fac parte :

- *termorezistoarele*, care sunt traductoare termorezistive metalice, realizate cu materiale conductoare, fie ca o înfășurare pe un suport izolant (*termorezistențe*), fie ca un ansamblu de două conductoare (*traductoare bimetalice*), fie ca o peliculă (film) depusă pe o placă din aluminiu, oxidată (*timbre termorezistive*).
- *termistoarele*, care sunt traductoare termorezistive realizate cu materiale semiconductoare.

*Termorezistențele* – sunt traductoare la care, odată cu modificarea temperaturii își modifică rezistența electrică a materialului conductor. Aspectul exterior al termorezistențelor tehnice este similar cu cel al termocuplelor (figura 5.18.).



Fig. 5.18. Termorezistențe [3]

Elementul sensibil al termorezistenței este realizat dintr-o înfășurare conductoare plată sau cilindrică, peste un suport izolant din mică, izoplac, ceramică, textolit ș.a. ; înfășurarea conductoare este un fir din platină ( $-180 \div +600^{\circ}\text{C}$  și mai rar  $-200 \div +1000^{\circ}\text{C}$ ), nichel ( $-100 \div +250^{\circ}\text{C}$ ), cupru, wolfram, fier, fir bobinat neinductiv pe suport.

Cele mai utilizate sunt termorezistențele din platină, care se folosesc și ca etaloane de temperatură în intervalul  $0 \div 600^{\circ}\text{C}$ .

**Traductoare bimetalice** (figura 5.19.) - sunt realizate din materiale metalice, fabricate din table sau benzi din componente diferite, unite intim între ele și caracterizate de coeficienți de dilatare termică liniară diferiți.



Fig. 5.19. Traductoare de temperatură cu bimetal [4]

Prin deformarea lamelei bimetalice la variații de temperatură, se pot închide sau deschide contacte electrice fixe sau reglabile cu temperatura.

În aplicațiile industriale traductoarele bimetalice sunt elemente esențiale în cazul protecției la suprasarcini a masinilor electrice, transformatoarelor, conductelor electrice, iar în scopuri mai puțin “industriale” sunt utilizate la aparatele și dispozitivele electrocasice (calorifere, perne, plite, uscătoare, fiare de călcat etc.).

**Termistoarele** - sunt traductoare de temperatură realizate din material semiconductor, fenomenele de conducție în acest caz fiind mult mai complexe.

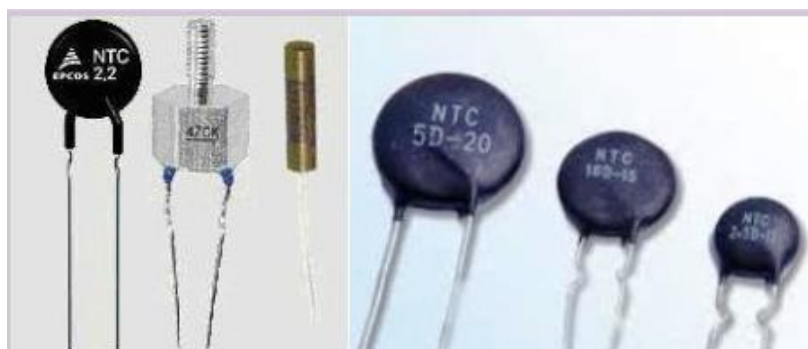


Fig. 5.20. Termistoare [27]

Termistoarele de siliciu au o bună stabilitate pentru temperaturi între  $-50 \div +120^{\circ}\text{C}$ . Până la  $120^{\circ}\text{C}$ , în mecanismul de conducție intervine dopajul ce reduce mobilitatea purtătorilor de sarcină, pentru temperaturi mai mari, datorită ionizărilor termice, rezistența scade cu temperatura.



#### 5.4.6.2. Traductoare termoelectrice (termocuple)

Constructiv, se realizează din două conductoare metalice sau aliaje diferite (termoelectrozi) sudate împreună la unul din capete (figura 5.21.).

**Funcționare** : prin încălzirea locală a sudurii (joncțiunea de măsurare – capăt cald), datorită *efectului termoelectric direct* (efectul Seebeck) se va genera o tensiune termoelectromotoare la capetele libere ale conductoarelor (joncțiunea de referință – capăt rece) indicată de un milivoltmetru.

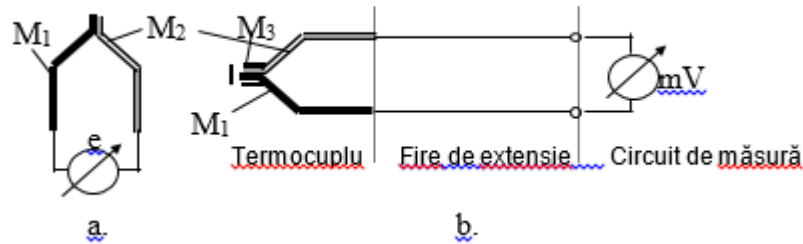


Fig. 5.21. Traductor termoelectric bazat pe efectul Seebeck [34]

Electrodul  $M_3$  se utilizează la prinderea, lipirea, răsucirea sau sudarea capătului cald.

Cu toate că sensibilitatea termocuplelor este mai redusă decât a termorezistențelor, ele nu produc semnal de ieșire dacă nu există o diferență de temperatură, însă sensibilitatea scade foarte mult la temperaturi scăzute.



Fig. 5.22. Termocuple [27]

#### 5.4.6.3. Pirometrele

Permit măsurarea temperaturii prin intermediul energiei radiante, fără contact, în concordanță cu legile radiației termice (figura 5.23.).



Fig. 5.23. Măsurarea temperaturii cu piometrul în infraroșu [35]

Măsurarea se poate face și prin comparație, adică pe imaginea suprafeței radiante, ce emite o radiație în spectrul vizibil, se suprapune o lampă etalon (figura 5.24.).

Reglând curentul de filament se va modifica temperatura acestuia și implicit culoarea.

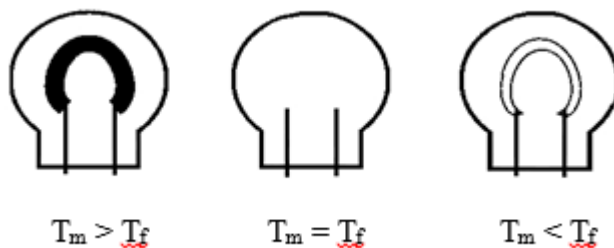


Fig. 5.24. Comparația între temperatura de măsurat și cea a filamentului lămpii etalon [34]

În funcție de temperatura filamentului  $T_f$ , valoarea curentului prin acesta constituie o măsură a temperaturii urmărite  $T_m$ .

Piometrele obișnuite au domeniile: 700 °C (filament roșu închis) și temperatura maximă a filamentului 1500 °C, dar pot fi extinse până la 3000 °C prin utilizarea unor atenuatoare optice.

Piometrele sunt foarte mult utilizate în siderurgie (metalurgie) pentru măsurarea temperaturii șarjei în cuptoare, furnale etc.

#### 5.4.7. Traductoare electro-acustice

##### 5.4.7.1. Microfonul

Microfonul este un traductor electro-acustic cu ajutorul căruia se transformă energia acustică în energie electrică. Pentru a se efectua această transformare se folosește variația momentană a presiunii aerului provocată de unda acustică.

Clasificarea microfoanelor:

1. După modul de transformare a energiei acustice:

- **electrodinamice**, la care o bobină sau o bandă metalică se deplasează sub acțiunea presiunii sonore într-un câmp magnetic constant
- **electromagnetice** la care oscilațiile electrice apar într-o bobină fixă datorită deplasării unei armături într-un câmp magnetic
- **piezoelectrice** la care apar sarcini electrice când se exercită o presiune asupra cristalului piezoelectric
- **electrostatice** la care curentul apare în circuitul unui condensator când distanța între plăcile lui se modifică.

2. Din punctul de vedere al alimentării:

- **pasive** la care energia acustică reglează cantitatea de energie electrică dintr-un circuit alimentat independent (este cazul microfoanelor electrostatice)
- **active** la care energia acustică se transformă direct energie electrică (așa cum se întâmplă la microfonul electrodinamic sau piezoelectric).

3. Din punct de vedere al caracteristicii de directivitate:

- **microfoane unidirecționale** care sunt sensibile la sunete ce vin dintr-o singură direcție.
- **microfoane bidirecționale** care sunt sensibile la sunete ce vin din două direcții opuse.

4. Din punct de vedere al mărimii care acționează pentru punerea în funcțiune a sistemului oscilant al microfonului:

- **microfoane sensibile la presiunea acustică**, care funcționează sub acțiunea presiunii instantanee exercitată pe o singură față a membranei microfonului. Cealaltă față a membranei închide o cavitate în care se găsește aer la presiunea atmosferică.
- **microfoane sensibile la diferența de presiune**, care funcționează sub acțiunea diferenței dintre presiunile acustice instantanee, exercitate pe cele două fețe ale membranei.
- **microfoane cu acțiune combinată**, care sunt sensibile atât la presiune cât și la diferența de presiune.

*Caracteristici tehnice ale microfoanelor:*

- **Impedanța** de sarcină nominală este specificată de constructor pentru a indica condițiile de conectare pe lanțul electroacustic și se măsoară la bornele de ieșire ale microfonului. Ea poate fi mică, cu valori nominalizate de 30, 50, 200 sau 600  $\Omega$  sau mare cu valoarea aproximativă de 10000  $\Omega$ .
- **Sensibilitatea nominală** reprezintă raportul dintre tensiunea produsă la bornele de ieșire ale microfonului și presiunea acustică a câmpului în care se găsește microfonul:  $E = U/P$ . Sensibilitatea nominală se exprimă în mV/ $\mu$ bar și servește pentru compararea microfoanelor diferitelor tipuri de microfoane.
- **Caracteristica de frecvență nominală** reprezintă raportul dintre tensiunea obținută la bornele microfonului în funcție de frecvența, la presiunea constantă și unghiul de incidență a undei acustice stabilit (de obicei, un unghi de 90° față de suprafața membranei). Acest raport se exprimă în decibeli, iar frecvența de referință cea mai des întâlnită este frecvența de 1 000 Hz.
- **Caracteristica de directivitate** este curba care reprezintă sensibilitatea în câmp liber a unui microfon, în funcție de unghiul de incidență al undei acustice, pentru o frecvență dată sau pentru o bandă îngustă de frecvență.
- **Presiunea acustică limită** (limita de vârf) este presiunea acustică maximă pe care o poate suporta un microfon fără a-și modifica parametrii.
- **Nivelul echivalent zgomotului propriu** este zgomotul produs de microfon (datorită agitației termice a electronilor în circuitele sale electrice) și care limitează nivelul inferior de presiune acustică.

*5.4.7.2. Difuzorul*

**Difuzorul** este un dispozitiv în care energia electrică de audiofrecvență de la ieșirea receptorului radio, TV sau amplificatorului se transformă în sunet. Această transformare se face conform următoarelor principii: *electromagnetic, electrodinamic, piezoelectric și electrostatic*.

Constructiv, difuzorul are o parte fixă, *carcasa*, care susține partea *mobilă*.

### **Clasificarea difuzoarelor după principiul de funcționare:**

#### **1. Principiul electromagnetic**

Difuzorul bazat pe acest principiu are o construcție simplă, care se bazează pe *acțiunea câmpului magnetic alternativ*. Se compune dintr-un magnet permanent și o bobină prin care circulă un curent de audiofrecvență emis de amplificator. Prin mijlocul bobine trece o lamelă elastică de oțel care la un capăt este cuplată de o membrană în formă de pâlnie (pentru anumite cerințe poate fi și plană). Datorită curentului de audiofrecvență și sub acțiunea câmpului magnetic alternativ, lamela vibrează antrenând membrana difuzorului care emite sunete. Cu toate că acest tip de difuzor are o sensibilitate bună, caracteristica de redare a frecvențelor este foarte slabă și cu distorsiuni mari. Nu se mai folosește, el a fost difuzorul începăturilor

#### **2. Principiul electrodinamic**

Există două tipuri constructive: cu magnet permanent și cu electromagnet sau cu excitație (necesită un montaj care să asigure o tensiune de c.c. pentru bobina electromagnetului).

Constructiv sunt asemănătoare. Magnetul permanent sau electromagnetul dezvoltă un câmp magnetic circular în care se află o bobină legată rigid de o membrană fixată în parte de sus a carcasei metalice, iar la nivelul legăturii cu bobina, de un element numit *fluture*, care limitează mișcarea bobinei.

#### **3. Principiul electrodinamic**

În acest sistem găsim două tipuri constructive: cu magnet permanent și cu electromagnet sau cu excitație (necesită un montaj care să asigure o tensiune de c.c. pentru bobina electromagnetului).

Constructiv sunt asemănătoare. Magnetul permanent sau electromagnetul dezvoltă un câmp magnetic circular în care se montează o bobină legată rigid de o membrană fixată în partea de sus a carcasei metalice, iar la nivelul legăturii cu bobina de un element numit *fluture*, care stopează ieșirea completă din câmp a bobinei.

Curentul electric de audiofrecvență care trece prin bobină, creează în jurul acesteia un câmp magnetic alternativ care prin interacțiune cu câmpul magnetic permanent al magnetului sau electromagnetului produce o forță ce deplasează bobina pe verticală.

Acest tip de difuzor se caracterizează printr-o caracteristică de frecvență bună și largă și o gamă largă a puterilor radiate. Puterea lor este de la câteva fracțiuni de watt până la zeci și sute de wați.

#### **4. Principiul piezoelectric**

Principiul de funcționare: pe armăturile elementului piezoelectric se aplică tensiunea alternativă de audiofrecvență. Elementul începe să oscileze mecanic în aceeași frecvență. Oscilațiile sunt transmise membranei fixate rigid de elementul piezoelectric, care produce vibrații sonore. Acest tip de difuzoare se pretează pentru redarea frecvențelor audio superioare peste 8000 Hz. Puterea lor este oarecum limitată de rezistența mecanică a elementului piezoelectric.

### 5. *Principiul electrostatic*

Este compus dintr-un electrod fix și un electrod mobil (armături). Electrozii sunt confecționați dintr-o peliculă dielectrică foarte subțire, metalizată pe una din părți. Între cei doi electrozi se aplică o tensiune continuă care creează câmpul electric inițial. La aplicarea tensiunii alternative de audiofrecvență, armătura mobilă va vibra, producând sunete.

Calitatea redării în domeniul frecvențelor înalte este mult mai bună față de sistemul electrodinamic, ajungând să redea sunete până la 20 kHz.

Schema unui difuzor electrostatic este reprezentată în figura 5.25.

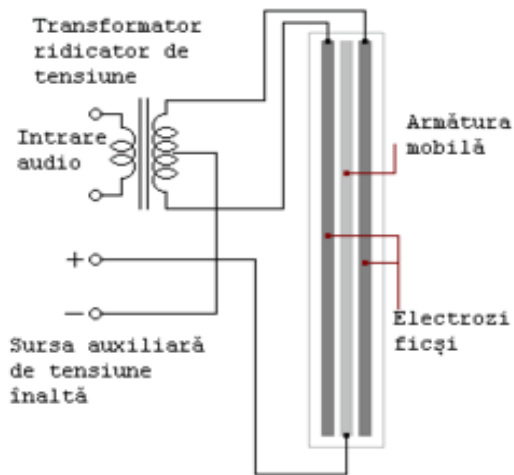


Fig. 5.25. Elementele componente ale unui difuzor electrostatic [1]

Frecvența proprie a unui difuzor este cea mai joasă frecvență pe care acesta poate să o reproducă. Ea este cu atât mai mică cu cât suprafața membranei este mai mare și cu cât este mai mare amplitudinea (ondulația) membranei. [1]

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Sensibilitatea unui dispozitiv de măsurare sau a unui traductor reprezintă:
  - a. expresia matematică a dependenței dintre mărimea de intrare și mărimea de ieșire
  - b. cea mai mică variație a mărimii de intrare care produce o modificare perceptibilă a mărimii de ieșire
  - c. raportul dintre variația mărimii de intrare și variația mărimii de ieșire
  - d. raportul dintre variația mărimii de ieșire și variația mărimii de intrare
2. În cazul traductoarelor generatoare mărimea de ieșire este de tipul:
  - a. presiune
  - b. forță
  - c. temperatură
  - d. tensiune electrică
3. Traductoarele care sunt realizate din bobine înfășurate pe un miez feromagnetic sunt:
  - a. rezistive
  - b. inductive

- c. capacitive
  - d. electrostatice
4. Traductoarele rezistive de deplasare transformă o deplasare liniară sau unghiulară în variația:
- a. rezistenței unui potențiomtru sau reostat;
  - b. capacității unui condensator;
  - c. rezistenței unui condensator
  - d. inductivității unei bobine
5. Traductoarele care se utilizează la măsurarea unor eforturi sau deformații și au ca principiu de funcționare variația atât a lungimii cât și a secțiunii unui conductor (fir sau filament din material conductor sau semiconductor) se numesc:
- a. traductoare piezoelectrice
  - b. traductoare tensometrice
  - c. traductoare capacitive
  - d. traductoare termorezistive
6. La un traductor capacitiv cu suprafață variabilă:
- a. distanța dintre armături este variabilă
  - b. dielectricul se deplasează
  - c. suprafața pe care cele două armături se suprapun este variabilă
  - d. suprafața armăturilor este variabilă
7. Elementul sensibil al unui traductor de presiune poate fi:
- a. un termistor
  - b. un silfon
  - c. un bimetal
  - d. un fotorezistor
8. Dispozitivul realizat din materiale semiconductoare în care rezistența variază în funcție de temperatură se numește:
- a. termorezistență
  - b. termocuplu
  - c. termistor
  - d. varistor
9. Termorezistența este un traductor de:
- a. forță
  - b. presiune
  - c. temperatură
  - d. debit
10. La un traductor de nivel cu imersor, greutatea imersorului este echilibrată de:
- a. forța arhimedică și forța elastică
  - b. forța electromagnetică și forță elastică
  - c. forța arhimedică și forța electrodinamică
  - d. forța elastică și forța electrodinamică

Răspunsuri corecte: 1c, 2d, 3b, 4a, 5b, 6c, 7b, 8c, 9c, 10a.

## CAP. 6. REALIZAREA REȚELELOR DE COMUNICAȚIE PRIN CABLU

### 6.1. Rețele de comunicație: pentru televiziune prin cablu, pentru telefonie, pentru rețele de calculatoare

O rețea de telecomunicații corespunde unui ansamblu de linii (canale de transmisie) și noduri (centre de comutare), dispuse astfel încât mesajele pot să treacă dintr-un punct al rețelei spre oricare alt punct, prin intermediul mai multor linii și prin diverse noduri.

Prima rețea de telecomunicații (comunicații la distanță) a fost rețeaua destinată *telegrafului*, care începe să se dezvolte aproximativ din anul 1840. A doua rețea de telecomunicații s-a dezvoltat după 1880, fiind destinată *convorbirilor telefonice*.

Elementele componente ale unei rețele de telecomunicații tradiționale, pot fi clasificate în trei categorii:

1. *Terminale*, reprezentând aparatele cu ajutorul cărora se transmit și se recepționează mesajele transportate de rețea;
2. *Medii de transmisie*, reprezentând canalele de comunicație utilizate și care sunt realizate cu fir sau fără fir (wireless);
3. *Nodurile de comutație*, care ajută la direcționarea corespunzătoare a mesajelor și corespund primelor centrale telefonice.

Centrala telefonică automată a început să fie utilizată după anul 1900. Primele centrale automate erau realizate cu motoare electrice (pas cu pas), comutatoare rotative și relee electromagnetice. Centralele automate digitale au fost utilizate cu prioritate după anul 1980.

O centrală automată este capabilă să îndeplinească următoarele roluri:

- Sesizează terminalul care inițiază o cerere de convorbire și furnizează tonul de apel;
- Interpretează pulsurile sau tonurile DTMF formate de abonatul chemător;
- Realizează conectarea spre telefonul apelat (dacă acesta aparține de aceeași centrală), sau spre o altă centrală distantă cu scopul de a prelungi legătura spre telefonul apelat.

Rolul unei centrale poate fi de conectare între abonații locali (centrală locală), sau de direcționare spre abonatul distant (centrală de tranzit). O centrală de tranzit realizează legături între centrale.

#### 6.1.1. Tipuri de rețele de comunicații electronice

Majoritatea rețelelor de telecomunicații aflate în prezent în exploatare au proprietatea de a fi fost inițial *rețele specializate*, necesitând în cazul transmisiilor digitale echipamente de interfață și tehnici specifice de modulație. În acest sens se pot delimita:

- *rețeaua de telegrafie*, care permitea viteze digitale de transmisie sub 300 Bd ;
- *rețeaua de telefonie* clasică, ce permite transmisia de date în zona circuitului de abonat, numai cu ajutorul modemurilor;
- *rețelele publice pentru comutația pachetelor de date*, care transportă datele în conformitate cu protocolul X.25 ;
- *rețelele de radio și televiziune*, conectate prin legături radio, prin rețele de radiorelee, sau prin cabluri coaxiale, necesitând modemuri pentru transmisia datelor;
- *rețelele de comunicații mobile*, care permit conectarea la rețeaua fixă învecinată, și care suportă atât transmisia semnalelor vocale, cât și a semnalelor digitale;

- **rețelele private de radio** destinate serviciilor de urgență, deținătorilor de parcuri auto, etc.;
- **rețelele private de telefonie (PABX – Private Automatic Branch Exchange)**, care în incinta unei întreprinderi au utilizare privată, fiind conectate la o centrală publică prin una sau mai multe joncțiuni ;
- **rețelele private de calculatoare**, numite LAN-uri (*Local Area Network*) .

În prezent, datorită progreselor tehnice și tehnologice, acest mod de abordare unilaterală a rețelelor a fost abandonat, fiind stimulată abordarea ce are la bază conceptul de rețea unica independentă de serviciu (**ISDN : Integrated Services Digital Network**), adică o rețea digitală cu integrarea serviciilor.

### 6.1.2. Topologii de rețele de comunicații.

Termenul *topologie de rețea* se referă la dispunerea fizică în teren a elementelor care compun o rețea de comunicații sau o rețea de calculatoare. Topologia este un termen consacrat, folosit când se fac referiri la configurația spațială a rețelei. Topologia unei rețele determină în bună măsură performanțele acesteia. Alegerea unei anumite topologii influențează tipul de echipament necesar, posibilitatea de extindere a rețelei, modul în care este administrată rețeaua. Diversitatea topologiilor presupune metode de comunicație diferite, iar aceste metode au o mare influență în rețea.

Schema bloc simplificată a unei subrețele de comunicații este prezentată în fig. 6.1.

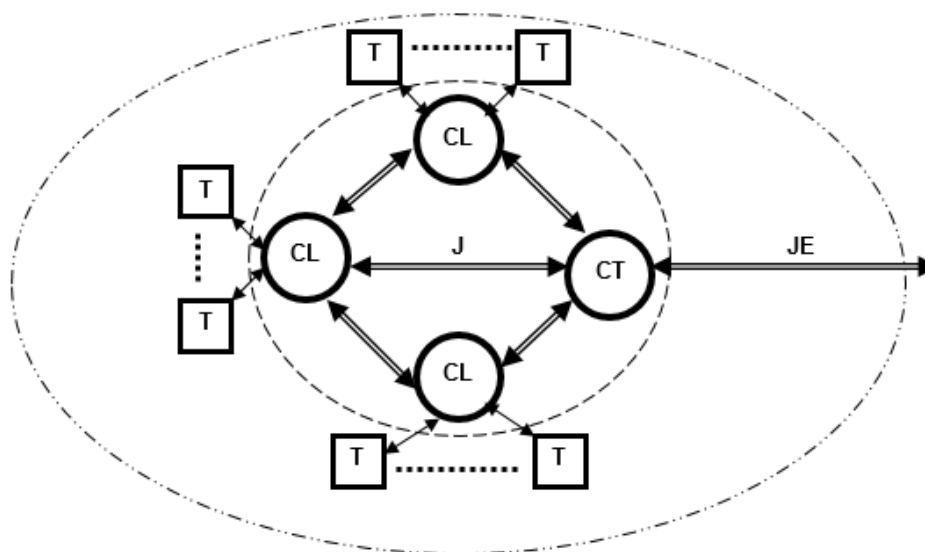


Fig. 6.1. Schemă bloc subrețea TC.

(T: terminal; CL: centrală locală; J: joncțiune locală; CT: centrală de tranzit;

JE: joncțiune exterioară subrețelei (distantă)) [36]

În rețeaua globală de comunicații electronice, există topologii specifice subrețelelor de acces/distribuție și topologii specifice subrețelelor de transmisie. Aceste topologii s-au impus ca urmare unor considerente de implementare practică, de întreținere și de siguranță în funcționare.



Topologii specifice distribuției:

- Structuri în arbore sau radiale specifice rețelei de telefonie;
- Structuri prin centrală privată;
- Structuri pentru servicii Internet (rețea magistrală, inel, stea);
- Structuri de tip CATV (rețea magistrală).

Principalul avantaj al unei structuri tip arbore este economic, deoarece asigură o lungime minim posibilă a căilor de transmisie prin rețeaua de comunicații electronice. Dezavantajul major este inexistența rețelei de rezervă. În figura 6.2. este reprezentată o structură tip arbore.

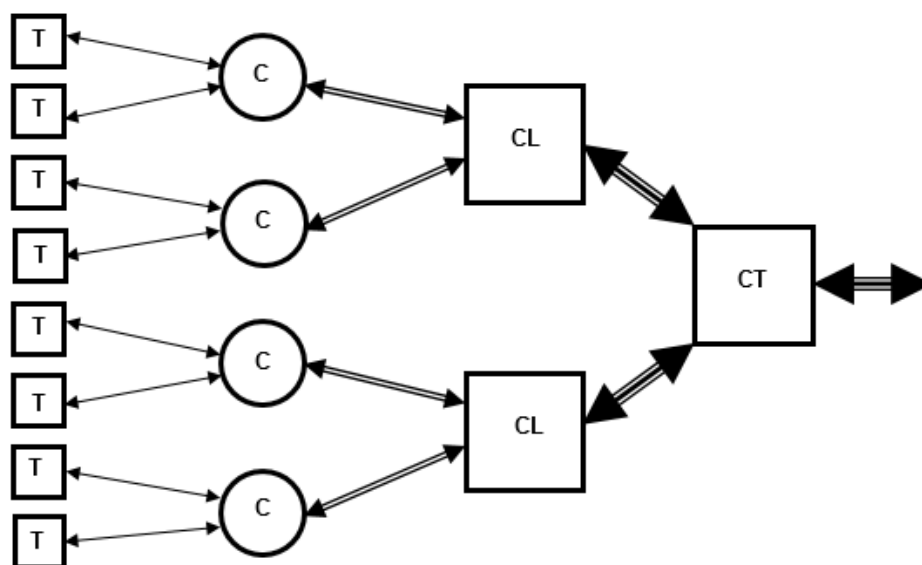
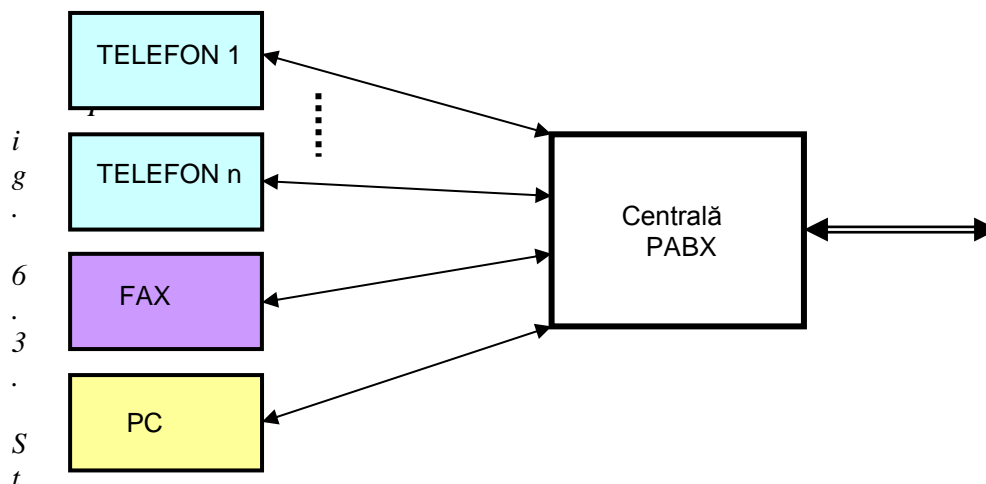


Fig. 6.2. Structura tip arbore (de distribuție)

(T: terminal; C: concentrator; CL: centrală locală; CT: centrală de tranzit) [36]

Accesul prin centrală telefonică privată (PABX) se caracterizează prin funcționare independentă, sau în rețea. Conectarea la rețeaua publică se poate face cu linii analogice sau ISDN. În figura I.6 este reprezentată o structură de acces prin PABX.



Structura tip PABX [36]

Principala structură utilizată pentru rețeaua de comunicații electronice în zona de transmisie este **topologia plasă (interconectare totală)**. Un asemenea tip de rețea este prezentată în figura 6.4. Avantajul unei interconectări totale este existența unor rute de rezervă, iar dezavantajul principal este costul mai mare.

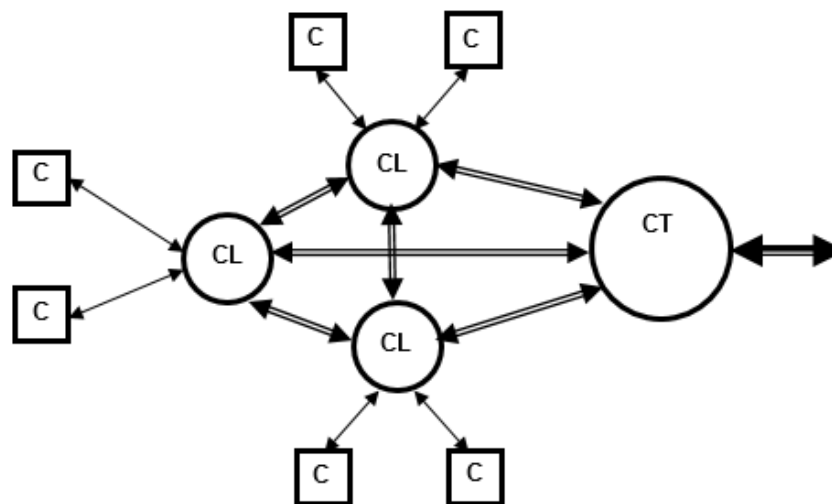


Fig. 6.4. Structura tip plasă

(C: concentrator; CL: centrală locală; CT: centrală de tranzit) [36]

### 6.1.3. Rețeaua de telefonie publică (PSTN)

**PSTN** (Public Switching Telecommunication Network) este o rețea de circuite comutate, utilizată inițial pentru comunicații vocale și care are peste 800 milioane de abonați de telefonie fixă. La început a fost o rețea de linii cu fire conductoare, destinată în exclusivitate telefoniei analogice, dar de-a lungul timpului s-a transformat într-o rețea în cea mai mare parte digitală, care deservește atât telefonie fixă (analogică sau digitală) cât și telefonie mobilă celulară. Canalul digital de bază în rețeaua PSTN are debitul de 64 kb/s și corespunde canalului vocal de circa 4 KHz (300 Hz – 3400 Hz). Corespunzător, vechea metodă de multiplexare cu partajare în frecvență a fost înlocuită cu multiplexarea cu partajare în timp. În figura 6.5. este reprezentat simplificat modul de utilizare a rețelei de tip PSTN.

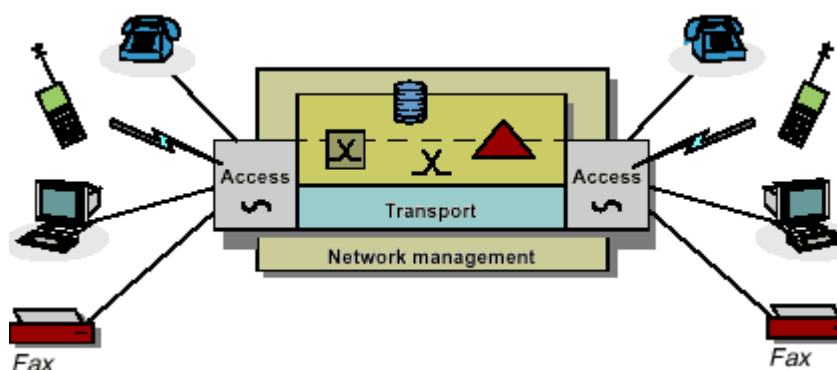


Fig. 6.5. Rolul rețelei PSTN [36]

Mai bine de 100 de ani rețeaua PSTN a asigurat transportul semnalelor vocale. Cu ajutorul unor interfețe specializate, plasate în zona de acces, vechea rețea PSTN poate să realizeze transportul semnalelor digitale provenite de la un PC, un telefon celular, sau un Fax. Pentru transportul semnalelor digitale, rețeaua PSTN modernizată, folosește transmisii de tip PDH și în tot mai multe situații transmisii de tip SDH.

Caracteristicile cele mai importante ale rețelei PSTN:

- Atribuirea resurselor necesare pentru transportul mesajelor se face permanent pe toată durata comunicației
- Comunicația este bidirecțională, fiind optimizată pentru banda vocală de la 300 Hz la 3400 Hz
- Transmisia informațiilor numerice se poate realiza cu ajutorul unui modem
- Mediul de transmisie este divers: perechi de cupru, fibre optice, legături radio.

O legătură telefonică se poate realiza prin trei moduri de transmisie:

1. transmisia în banda vocală;
2. transmisia multiplexată în frecvență;
3. transmisia multiplexată în timp.

#### **6.1.3.1. Transmisia în banda vocală.**

Transmisia în banda frecvențelor vocale se face pe liniile metalice bifilare aeriene, sau din cablurile urbane. Transmisii multiplexate sunt transmisii de înaltă frecvență și se pot realiza pe linii aeriene, pe linii din cabluri (simetrice sau nesimetrice), pe linii radio (legături prin radioreleu, legături prin sateliți de comunicație) și prin utilizarea fibrelor optice. În cazul transmisiilor multiplexate în frecvență, legăturile bilaterale se fac de cele mai multe ori pe 4 fire. Excepție face transmisia multiplexată pe linia aeriană, când sunt utilizate numai 2 fire. În acest caz, cele 2 sensuri ale unei convorbiri folosesc benzi diferite de frecvență.

O linie de transmisie pentru telecomunicații este caracterizată în primul rând de banda de frecvențe pe care poate să o transmită, sau prin numărul canalelor de transmisie.

Benzile de frecvență ale celor mai importante linii de transmisie sunt următoarele:

- 0...150 KHz pentru linia aeriană
- 0...550 KHz pentru liniile metalice simetrice din cabluri
- 0...60 KHz pentru liniile simetrice pupinizate din cabluri
- 0...60 MHz pentru liniile coaxiale

Banda frecvențelor care pot fi transmise pe linia aeriană este limitată în primul rând de zgomotul produs de stațiile de radioemisie pe unde lungi, și în al doilea rând de parametrii liniei.

Primele transmisii s-au făcut în banda frecvențelor vocale. Este cea mai simplă transmisie. Pentru legătura de la abonat la centrală se folosește linia metalică cu 2 fire (linia aeriană sau linia torsadată din cabluri). Pentru legături la distanțe mari s-au practicat transmisii în banda vocală pe 4 fire (două perechi din cablu), motivația fiind evitarea apariției unor oscilații posibile.

O legătură telefonică între 2 abonați se poate realiza din mai multe linii de transmisie, conectate prin intermediul centralelor telefonice interurbane. Atenuarea maximă a unei linii de transmisie în banda vocală (măsurată la 800 Hz), nu trebuie să depășească 10 dB. Această

condiție determină lungimile maxime ale liniilor metalice folosite la transmisia fără amplificare în banda vocală:

- 250 Km pentru linia aeriană cu fire din cupru cu diametrul de 3 mm;
- 60 Km pentru linia aeriană cu fire din oțel cu diametrul de 3 mm;
- 15 Km pentru linia nepupinizată din cablu cu fire din cupru de 0,9 mm;
- 25 Km pentru linia nepupinizată din cablu cu fire din cupru de 1,4 mm;
- 50 Km pentru linia pupinizată din cablu cu fire din cupru de 0,9 mm.

Realizarea circuitelor telefonice de frecvență vocală presupune utilizarea liniilor aeriene cu fire din cupru dur, din bronz, sau din oțel și a liniilor pupinizate sau nu din cabluri. Liniile aeriene au o atenuare relativ mai mică, dar costul conductoarelor este mai mare, necesitatea unei rezistențe mecanice impunând secțiuni mult mai mari. Un alt dezavantaj al liniilor aeriene provine de la numărul limitat al transmisiilor telefonice de frecvență vocală care se pot realiza pe un traseu aerian. Datorită înălțimii stâlpilor și distanței dintre fire ( $\geq 20$  cm), nu s-au putut realiza simultan mai mult de 30 transmisi. Un număr mai mare de transmisi în banda vocală se pot realiza prin folosirea liniilor simetrice din cablul pupinizat, sau nepupinizat.

Perechile de conductoare ale liniilor metalice de transmisie în banda vocală sunt conectate în centrala telefonică printr-un transformator de linie.

Funcțiile transformatorului de linie:

- adaptarea dintre impedanța caracteristică a liniei metalice și impedanța echipamentului din centrală;
- separarea galvanică a liniei față de echipament, necesară pentru protecția echipamentului față de tensiunile induse în linie;
- adaptarea de la o linie aeriană la o linie din cablu urban și apoi de la linia din cablu la echipamentul din centrală (cazurile când liniile aeriene nu pot fi instalate în localități).

Se poate concluziona că transmisia în banda vocală se face de cele mai multe ori pe 2 fire (excepția provenind de la transmisia în bandă vocală la distanțe mari), iar transmisia multiplexată (în înaltă frecvență) se face în majoritatea cazurilor pe 4 fire (excepția provenind de la transmisia multiplexată pe o pereche aeriană).

#### **6.1.4. Structura unei rețele CATV**

*Televiziunea prin cablu* este un sistem de difuzare a unor programe TV, radio FM și a altor servicii pentru consumatori, cu ajutorul semnalelor de radio-frecvență, transmise spre aparatele de recepție prin intermediul unei rețele fixe realizată cu fibră optică sau cu cablu coaxial.

Televiziunea prin cablu a apărut în paralel cu televiziunea tradițională radiodifuzată, a cărei recepție necesită o antenă.

Trebuie făcută observația că denumirea CATV are mai multe proveniențe, dar toate cu aceeași semnificație:

- televiziune prin cablu (CAblu TV);
- televiziune cu antenă colectivă (Community Antena TV);
- televiziune cu acces colectiv (Community Access TV).

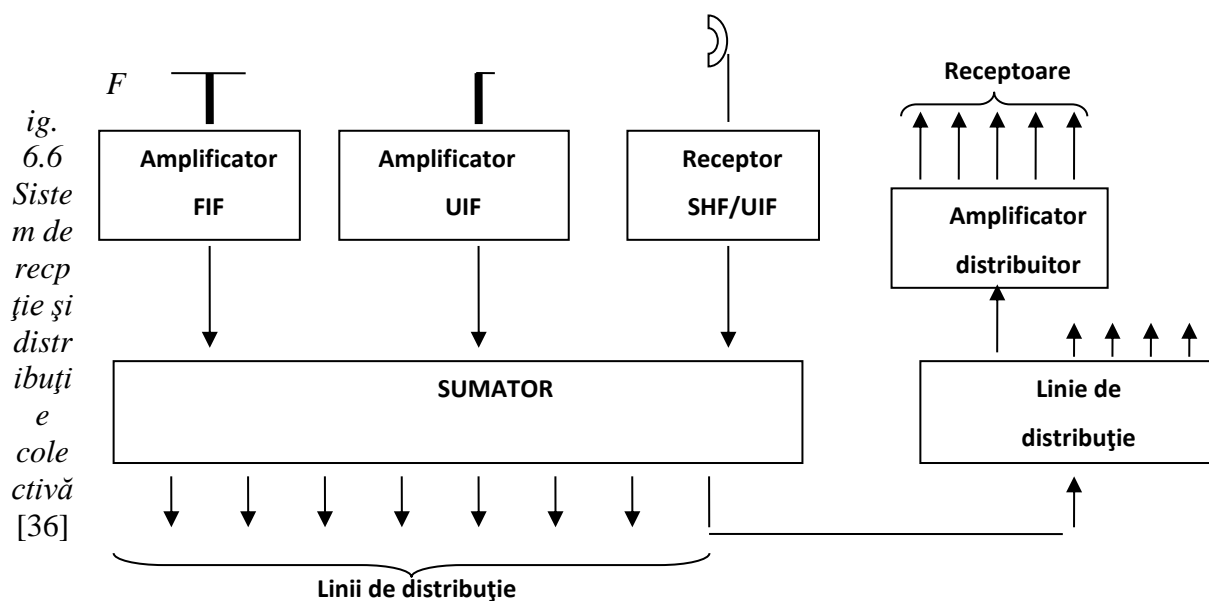
Începuturile televiziunii prin cablu sunt legate de unele deficiențe de propagare a semnalului de televiziune. Primul sistem de televiziune prin cablu a fost utilizat spre sfârșitul

anilor '40, lansarea lui fiind datorată imposibilității recepției cu o antenă obișnuită în zonele unde vizibilitatea directă între antena emițătorului și antena receptorului nu era posibilă. Astfel de situații erau frecvente în zonele muntoase. Ca urmare, în localitățile „de peste munți” au fost montate antene speciale (de dimensiuni mari și amplasate la înălțime), cu ajutorul cărora se putea recepționa semnalul TV, care era apoi distribuit populației prin rețea de cablu coaxial. O astfel de antenă, special construită pentru o colectivitate, se numea „*Community antena*” (antenă colectivă).

De asemenea, difuzarea televiziunii prin cablu s-a dezvoltat inițial și în orașele mari, fiecare ansamblu de locuințe fiind dotat cu o antenă colectivă și un amplificator colectiv. Mai departe semnalul TV era distribuit printr-o rețea fixă realizată cu cablu coaxial. Se proceda în felul acesta pentru:

- evitarea „pădurilor de antene individuale” care ar fi determinat un aspect neplăcut.
- evitarea problemelor datorate perturbațiilor industriale precum și multiplele reflexii datorate construcțiilor.

În figura 6.6. este reprezentat un sistem de recepție și distribuție colectivă.



S  
iste

mul poate permite recepția comună într-un ansamblu de locuințe, într-un cartier, sau chiar într-un întreg oraș. Semnalele de FIF, UIF sau SHF, sunt amplificate pentru fiecare canal în parte, iar pe canalul de microunde este și demodulat MF respectiv remodulat MA în gama de UIF. Semnalele obținute sunt apoi aplicate unui sistem de însumare și distribuire pe mai multe direcții de distribuție, care transferă recepția spre anumite ansamble de locuințe.

În cazul în care distanțele sunt mari este necesar ca pe linia de distribuție să se instaleze amplificatoare suplimentare pentru refacerea nivelului de semnal. Dacă este înlocuit cablul coaxial cu fibra optică, va crește distanța dintre amplificatoarele amplasate pe traseul de distribuție. Fibra optică se caracterizează prin atenuare mult mai mică, dar necesită transformări digitale ale semnalului de radiofrecvență.

Sistemele de recepție colectivă prezintă marele avantaj de a asigura o recepție corespunzătoare pentru toate receptoarele cuplate la sistem, indiferent de condițiile locale de recepție.

Dezvoltarea și perfecționarea instalațiilor de recepție colectivă, coroborată cu cererea unui număr cât mai mare de programe TV a condus la apariția rețelelor de distribuție de bandă largă, realizate cu cablu coaxial din cupru sau cu fibră optică. În acest mod se poate distribui într-un întreg oraș sau o zonă a țării o gamă largă de programe TV și Radio, emise terestru sau prin intermediul sateliților. Punctul central într-o rețea CATV este *stația de recepție și retransmitere* a programelor radiodifuzate terestru sau prin sateliți. Toate semnalele video și audio recepționate sunt prelucrate, amplificate și transmise în rețeaua de distribuție. **Amplificatoarele intermediare** amplasate pe parcursul lanțului de distribuție au rolul de a menține pentru toți abonații, calitatea optimă de recepție.

Etapele evoluției rețelelor CATV de „bandă largă”:

- mai întâi s-a transmis într-o bandă cu frecvența maximă de 300 MHz, ceea ce permitea un număr de circa 24 programe TV, 27 programe Radio stereo (în gama UUS) și 16 programe audio digitale;
- s-a transmis apoi într-o bandă cu frecvența maximă de 450 MHz, ceea ce permitea un număr de maxim 35 programe TV, 30 programe Radio stereo (în gama UUS) și 16 programe audio digitale;
- s-a transmis și mulți furnizori CATV transmit și astăzi într-o bandă cu limita superioară 550 MHz;
- operatorii care dețin cea mai performantă tehnologie analogică în domeniul CATV retransmit într-o bandă cu frecvența maximă la circa 800 MHz.

Dacă sistemele CATV mai vechi erau proiectate pentru o bandă de  $300\pm 400$  MHz, sistemele moderne pot funcționa în banda de frecvențe de la 50 MHz până la 800 MHz. Având în vedere că transmisiile de televiziune analogică necesită 6 - 8 MHz/canal, rezultă că se pot oferi abonaților foarte multe programe, utilizându-se tehnica de multiplexare în frecvență (FDM). Prin urmare este posibil ca mai multe programe (canale) să fie difuzate pe același cablu, fără a fi necesar să utilizăm câte un circuit separat pentru fiecare canal (program). Separarea (alegerea) unui canal din semnalul multiplexat se face cu ajutorul selectorului (tuner/circuit de acord) prevăzut în aparatul de recepție (Televizor, Radio, Video-Recorder). Acest mod de retransmisie este reprezentat în figura 6.7.

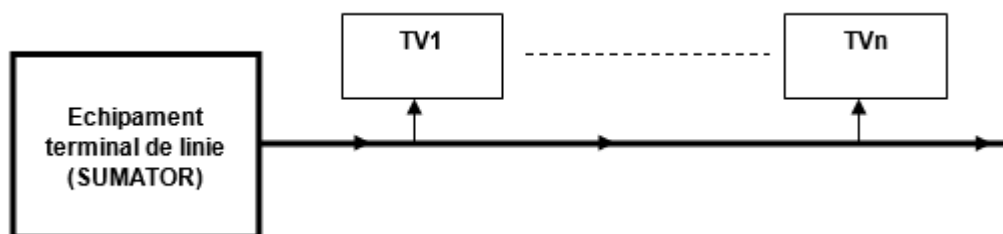


Fig. 6.7. Sistem de transmisie într-un singur sens [36]

Există programe TV care sunt transmise abonaților atât prin radiodifuzare, cât și prin rețele CATV, de regulă în benzi de frecvență diferite. Există de asemenea anumite programe TV care sunt distribuite exclusiv prin rețeaua CATV, acestea având un regim mai relaxat din punctul de vedere al unor restricții impuse de societate.

Difuzarea televiziunii analogice prin cablu este realizată printr-o transmisie de bandă largă. În acest caz, un *echipament terminal de linie* plasat la un capăt al rețelei CATV, transmite un număr de programe TV pe același cablu la care sunt conectate receptoarele TV ale abonaților. La început transmisia a fost unidirecțională, făcând posibilă utilizarea amplificatoarelor. O astfel de rețea este organizată în arbore și poate atinge zeci de kilometri (Fig. 6.7.).

Transformarea rețelei de cablu CATV și într-o rețea de acces la Internet a fost posibilă prin împărțirea benzii de frecvențe a unui singur cablu în două părți:

- banda de frecvențe joase folosite pentru transmisia înapoi spre echipamentul de linie („upstream”);
- banda frecvențelor înalte folosită pentru transmisia înainte („downstream”) de la echipamentul de linie spre receptoarele TV ale abonaților.

Astfel rețeaua CATV s-a transformat din rețea unidirecțională în rețea bidirecțională.

Cablul utilizat pentru transmisia de bandă largă este cablul coaxial cu impedanța caracteristică de  $75 \Omega$ . O aplicație la un moment dat a fost următoarea :

1. Banda 5-116 MHz utilizată pentru sensul înapoi (spre echipamentul de linie);
2. Banda 168-300 MHz utilizată pentru sensul înainte (spre abonați);
3. Banda 116-168 MHz cu rol de separare a celor două sensuri.

Separarea celor două sensuri permite realizarea repetoarelor necesare pentru amplificarea simultană a semnalelor transmise bidirecțional. Schema bloc a unui repetor care permite 2 sensuri de transmisie pe un singur cablu este redată în figura 6.8.

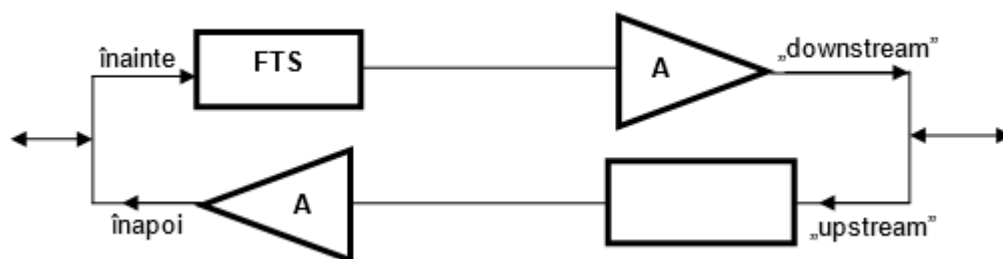


Fig. 6.8. Repetor pentru transmisie bidirecțională [36]

Prin urmare, această abordare a determinat transformarea rețelei CATV dintr-o rețea *punct la multipunct*, într-o rețea *punct la punct*, ceea ce a permis utilizarea ei ca modalitate de acces la comunicațiile prin Internet. Conexiunea prin rețea de televiziune prin cablu (CATV) este asemănătoare conexiunii tip rețea ISP. Deosebirea provine de la modul de transmitere a datelor în rețea. În acest caz pe același suport fizic sunt create mai multe canale de transmisiune prin utilizarea unor semnale purtătoare, de frecvențe diferite. Astfel este posibil să se transmită simultan pe același suport fizic semnale de televiziune și semnale de date. Cablul coaxial permite o viteză de transmisie ridicată, superioară celei posibile pe o linie telefonică obișnuită. Este necesar însă un echipament de interfață special (modem de cablu CATV), care transformă semnalele binare ale calculatorului în semnale potrivite a fi transmise pe cablu coaxial. În figura 6.9. este reprezentat un modem de cablu.



Fig 6.9. Modem rețea CATV [37]

Difuzarea televiziunii prin cablu se face în mod preponderent în America de Nord, Europa, Australia, Asia de Est și se face frecvent în America de sud și în Orientul Mijlociu. Televiziunea prin cablu nu s-a putut implementa cu succes în Africa, datorită „împrăștierii” aparatelor de recepție, ceea ce implică ineficiență economică.

Un alt aspect este apariția și dezvoltarea televiziunii radiodifuzate prin sateliți de comunicații, ceea ce constituie o concurență pentru televiziunea prin cablu. În Africa de Sud, recepția DBS (Direct Broadcasting Satelit) este mai populară decât difuzarea prin rețea CATV.

Din punct de vedere tehnic, o rețea CATV modernă presupune distribuirea unui număr de canale de televiziune recepționate și mixate într-o locație centrală, spre abonații unei comunități, prin intermediul unei rețele ramificate realizată cu fibre optice și/sau cu cabluri coaxiale. Sunt utilizate de asemenea amplificatoare de bandă largă. Începând cu sfârșitul anilor '90, arhitectura CATV cea mai performantă poartă denumirea „Hybrid fiber coaxial network”, ceea ce înseamnă că o rețea CATV modernă folosește și fibră optică și cablu coaxial.

Sistemele tradiționale de televiziune prin cablu au funcționat și încă funcționează în domeniul analogic, adică au multiplexat semnale standard de radiofrecvență. În ultimii ani au apărut operatori CATV care oferă tehnologie digitală. În cazul tehnologiei digitale, semnalul CATV este multiplexat în timp.

Avantajele televiziunii digitale sunt :

- transmisia digitală este mai rezistentă la zgomote;
- prin tehnici speciale de codare și compresie se ajunge ca un canal TV digital să necesite numai  $10\pm 20\%$  din banda canalului analogic;
- transmisia digitală de televiziune poate fi mai ușor criptată, ceea ce este indicat pentru „televiziunea la cerere”;
- transmisia digitală de televiziune se poate face pe linia telefonică de abonat, prin utilizarea unor tehnici speciale.



### 6.1.5. Rețele de calculatoare

*Rețeaua de comunicație* reprezintă un ansamblu de calculatoare/terminale interconectate prin intermediul unor medii de comunicație, asigurându-se în acest fel utilizarea în comun de către un număr mare de utilizatori a tuturor resurselor fizice (hardware), logice (software și aplicații de bază) și informaționale (baze de date) de care dispune ansamblul de calculatoare conectate.

#### ***De ce au fost necesare rețele de comunicații?***

- ✓ includerea calculatoarelor în mediul de afaceri și a aplicațiilor software (Lotus 1-2-3)
- ✓ necesitatea utilizării în comun a datelor și a resurselor
- ✓ duplicarea resurselor, deficiențe de comunicare, dificultăți de administrare
- ✓ dezvoltarea rețelelor localizate într-o clădire sau arie geografică mică – LAN
- ✓ necesitatea extinderii rețelelor: MAN, WAN

#### ***Avantajele lucrului într-o rețea de calculatoare:***

Lucrul în rețea reprezintă conceptul de conectare a unor calculatoare care folosesc în comun resurse fizice sau logice. Resursele utilizate în comun de către o rețea de calculatoare pot fi:

- ✓ resurse fizice: imprimante, scanner-e, etc.
- ✓ resurse logice: software și aplicații de bază: orice program (Word, Excel, etc.)
- ✓ resurse informaționale: baze de date

#### ***Avantajele lucrului în rețea:***

- ✓ folosirea în comun a resurselor existente (partajarea resurselor);
- ✓ creșterea fiabilității prin accesul la mai multe echipamente de stocare alternative;
- ✓ reducerea costurilor prin partajarea datelor și perifericelor folosite;
- ✓ scalabilitatea: creșterea performanțelor sistemului prin adăugarea de noi componente hardware;
- ✓ obținerea rapidă a datelor;
- ✓ furnizează un mediu de comunicare;

#### ***Obiectivele proiectării unei rețele***

Stabilirea obiectivelor proiectului va avea în vedere următoarele:

- ✓ funcționalitatea rețelei - funcționarea rețelei la parametrii optimi. Rețeaua trebuie să asigure conectivitate între utilizatori și între utilizator și aplicația accesată;
- ✓ scalabilitatea rețelei - posibilitatea dezvoltării în viitor pe aceeași structură inițială prin adăugarea de noi echipamente;
- ✓ adaptabilitatea rețelei - posibilitatea implementării de noi tehnologii pe structura existentă a rețelei prin respectarea standardelor în vigoare;
- ✓ gestionarea rețelei - managementul și monitorizarea resurselor fizice și logice cu posibilitatea de control a traficului și accesului în rețea;

#### ***Pași de urmat la realizarea proiectului rețelei:***

Stabilirea cerințelor și obiectivelor pe care la va îndeplini rețeaua de calculatoare în funcție de:

- ✓ Amplasamentul rețelei;
- ✓ Cerințele utilizatorului;
- ✓ Costurile de execuție;
- ✓ Diversitatea resurselor;
- ✓ Durata de utilizare;
- ✓ Numărul de utilizatori;
- ✓ Factorii de mediu și impactul de mediu;
- ✓ Dimensiunea rețelei;
- ✓ Stabilirea unei topologii;
- ✓ Administrarea, întreținerea și depanarea rețelei;
- ✓ Îmbunătățirea și dezvoltarea rețelei;

Tabelul 6.1. Resurse necesare realizării unei rețele

Echipamente conectate	Resurse partajate	Conexiunile între echipamente	Semnale folosite
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Calculatoare, laptop-uri</li> <li>•Imprimante, scannere</li> <li>•Servere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Servicii</li> <li>•Medii de stocare a datelor</li> <li>•Aplicații</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cabluri metalice</li> <li>•Cabluri cu fibre optice</li> <li>•Fără fir (wireless)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Electrice</li> <li>•Optice</li> <li>•Unde radio</li> </ul>

### 6.1.5.1. Tipuri de rețele

#### 1. Rețele locale (LAN)

O rețea locală (LAN) se referă la un grup de echipamente interconectate care se află sub o administrare comună. În trecut, rețelele locale erau considerate rețele mici care existau într-o singură locație fizică. Deși rețelele locale pot fi mici, de exemplu o rețea instalată acasă sau într-un birou, în timp, definiția unui LAN a evoluat pentru a include și rețelele locale interconectate formate din sute de dispozitive instalate în mai multe clădiri și locații.

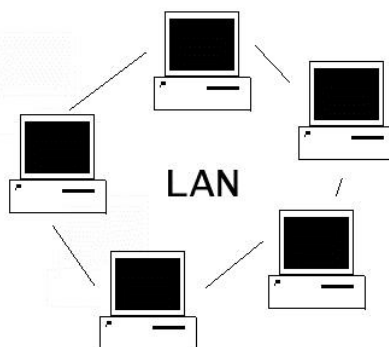


Fig. 6.10. Rețea LAN [36]

2. **Rețele de mare întindere (WAN)** conectează rețele locale (LAN-uri) aflate în locații geografice separate. Interconectarea acestor rețele aflate în locuri diferite se realizează prin furnizorii de servicii de telecomunicații.

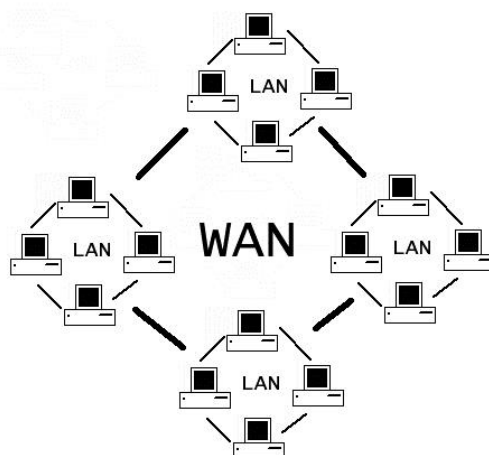


Fig. 6.11. Rețea de tip WAN [36]

**3. Rețele fără fir (WLAN).** În unele medii, e posibil ca instalarea cablurilor de cupru să nu fie practică sau să fie chiar imposibilă. În aceste situații, sunt utilizate dispozitive wireless pentru a transmite și a primi date folosind unde radio. Aceste rețele se numesc rețele fără fir (Wireless LANs - WLANs).

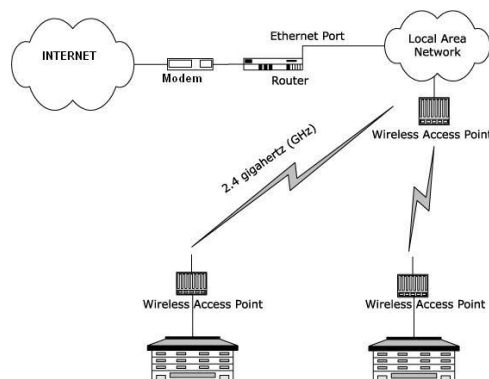


Fig. 6.12. Rețea de tip WLAN [36]

4. **Rețele peer-to-peer (P2P- de la egal la egal)** sunt acele rețele în care partajarea resurselor nu este făcută de către un singur calculator; toate calculatoarele existente în rețea au acces la toate resursele rețelei. Caracteristicile acestei rețele:

- ✓ numărul maxim de calculatoare care pot fi conectate la un singur grup de lucru (workgroup) este de 10;
- ✓ acest tip de rețea implică costuri mici și de aceea sunt des utilizate de către firmele mici;
- ✓ se utilizează atunci când zona este restrânsă, securitatea datelor nu este o problemă, organizația nu are o creștere în viitorul apropiat;
- ✓ toate calculatoarele sunt egale între ele; fiecare calculator din rețea este și client și server, neexistând un administrator responsabil pentru întreaga rețea.

5. **Rețele client/server** sunt acele rețele care au în componența lor un server specializat:

- ✓ de fișiere;
- ✓ de tipărire;
- ✓ de aplicații;
- ✓ de poștă electronică;
- ✓ de fax;
- ✓ de comunicații.

Avantajele rețelelor bazate pe server:

- ✓ partajarea resurselor;
- ✓ securitate;
- ✓ salvarea de siguranță a datelor;
- ✓ redundanță;
- ✓ număr mare de utilizatori.

Protocoalele folosite în Internet sunt seturi de reguli care guvernează comunicațiile din interiorul și între calculatoarele unei rețele. Specificațiile protocoalelor definesc formatul mesajelor care sunt trimise și primite.

Sincronizarea este esențială pentru funcționarea unei rețele. Protocoalele au nevoie ca mesajele să fie livrate în anumite intervale de timp, astfel încât calculatoarele să nu aștepte nedefinit sosirea unor mesaje care e posibil să fie pierdute. Astfel, sistemele mențin unul sau mai multe timere în timpul transmisiei de date. Protocoalele inițiază de asemenea acțiuni alternative dacă rețeaua nu îndeplinește regulile de sincronizare. Protocoalele reprezintă de fapt o serie de alte protocoale organizate pe mai multe niveluri. Aceste niveluri depind de acțiunea celorlalte niveluri din serie pentru a funcționa corect.

Principalele funcții ale protocoalelor sunt următoarele:

- ✓ Identificarea erorilor
- ✓ Comprimarea datelor
- ✓ Definirea modului de transmitere a datelor
- ✓ Adresarea datelor
- ✓ Deciderea modului de anunțare a trimiterii și primirii datelor

Deși există multe alte protocoale, sunt prezentate cele mai comune protocoale folosite în diverse rețele și în Internet.

Pentru o înțelegere a modului cum funcționează rețelele și Internetul, trebuie să fiți familiarizați cu cele mai des folosite protocoale.

Aceste protocoale sunt folosite pentru:

- ✓ navigarea pe web
- ✓ expedierea și recepționarea mesajelor electronice
- ✓ transferul fișierelor de date.

*Tabelul 6.2. Tipuri de protocoale și descrierea lor*

<b>PROTOCOL</b>	<b>DESCRIERE</b>
TCP/IP	Protocol utilizat pentru transportul datelor pe Internet
NEBEUI/NETBIOS	Protocol rapid proiectat pentru o rețea workgroup care nu necesită o conexiune la Internet
IPX/SPX	Protocol folosit pentru transportul datelor într-o rețea Novell Netware
HTTP/HTTPS	Protocol care definește modul în care fișierele sunt

	schimbate pe Web
FTP	Protocol care oferă servicii pentru transferul și manipularea fișierelor
SSH	Protocol pentru conectarea calculatoarelor într-un mod sigur
POP	Protocol pentru descărcarea mesajelor de pe un server de e-mail
SMTP	Protocol pentru expedierea de mail-uri într-o rețea TCP/IP

### 6.1.5.2. Topologii de rețea

**Topologia fizică** definește modul în care calculatoarele, imprimantele, cablurile și celelalte echipamente se conectează la rețea (aranjarea lor fizică).

#### Tipuri de topologii fizice

- Topologia Magistrală (Bus) este cea mai simplă metodă de conectare a calculatoarelor în rețea. Fiecare calculator se conectează la un cablu coaxial comun închis la cele două capete cu rezistențe numite terminatori. Toate calculatoarele conectate au drepturi egale în ceea ce privește accesul la rețea și pot comunica între ele după dorință, fără ca un calculator principal să reglementeze fluxul de date între calculatoarele din rețea. În această topologie pachetele de date sunt transmise simultan tuturor calculatoarelor interconectate, dar pachetul este preluat și interpretat doar de calculatorul cărui îi este adresat; circulația pachetelor se face în ambele sensuri, fiecare calculator putând să transmită și să recepționeze.

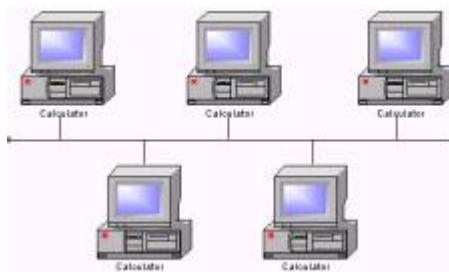


Fig. 6.13. Topologie Magistrală (Bus ) [36]

- Topologia stea (Star) are un punct de conectare central, care este de obicei un echipament de rețea (hub - Host Unit Broadcast, switch sau ruter). Orice comunicație între două calculatoare se va face prin intermediul nodului central, care se comportă ca un comutator față de ansamblul rețelei.

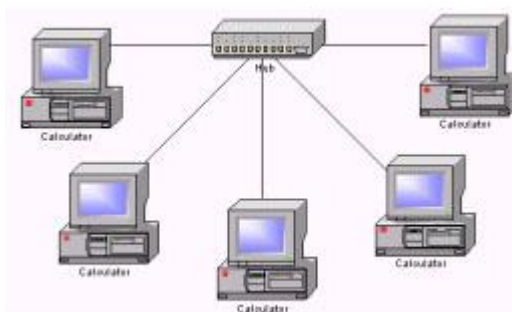


Fig. 6.14. Topologie Stea (Star ) [36]

Topologia inel (Ring) stațiile sunt conectate în inel sau cerc. Într-o astfel de configurație toate calculatoarele sunt legate succesiv între ele, două câte două, ultimul calculator fiind conectat cu primul. Caracteristicile mai importante sunt:

- conectează calculatoarele printr-un cablu în formă de buclă (nu există capete libere);
- este o topologie activă în care calculatoarele regenerează semnalul și transferă datele în rețea, fiecare calculator funcționează ca un repetor, amplificând semnalul și transmițându-l mai departe; iar dacă îi este destinat îl copiază;
- mesajul transmis de către calculatorul sursă este retras din buclă de către același calculator atunci când îi va reveni după parcurgerea buclei;
- defectarea unui calculator afectează întreaga rețea;
- transmiterea datelor se face prin metoda jetonului (token passing). Cea mai cunoscută topologie inel este Token - ring de la IBM.

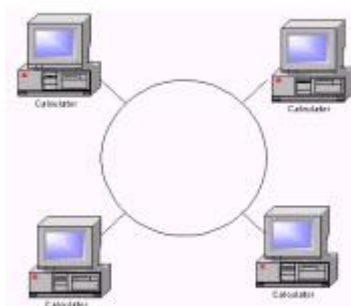


Fig. 6.15. Topologie Inel (Ring) [36]

- Topologia Plasă (Mesh) fiecare echipament are o conexiune directă cu toate celelalte echipamente. Se folosește pentru interconectarea rețelelor LAN. Datorită acestei topologii putem dispune de conexiuni continue chiar dacă există legături deteriorate sau blocate. Într-o rețea mesh, dacă toate nodurile sunt interconectate, atunci rețeaua se numește complet conectată. Rețelele mesh diferă de celelalte rețele prin faptul că toate părțile componente pot să facă legătură între ele prin „sărituri”; ele în general nu sunt mobile. Rețelele mesh pot fi văzute ca rețele de tip ad-hoc. Acest concept se aplică la rețelele fără fir, la rețelele prin cablu și a softului de interacțiune. Rețelele mesh fără fir este cea mai frecventă topologie folosită în zilele de azi.

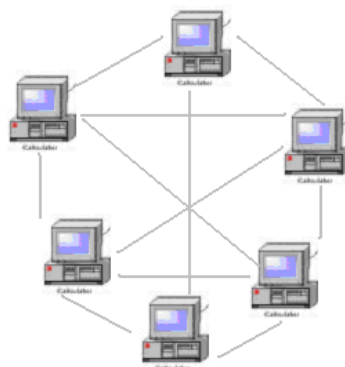


Fig. 6.16. Topologie Plasă (Mesh) [36]

- Topologia magistrală-ștea: rețelele care utilizează acest tip de topologie au în structura lor mai multe rețele cu topologie ștea, conectate între ele prin intermediul unor trunchiuri liniare de tip magistrală. Dacă un calculator se defectează, acest lucru nu va afecta buna funcționare a rețelei, dar dacă se defectează un concentrator (hub), toate calculatoarele conectate la el vor fi incapabile să mai comunice cu restul rețelei.

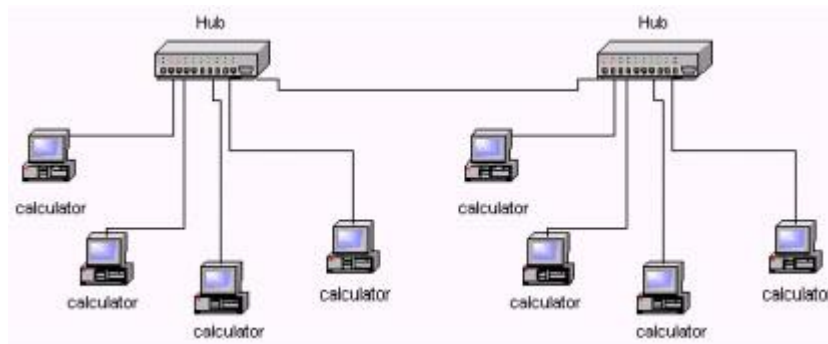


Fig. 6.17. Topologie magistrală – ștea [36]

- Topologia inel - ștea este asemănătoare topologiei magistrală - ștea. Deosebirea constă în modul de conectare a concentratoarelor: în topologia magistrală - ștea ele sunt conectate prin trunchiuri liniare de magistrală, iar în topologia inel - ștea sunt conectate printr-un concentrator principal.

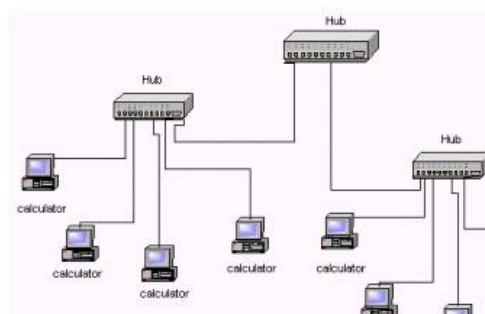


Fig. 6.18. Topologie inel – ștea [36]

**Topologia logică** descrie modul în care stațiile accesează mediul și comunică în rețea.

**Tipuri de topologii logice**

- Cu difuzare (Broadcast): fiecare stație trimite datele către o anumită stație sau către toate stațiile conectate la rețea. Se aplică politica de tipul primul venit, primul servit pentru a transmite datele în rețea.
- Token ring constă în controlul accesului la rețea prin pasarea unui jeton digital secvențial de la o stație la alta. Când o stație primește accesul (jetonul), poate trimite date în rețea. Dacă stația nu are date de transmis, pasează mai departe jetonul următoarei stații și procesul se repetă.

**Observație!** Cele două topologii (fizică și logică) nu trebuie neapărat să coincidă, pot fi foarte diferite.

**6.2. Medii de transmisie: cabluri simetrice, coaxiale, cu fibră optică, cabluri TP (UTP-cablu necranat, STP-cablu ecranat)**

### 6.2.1. Tipuri de cabluri

Numim cablu de telecomunicații un ansamblu de conductoare (perechi, cuarte, terțe, quinte, etc.) izolate și răsucite după anumite criterii, cuprinse într-o manta etanșă peste care se pot aplica diferite învelișuri de protecție.

În esență, în rețelele de telecomunicații se folosesc 3 categorii de cabluri :

1. Cabluri de cupru simetrice
2. Cabluri de cupru coaxiale
3. Cabluri de fibră optică

Pentru fiecare din aceste categorii de cabluri, există o mare varietate de forme constructive, dimensiuni și capacități. Ele sunt oferite de un mare număr de producători, într-o gamă largă de prețuri.

#### 6.2.1.1. Cabluri de cupru simetrice:

- cablurilor de cupru torsadate bifilare
- cablurilor de cupru pentru banda de bază
- cablurilor de cupru pentru bandă largă

Numim cablul torsadat bifilar două fire de cupru izolate, răsucite elicoidal.

Din categoria de cabluri de bază fac parte cablurile urbane, cablurile de abonați, cablurile de intercomunicație care sunt utilizate în banda vocală.

Aceste cabluri se caracterizează prin:

- conductoare grupate în perechi sau cuarte
- izolație cu bandă de hârtie impregnată
- manta exterioară de plumb
- armătură din benzi de oțel laminate sau sârmă de oțel

Acestea se utilizează pentru realizarea circuitelor de convorbire între abonații telefonici ai unei localități.

Conductorii cablurilor telefonice urbane fabricate în țară sunt de diametru: 0,35; 0,4; 0,5; 0,65; 0,7; 0,8 și 0,9 mm.

Cablurile telefonice urbane construite în țara noastră au următoarele capacități:

6; 11; 16; 26; 51; 101; 202; 303; 404; 606; 909; 1212; 2424 (perechi).

Simbolurile folosite în construcția cablurilor urbane uzitate sunt:

T = telefonie; U = urban; Y = izolație sau manta PVC; 2Y = izolație sau manta de polietilenă; H = izolație de hârtie; P = manta de plumb; A = autopurtat; E = ecran de folii din aluminiu; S = cuarte stea; Ab(Z) = armătura din benzi de OL (zincat).

Perechile din cablurile telefonice pot fi identificate după codul culorilor.

Tabel 6.3. Codul culorilor pentru cabluri telefonice urbane (Pirelli)

Semnificația în limba engleză	Semnificația în limba română
B – Blue	Albastru
W – White	Alb
O – Orange	Portocaliu
G – Green	Verde
BR – Brown	Maro



S - Slate	Gri
R - Red	Roșu
BK – Black	Negru
Y – Yellow	Galben
V - Violet	Violet

Culorile perechilor 1-25 se repetă în toate subgrupele. La cablurile de 100 perechi și mai mari culorile perechii de rezervă sunt alb-roșu.

Din categoria de cabluri de bandă largă fac parte cablurile interurbane pentru cablarea traseelor de mare distanță. Acestea pot fi de joasă sau înaltă frecvență. Au ca destinație voce, video și date. Pot fi omogene, atunci când cablul conține conductoare cu același diametru și aceleași grupe de conductoare sau neomogene când cablul conține conductoare sau grupe de conductoare cu diametre diferite. Toate cablurile interurbane sunt armate datorită modului de instalare în săpătură.

Structura generală a unui cablu de telecomunicații urban sau interurban este prezentată în figura 6.19.:

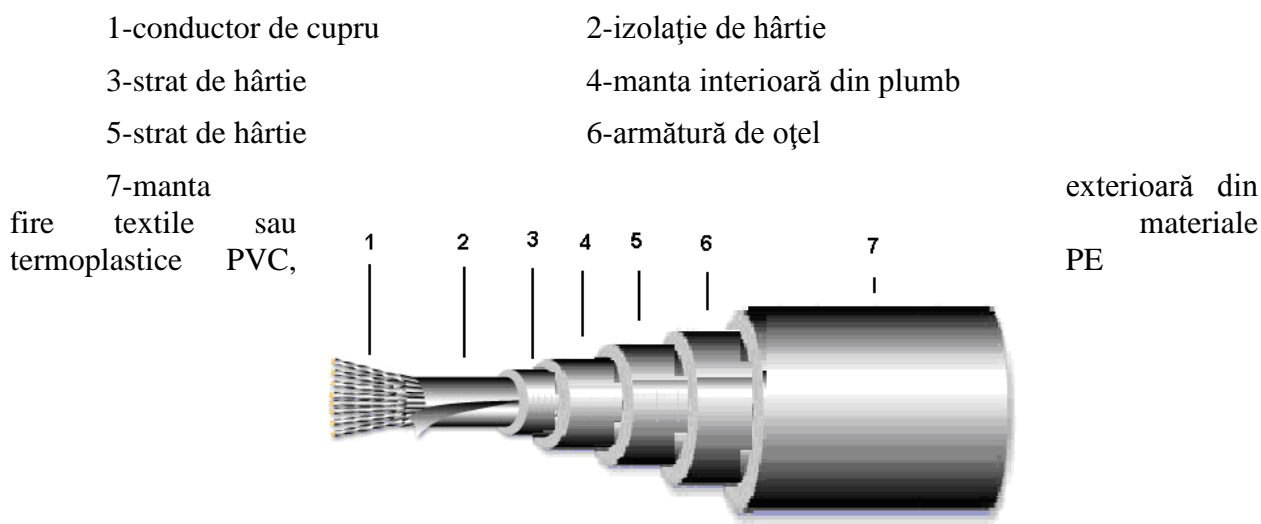


Fig. 6.19. Structura unui cablu de telecomunicații [38]

Conductoarele cablurilor pot fi grupate în perechi sau cuarte.

Perechea (figura 6.20.) este cea mai simplă formație, este compusă din două conductoare izolate și răsucite între ele după un anumit pas, de ordinul zecilor de centimetri, care este stabilit în funcție de frecvența de lucru.

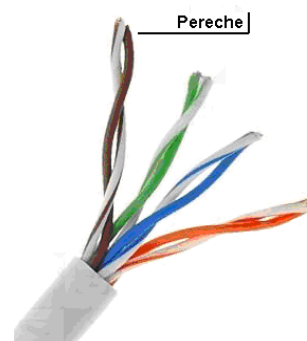


Fig. 6.20. Perechile unui cablu [38]

Cuarta (figura 6.21.) este formația superioară perechii fiind formată din patru fire izolate și torsadate după sisteme mai complexe.

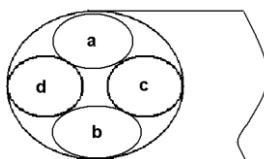


Fig. 6.21. Poziția conductoarelor în cuartă [38]

Cuarțele torsadate sunt asamblate astfel încât să formeze subunități (subgrupe) de câte zece perechi (5 cuarțe) ca în figura 6.22.

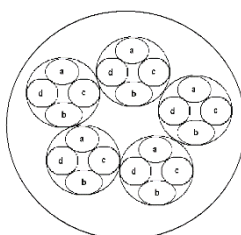


Fig. 6.22. Cablu cu cinci cuarțe. Subunitate de zece perechi [38]

Cele mai utilizate cuarțe sunt:

- dublă pereche - DP, coartă combinată – DM (Diesel horst - Martin), DT coartă care are conductoarele perechilor așezate unul lângă celălalt
- sistemul în stea

Torsadarea (figurile 6.23. – 6.26.) se realizează astfel: straturile cu soț sunt răsucite într-un sens iar straturile fără soț în sens opus. Torsadarea se realizează în scopul eliminării fenomenului de diafonie.



Fig. 6.23. Torsadarea conductoarelor în perechi [38]



Fig. 6.24. Torsadarea conductoarelor în coartă stea (S) [38]



Fig. 6.25. Torsadarea conductoarelor în cuartă dublă pereche (DM) [38]

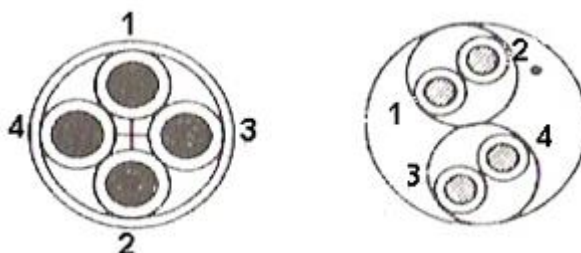


Fig. 6.26.a - Secțiune printr-o cuartă stea; b - Secțiune printr-o cuartă dublă pereche [38]

Atât perechile cât și cuarțele stea pot fi prevăzute cu ecrane electrostatice, electromagnetice sau combinate.

Cablurile interurbane de joasă frecvență omogene sunt utilizate la:

- conectarea centralelor telefonice interurbane la liniile de abonat
- în interiorul centralelor interurbane
- conectarea liniilor aeriene cu rețeaua în cablu

Identificarea conductoarelor unei cuarțe S sau DM se realizează prin marcarea izolației de hârtie cu inele, astfel:

1. perechea 1 conductorul a cu un inel
2. perechea 1 conductorul b cu două inele
3. perechea 2 conductorul c cu trei inele
4. perechea 2 conductorul d cu patru inele

Marcarea conductoarelor se face cu fire din bumbac înfășurate în spirală în jurul fiecărui element al cuarței cablului. Fiecare strat al cablului conține un circuit pilot, înfășurat cu fir de bumbac de culoare neagră iar celelalte elemente din același strat sunt marcate cu fire de bumbac având culorile: albastru, galben, roșu și verde, care se repetă ciclic în aceeași ordine până la ultimul element al stratului respectiv. Fiecare strat concentric se înfuniază în sens contrar față de stratul alăturat și în același sens cu cel al elementelor, obținând astfel inima cablului.

Ecranul electromagnetic suprimă atât diafonia provocată de dezechilibre capacitive cât și cea determinată de inducția mutuală dintre circuite. Se realizează cu benzi din material feromagnetic înfășurate în spirală în jurul perechilor sau cuarțelor care necesită ecranare.

Cea mai mare pondere în rețelele de date o au cablurile de cupru simetrice, cu perechi torsadate, cunoscute sub denumirea de cabluri UTP (*eng.* Unshielded Twisted Pair) sau STP (*eng.* Shielded Twisted Pair), arătate în figura 6. 27..

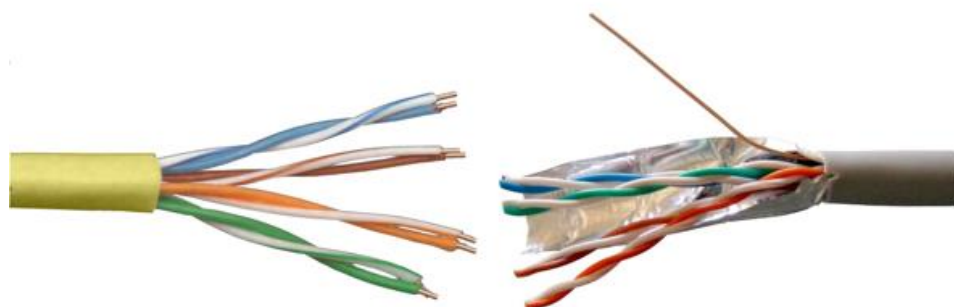


Fig. 6.27. Cablu UTP și STP [39]

Aceste cabluri conțin 4 perechi torsadate, marcate prin culori diferite. Diferența dintre cablurile UTP și STP constă în faptul că cele din urmă sunt ecranate cu o folie metalică, asigurând o mai mare imunitate la perturbațiile electrice.

Cablurile UTP și STP au impedanțe caracteristice de  $100\Omega$  sau  $120\Omega$  și sunt clasificate în mai multe categorii, în funcție de viteza de transmisie pe care o pot asigura:

- Categorie 3: 16MHz
- Categorie 5 și 5e: 100MHz
- Categorie 6: 200MHz
- Categorie 7: 600MHz

Cablul UTP – Unshielded Twisted - Pair, este format din patru perechi de fire izolate între ele și torsadate astfel încât să fie anulat efectul de inducție dintre circuite. Este cel mai utilizat în rețelele de date. Poartă denumirea de cabluri Ethernet. Este agreat datorită flexibilității și prețului redus. Acest cablu nu are nici un tip de ecranare. Este considerat cel mai rapid mediu de transmisie bazat pe cupru. Este vulnerabil la zgomote electrice. Cel mai utilizat conector pentru cablurile UTP este RJ-45 ( registered jack), din figura 6.28. Conectorul este standardizat, în funcție de destinația firului, pentru fiecare pin. Cablul UTP are un diametru de aproximativ 0,4 cm. Este tipul principal de cablu utilizat în bucla locală a rețelelor telefonice și în rețelele de date (în special drept cablu patch sau conexiune temporară la rețea).



Fig. 6.28. Conector RJ-45 UTP și cablu UTP în secțiune [38]

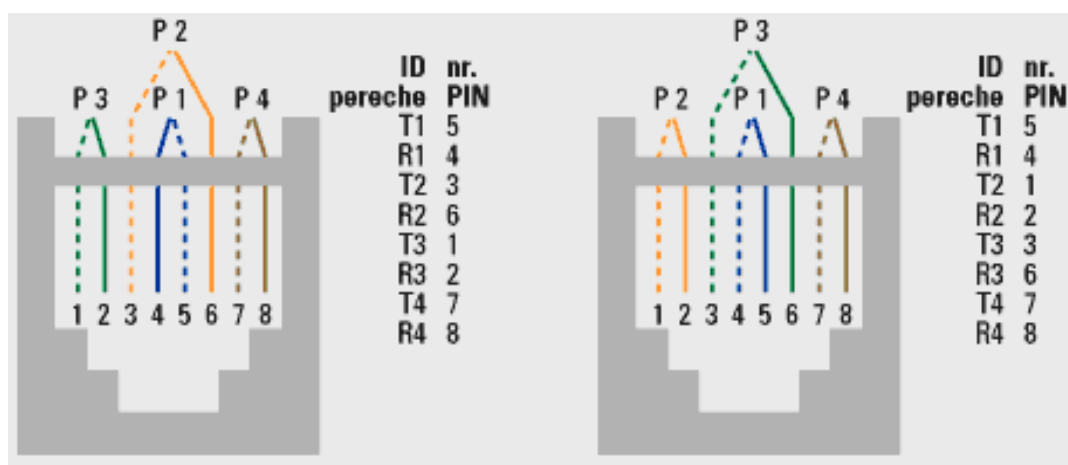


Fig. 6.29. Notarea pinilor de pe conector [38]

Cablul FTP (figura 6.30.) este un cablu UTP care are conductorii înveliți într-o folie exterioară de ecranare în scopul protejării împotriva interferențelor cu câmpurile electromagnetice externe sau perturbatoare. Folia exterioară are rol de: ecranare, conductor de nul sau de împământare, după tipul constructiv și domeniul de utilizare.

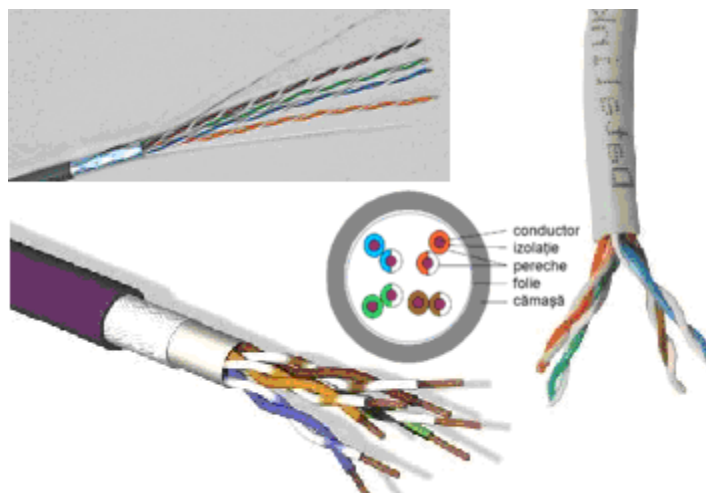


Fig. 6.30. Cablu FTP [39]

Cablul S/UTP se diferențiază de celelalte două prin faptul că ecranarea este realizată cu o tresă împletită, ceea ce conferă o mai bună ecranare și flexibilitate a cablului.

S/FTP: Screened Foiled Twisted Pair (cablu cu perechi răsucite cu folie și tresă).

Acest tip de cablu este o combinație a tipurilor S/UTP și FTP, fiind ecranat cu folie și tresă. Îmbină caracteristicile pozitive a celorlalte două tipuri, mai puțin flexibilitatea.

### 6.2.1.2. Cablurile coaxiale

Cablul coaxial (figura 6.31.) este un cablu electric de bandă largă, compus dintr-un fir conductor înconjurat de un material izolator pe care este un alt înveliș conductor care la rândul său este acoperit de un material izolator. Acest cablu este utilizat pentru semnale de bandă largă (mesaje, date, etc.). Miezul cablului este compus din:

- un conductor de cupru cu secțiune circulară și diametrul de 3-5 mm
- un conductor de cupru tubular
- discuri de stiroplex cu rol de izolator și fixare

Cablurile coaxiale prezintă impedanțe specifice:

- 50 ohmi - utilizate în transmisiile radio și rețele de calculatoare (RG-58)
- 75  $\Omega$  utilizate în transmisiile video (RG-6 și RG-59)
- 93  $\Omega$  utilizate în ARCnet (RG-62)

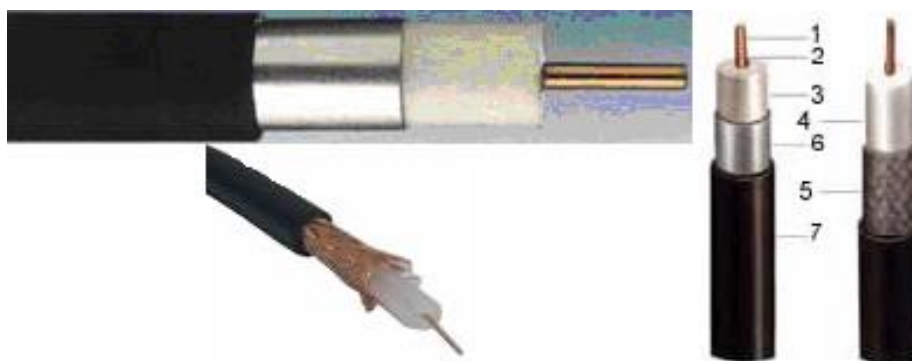


Fig. 6.31. Structura cablului coaxial [38]

- |                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| 1 – Conductor interior | 2 – Conductor interior             |
| 3 – Dielectric         | 4 – Izolator                       |
| 5 – Ecranare lițată    | 6 – Ecranare din folie de aluminiu |
| 7 – Manta exterioară   |                                    |

Cablurile coaxiale se utilizează mai ales pentru circuitele de televiziune prin cablu (CATV) sau circuitele de supraveghere video. De asemenea, se folosesc la unele rețele Ethernet mai vechi.

#### 6.2.1.2. Cablurile pe fibră optică

Fibrele optice sunt fire lungi de sticlă foarte pură de diametrul unui fir de păr. Ele sunt adunate în pachete numite cabluri optice și sunt folosite pentru transmiterea de semnale luminoase pe distanțe mari.

Fibra optică (figura 6.32.) are trei regiuni distincte:

- miez (core) - centrul fibrei prin care circulă lumina
- înveliș optic (cladding) - material optic care învelește miezul și care reflectă total lumina
- înveliș protector (coating) - înveliș de plastic care protejează fibra de zgârieturi și umezeală

Miezul cilindric central are un indice de refracție mai mare  $n_1$  și un înveliș concentric cu un indice de refracție mai mic  $n_2$  al învelișului optic concentric, astfel se obține reflexie totală. Toată energia se transmite în mediul mai dens, astfel miezul devine un canal de propagare a luminii.

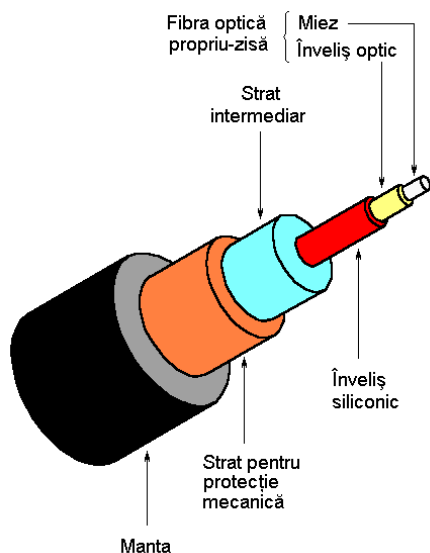


Fig. 6.32. Structura unui cablu cu fibră optică [37]

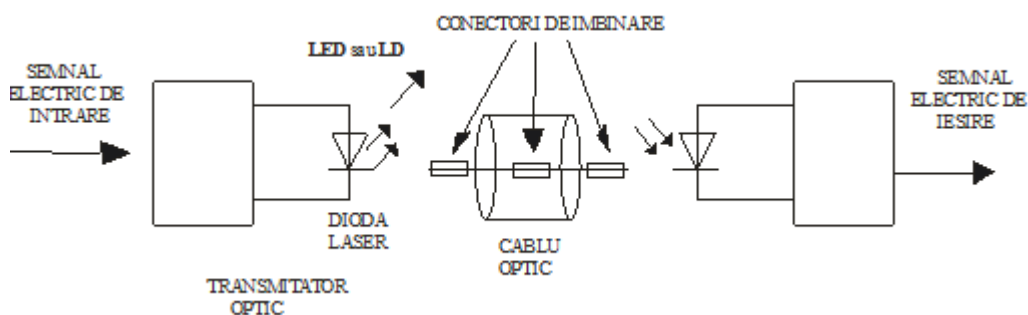


Fig. 6.33. Legătură pe fibră optică [38]

Dacă fibrele optice au diametrul miezului mult mai mare decât lungimea de undă a luminii transmise, fasciculul luminos circulă prin fibră prin reflexii multiple. Razele care pătrund în fibră sub diferite unghiuri sunt reflectate de un număr variabil de ori, pe măsură ce se deplasează de la un capăt la celălalt al fibrei și nu ajung la capătul îndepărtat cu aceeași relație de fază ca în momentul începerii propagării.

Sursele de lumină convertesc energia electrică primită de la calculator sau de la circuite terminale în energie optică, astfel încât să permită luminii parcurgerea efectivă a fibrei. Există două asemenea surse: dioda electroluminiscentă (LED) și dioda laser (LD).

Tabelul 6.4. Comparație între caracteristicile diodelor LED și LD

Caracteristica	LED	LD
Lărgimea spectrală (nm)	<100	<5
Întârziere la emisie (ns)	5...20	<1

Puterea (dMm)	- 15	- 4
Emisie	Spontană	Stimulată
Frecvența modulatorie (MHz)	100	2500
Răspuns linear	Da	Nu
Costuri reale	1	5

Putem constata că LD-urile au caracteristici superioare dar au costuri ridicate.

Avantajele fibrelor optice față de liniile de comunicație tradiționale, din metal:

- au o lățime de bandă mult mai mare decât cablurile de metal; deci pot purta mai multe date
- sunt mai puțin susceptibile la interferențe decât cablurile metalice
- sunt mult mai subțiri și mai ușoare decât firele de metal
- datele pot fi transmise digital nu analogic
- rată de transfer foarte mare în raport cu celelalte tipuri de conexiuni (practic nelimitată, și dificil de folosit la maximum în aplicațiile actuale)
- mai multă siguranță - fibra optică este insensibilă la perturbații electromagnetice și este inaccesibilă scanărilor ilegale (interceptări ale transmisiunilor)
- posibilitatea de instalare rapidă și simplă, în orice condiții, datorită greutatei reduse a cablului optic și existenței mai multor tipuri de cabluri
- atenuare mică
- cost de fabricație mic (sunt necesari silicați – SiO<sub>2</sub>)
- volum și greutate mult mai mici în comparație cu cablurile de Cu (1/20), rezultă manipularea și instalarea mult ușurată.

Cablurile monomod au mai multe fibre de diametru mic ceea ce implică lungimi de undă a luminii utilizate de 1310 sau 1550 nm, deci surse laser mult mai scumpe. Fibrele optice monomod au diametru miezului comparabil cu lungimea de undă a radiației laser incidente.

Dacă diametrul miezului fibrei este doar de câteva ori mai mare decât lungimea de undă a luminii transmise (presupunem de 3 ori mai mare), va fi propagată o singură rază (sau mod) și nu va apărea nici o interferență distructivă între raze. Aceste fibre monomod sunt mediile utilizate în majoritatea sistemelor de transmisie.

Fibrele optice single-mode au miezul de 9 microni în diametru și transmit lumina de la laser în infraroșu (lungimea de undă este cuprinsă între 1300nm și 1550nm).

Fibrele optice multi-mode au miezul de 62,5 microni în diametru și transmit lumina în infraroșu de la LED-uri (lungimea de undă cuprinsă între 850nm și 1300nm).

Fibrele optice multimod permit propagarea mai multor moduri de oscilații (de ordinul sutelor), care pot avea propagări axiale sau neaxiale de lumină.

Caracteristicile fibrei optice multimod:

- diametrul miezului este mult mai mare decât lungimea de undă a radiației
- diametrul miezului:  $\phi_1 = 50...60\mu m$
- diametrul învelișului:  $\phi_2 = 150...1000\mu m$



- permit toleranțe mari pentru dimensiunile lor și a elementelor de cuplare cu sursa de radiație
- permit utilizarea unor surse de radiație incoerente, ieftine și sigure în exploatare
- operațiile de manipulare și îmbinare sunt simplificate
- au dezavantajul unei creșteri a duratei impulsului de radiație în interiorul fibrei

Cablurile multimod se utilizează pe distanțe relativ scurte, de la 10Mbit/secundă până la 10Gbit/secundă.

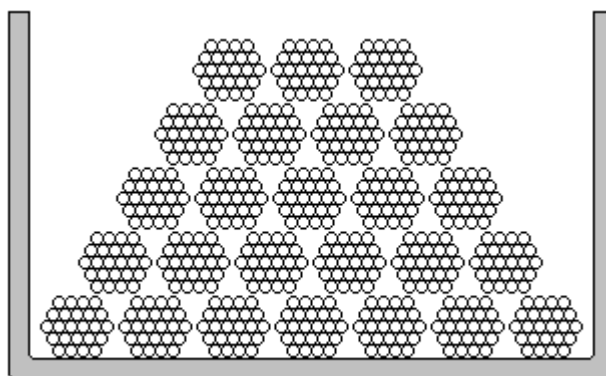
Cablurile multimod au un diametru mare al secțiunii active ceea ce permite utilizarea de componente ieftine: LED sau Laser care funcționează la 850 nm.

Fibrele optice multimod au diametrul miezului mult mai mare decât lungimea de undă a radiației incidente.

### ***Reguli generale privind instalarea cablurilor***

Pentru a preveni reducerea performanțelor și apariția deranjamentelor în rețeaua cablată, este necesară respectarea anumitor reguli de cablare și anume :

1. Cablurile nu trebuie legate prea strâns deoarece se pot produce deformări care înrăutățesc parametrii cablurilor (în special cablurile de fibră optică și cablurile UTP de categoria 6). Deasemenea, legăturile nu vor fi realizate cu elemente de legare mai mici de 5mm deoarece există riscul deteriorării mantalei cablurilor.
2. Cablurile nu vor avea raze de curbura mai mici decât de 6...8 ori diametrul cablului. Pentru cablurile UTP se recomandă o valoare de minim 50mm rază de curbura. O atenție deosebită va fi acordată evitării deformării cablului UTP la conectarea la priza de telecomunicații, unde spațiul este foarte mic.
3. Mănunchiurile de cabluri legate nu vor conține mai mult de 24...48 de cabluri.



*Fig. 6.34. Legarea pachetelor de cabluri [37]*

4. Cablurile nu vor fi trase peste margini și muchii ascuțite deoarece există riscul deteriorării acestora.
5. Cablurile fixate direct pe pereți vor avea puncte de fixare la fiecare 30cm dacă nu au nici un suport, la 1m dacă sunt susținute de un suport și la 4m pentru traseele verticale.

### **6.3. Tehnologii: de instalare a cablurilor TV, de instalare a cablurilor telefonice, de instalare a cablurilor pentru rețele de calculatoare**

#### **6.3.1. Identificarea locului de amplasare și interpretarea documentației de execuție**

În linii mari, etapele de realizare a unei rețele cablate structurat sunt următoarele :

1. Clientul elaborează un *caiet de sarcini*. Acest document cuprinde toate cerințele clientului (număr de utilizatori ai rețelei, viteză, locații, tipuri de echipamente, cerințe pentru facilitățile de acces, etc). Clientul înmânează acest caiet de sarcini proiectantului rețelei.
2. Proiectantul se deplasează în teren și stabilește de comun acord cu clientul, toate soluțiile tehnice, după care elaborează proiectul și documentația de execuție. Tot el calculează costurile de realizare a rețelei.
3. După ce proiectul este acceptat de către client, documentația de execuție este dată echipelor ce vor realiza fizic rețeaua. După încheierea operațiilor de montaj, se fac testele și măsurătorile necesare pentru a vedea dacă rețeaua se încadrează în parametrii tehnici stabiliți de proiectant.
4. După realizarea rețelei, aceasta este predată clientului, după ce i se demonstrează practic încadrarea în cerințele cuprinse în caietul de sarcini.

Proiectarea și execuția rețelei poate fi făcută de aceeași firmă, sau de firme diferite. Obiectul prezentului material îl constituie numai realizarea fizică a rețelei cablate structurat (punctul 3.), nu și problemele legate de proiectare.

#### **6.3.2. Identificarea locului de amplasare**

După primirea documentației de execuție de la proiectant, pe baza acesteia, se trece la identificarea în teren a amplasamentului diferitelor elemente ale rețelei (trasee de cabluri, camere de telecomunicații, camera echipamentelor, locurile de amplasare ale repartitoarelor, ale punctelor suplimentare de acces, ale surselor de electroalimentare, etc).

Dacă la primele două nivele ierarhice (cablarea orizontală și cablarea de clădire), amplasamentele se găsesc în interiorul unor clădiri, cablarea de campus și o parte din facilitățile de acces presupun amplasarea de cabluri în exterior.

Pentru cablările interioare, se vor marca traseele de cabluri și se vor stabili unde se vor executa perforări ale pereților și planșeelor. În camerele de telecomunicații și camera echipamentelor se vor trasa locurile unde vor fi instalate stelaje metalice pentru repartitoare și pentru cablurile de electroalimentare și vor fi marcate locurile unde vor fi instalate echipamentele. Deasemenea, se vor marca traseele cablurilor de împământare și protecție.

În cazul cablărilor exterioare, se vor identifica canalizațiile existente sau se va stabili traseul celor ce urmează a fi executate. Pentru traseele aeriene, se vor identifica punctele de suspendare și ancorare a traseelor de cabluri și se vor marca traseele pentru cablurile ce vor fi montate pe fațadele clădirilor.

După efectuarea acestor identificări, pot apărea nepotriviri între documentația de execuție și situația din teren, ca urmare a unor lucrări ascunse de care nu s-a știut în faza de proiectare, sau datorită unor situații neprevăzute, apărute după proiectare. Toate aceste nepotriviri vor fi aduse imediat la cunoștința proiectantului și a clientului, pentru a se modifica soluțiile tehnice inițiale și a se actualiza documentația de execuție.

### 6.3.3. Interpretarea documentației de execuție

Documentația de execuție, realizată de proiectant, cuprinde următoarele elemente:

- Planurile de amplasament ale tuturor elementelor rețelei, cu distanțe și lungimi.
- Detalii de execuție ale tuturor elementelor mecanice (suporturi de cabluri, verticale și orizontale, moduri de legare mecanică a pachetelor de cabluri, elemente de ancorare și fixare, elemente de fixare ale repartitoarelor și echipamentelor, etc.)
- Diagrame de joncționare a cablurilor
- Diagrame de conectare a cablurilor în repartitoare.
- Diagrame de conexiune pentru punți (patch-cord-uri)
- Scheme ale legăturilor de împământare și protecție
- Scheme ale conexiunilor de electroalimentare
- Listă cu tipurile de cabluri și lungimile necesare folosite pe fiecare nivel ierarhic al rețelei
- Listă cu toate tipurile de conectori folosiți, și specificarea locurilor unde vor fi montați.
- Listă cu toate măsurătorile ce vor trebui efectuate în faza de testare a rețelei și valorile ce urmează a fi obținute.

#### ***Pregătirea lucrărilor***

În etapa de pregătire a lucrărilor de cablare, vor fi executate toate operațiunile care au drept scop realizarea traseelor pe care ulterior vor fi montate cablurile. Aceste operațiuni sunt diferite pentru cablările exterioare și cablările interioare.

#### ***Cablarea interioară***

Cablarea interioară are ponderea cea mai mare la cablarea orizontală și la cablarea de clădire. În funcție de arhitectura clădirii și a spațiilor, există mai multe moduri de realizare traseelor de cabluri. Acestea sunt :

1. Trasee de cabluri dispuse direct pe beton, sub podeaua falsă. Această soluție tehnică este cea mai simplă și presupune așezarea mănunchiurilor de cabluri direct pe podeaua de beton a încăperilor. Acolo unde betonul are rugozitate mare (și poate deteriora cablurile) se interpune un material de protecție între cabluri și beton. Lucrările pregătitoare constau în executarea orificiilor din pereți (pentru a se putea trece dintr-o încăpăre în alta) și a orificiilor din podeaua falsă (la locurile de intrare/ieșire a cablurilor). Deasemenea, acolo unde este necesar, se așează pe beton materialul de protecție.

2. Trasee de cabluri dispuse în canale de cablu, sub podeaua falsă. Aceste canale sunt de regulă realizate din mase plastice. Lucrările pregătitoare constau în fixarea acestor canale de cablu sub podeaua falsă.

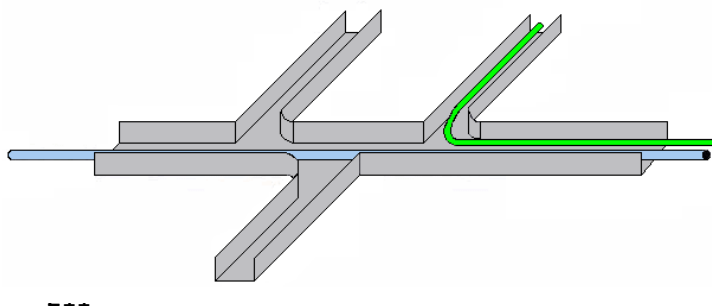


Fig.6.35. Canale de cablu [37]

3. Trasee de cabluri dispuse în canale de cablu montate aparent pe perimetrul încăperilor. Acestea pot fi montate la nivelul podelei sau la înălțimea birourilor. Se folosesc cu precădere în locurile unde vor fi montate prizele de telecomunicații.

4. Trasee de cabluri dispuse în conducte (metalice sau de plastic). Această soluție se utilizează acolo unde este necesar un grad înalt de protecție a cablurilor (sub pavaje de gresie sau mozaic, traversări de spații cu umiditate ridicată sau cu potențial de coroziune, etc). Lucrările pregătitoare constau în montarea acestor conducte.

5. Trasee realizate cu jgheaburi de cabluri. Aceste jgheaburi pot avea diverse forme și dimensiuni și pot fi din metal sau plastic, în funcție de cantitatea de cabluri pe care o vor susține (Fig. 2.2.2).

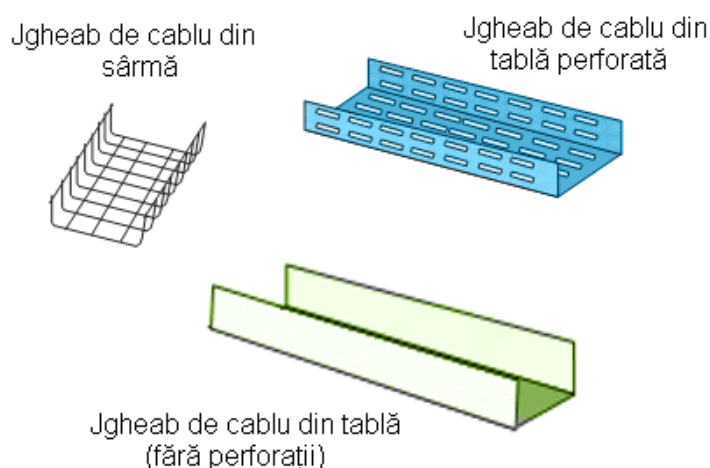


Fig. 6.36. Tipuri jgheaburi de cablu [37]

constructive de

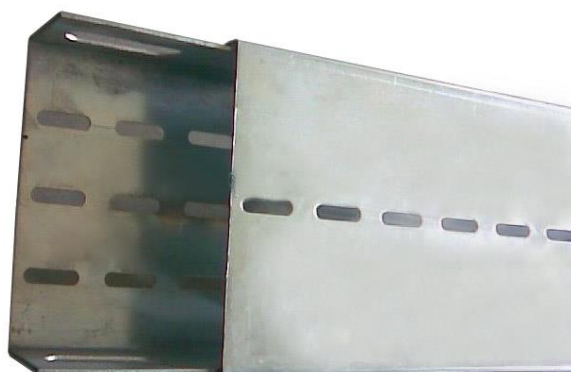


Fig. 6.37. Detaliu jgheab de cablu din tablă perforată [37]

Lucrările pregătitoare constau în fixarea acestor jgheaburi pe pereți (cu ajutorul unor console metalice), sau în suspendarea lor de plafonul încăperii.

### **Cablarea exterioară**

Cablarea exterioară se întâlnește mai ales la cablarea de campus, unde cablurile trebuie să traverseze spațiile dintre clădiri. Soluțiile tehnice ce pot fi utilizate sunt următoarele :

**Cabluri instalate în canalizație.** - Canalizațiile sunt realizate dintr-o tubulatură de beton, metal sau mase plastice, cu una sau mai multe conducte. Această tubulatură este îngropată în pământ, la adâncimi ce variază între 0.6 și 1.2m. Lucrările pregătitoare constau în realizarea propriu-zisă a canalizației (atunci când se realizează o canalizație nouă), sau curățarea conductelor libere, în cazul unei canalizații existente.

**Trasee de cabluri montate direct în săpătură.** - Această soluție tehnică presupune montarea unuia sau a mai multor cabluri direct în săpătură, cu sau fără un tub de protecție. Pregătirea lucrărilor constă în săparea șanțurilor cu adâncimea dorită (se sapă manual sau mecanic).

**Trasee aeriene de cabluri.** - Sunt utilizate acolo unde din diverse motive nu se pot realiza canalizații. Pentru deschideri de până la 50m, cablurile se pot suspenda direct între clădiri. Se vor utiliza cabluri de construcție specială, autopurtate, care au înglobat în componența lor un cablu de oțel pentru susținere.

Pentru deschideri mai mari de 50m vor fi necesari stâlpi intermediari de lemn, beton sau metalici. La aceste tipuri de trasee, lucrările pregătitoare constau în montarea pe clădiri a elementelor de ancorare și eventual, plantarea stâlpilor intermediari.

**Trasee de cabluri montate pe fațadele clădirilor.** - Această soluție este utilă acolo unde există o distanță între locul de ieșire a cablurilor dintr-o clădire și locul unde acestea intră în canalizație sau pornesc pe traseul aerian. Fixarea cablurilor se poate face cu bride metalice speciale sau se pot folosi diverse suporturi metalice. Lucrările pregătitoare constau în realizarea acestor suporturi sau fixarea pe ziduri a bridelor metalice.

#### ***Pozarea cablurilor***

Pozarea cablurilor reprezintă totalitatea operațiunilor de montare efectivă a cablurilor pe traseele de cablu deja pregătite.

Pozarea cablurilor constă în următoarele operațiuni :

- Așezarea pe traseele de cablu (pregătite anterior) a tuturor cablurilor prevăzute în documentația tehnică și tăierea lor la lungimea necesară. Această lungime va trebui să permită montarea ușoară a conectorilor sau legarea la regletele repartitoarelor.
- Legarea cablurilor între ele și de suportii de susținere pentru fixarea mecanică a acestora. Se va acorda o atenție deosebită legării cablurilor în porțiunile situate în plan vertical ale rețelei (între etaje).
- Tragerea cablurilor prin canalizații și instalarea cablurilor aeriene și pe fațadele clădirilor.
- Joncționarea secțiunilor de cablu (acolo unde cablurile sunt formate din mai multe secțiuni).

## 6.4. Elemente de conectare: conectori, module de jonționare, manșoane termocontractabile, clește sertizor, mufe BNC, mufe UTP, reglete

### 6.4.1. Tipuri de conectori

Pentru realizarea conexiunilor între diversele secțiuni de cabluri ce alcătuiesc o rețea, sau pentru a conecta un echipament la o rețea, se utilizează *conectorii*. Folosirea conectorilor asigură o mare flexibilitate a conexiunilor, în sensul că, acestea pot fi oricând deconectate și reconectate într-o altă configurație, în funcție de necesități.

Conectorii se fabrică într-o mare varietate de forme și dimensiuni și sunt specifici pentru fiecare tip de cablu (simetric, coaxial, fibră optică). În continuare, vor fi enumerate câteva tipuri de conectori, mai des folosiți în cablarea structurată.

#### Conectori pentru cabluri coaxiale

- **Conectorii BNC.** Sunt printre cei mai cunoscuți conectori pentru cablul coaxial.

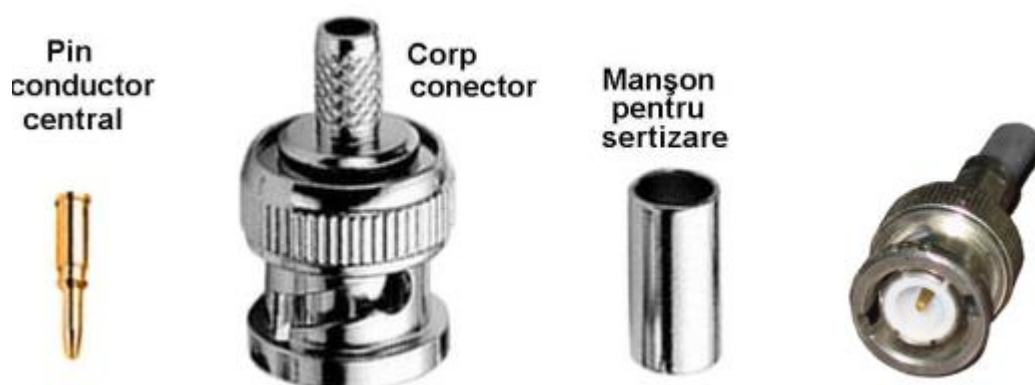


Fig. 6.38. Elementele componente ale unui conector BNC și conectorul asamblat [37]

Montarea lor pe cablu se face prin *sertizare*, folosind scule speciale. Succesiunea operațiilor se poate vedea în figura 6.38.

• **Conectorii F** (cu montare prin compresie). Sunt asemănători cu conectorii BNC clasici, cu deosebirea că nu mai există pinul special pentru conductorul central, rolul său fiind preluat de însuși acest conductor. Deasemenea, montarea este mai simplă și nu necesită scule speciale. Se folosesc mai ales pentru circuitele de semnal video (CATV, supraveghere video, etc.).



Fig. 6.39. Exemple de conectori F [37]

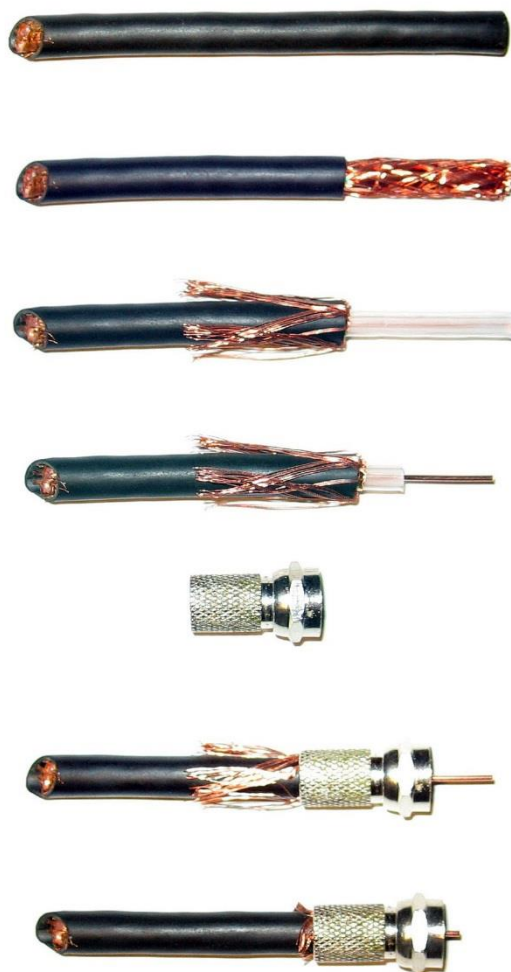


Fig. 6.30. Etapele montării unui conector F [37]

• **Conectorii SMA** (conectori subminiatură de tip A). Se folosesc pentru cablurile coaxiale de diametru foarte mic. Montarea se face prin sertizare cu scule speciale.



Fig. 6.31. Conector SMA [37]

• **Conectorii VAMPIR**. Folosiți la primele tipuri de rețele Ethernet, aceștia sunt astăzi foarte rar utilizați. Acești conectori se puteau monta oriunde pe traseul unui cablu coaxial, fără ca acesta să fie tăiat. Principial, există un pin ascuțit care străpunge mantaua cablului, conductorul exterior și dielectricul și ajunge până la conductorul central, cu care rămâne în contact. Datorită posibilității unui contact imperfect, acești conectori erau o sursă frecventă de deranjamente.



Fig. 6.32. Conectori vampir [37]

### Conectori pentru cabluri UTP și STP

Pentru aceste tipuri de cabluri, cei mai utilizați sunt conectorii de tip RJ (Registered Jack). Aceștia au 4, 6, 8 sau 10 pini. Deoarece nu întotdeauna se folosesc toți pinii, s-a adoptat o notație care precizează numărul total de poziții de pini ai conectorului (*eng.* Positions) și numărul de pini efectiv conectați (*eng.* Connected). De exemplu, 6P4C, reprezintă un conector cu un număr de 6 pini, dintre care sunt conectați numai 4. Pentru fiecare astfel de combinație, există un cod RJ, după cum se poate vedea în tabelul 6.5.

Tabelul 6.5. Codificare conectori RJ

Nr. poziții pini / Nr. pini conectați	Codificare RJ
4P2C	RJ-10
4P4C	RJ-22
6P2C	RJ-11
6P4C	RJ-14
6P6C	RJ-12, RJ-25
8P8C	RJ-45
10P10C	RJ-48, RJ-50



Fig. 6.33. Conectori RJ [37]



Montarea conectorilor RJ se face prin sertizare, cu ajutorul unor clești speciali.

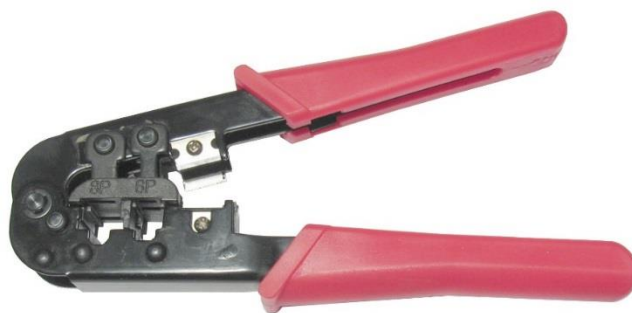


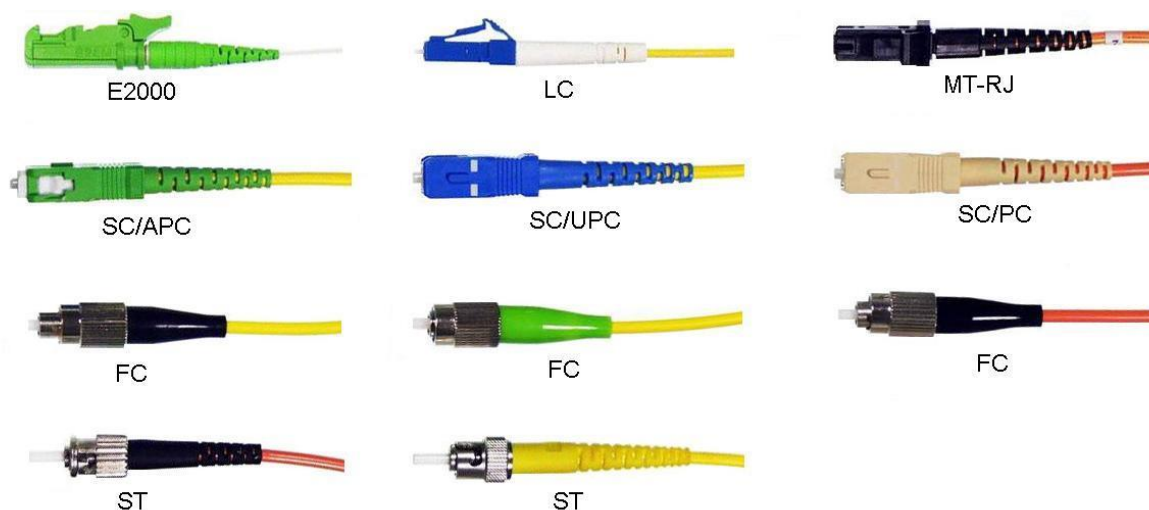
Fig. 6.34. Clește de sertizat conectori RJ [37]

### **Conectori pentru cabluri de fibră optică (conectori optici)**

Conectorii cablurilor de fibră optică sunt elemente mecanice care asigură cuplarea și alinierea cât mai precisă a două segmente de fibră optică. Cu cât alinierea este mai precisă, cu atât atenuarea semnalului optic este mai redusă. Este de preferat ca cele două segmente de fibră optică să fie apășate unul către altul pentru a se realiza un contact cât mai strâns între fibre. În felul acesta se evită apariția unui strat de aer care ar mări pierderile optice.

Există foarte multe tipuri de conectori optici, diferențele principale dintre ei fiind dimensiunile și modul de cuplare mecanică. Într-o rețea, este bine însă să se adopte un singur tip de conector. Alegerea acestuia depinde în principal de tipul de conector pe care-l vor avea echipamentele utilizate. Dacă nu se ține cont de acest aspect, vor apărea multe probleme legate de necesitatea folosirii unor adaptori care să facă trecerea de la un tip de conector la altul.

ig.  
6.3  
5.  
Div  
erși  
con  
ecto  
ri  
opti  
ci  
[37]



one

conectorii optici au denumiri variate formate din grupuri de litere și uneori și cifre. Aceste grupuri de litere au diverse semnificații, care uneori pot să difere de la fabricant la fabricant. Câteva din cele mai cunoscute semnificații ale notațiilor sunt arătate în tabelul 6.6.

Tabelul 6.6. Semnificație notații conectori optici

Notație	Denumire în limba engleză	Semnificație
---------	---------------------------	--------------

<b>FC</b>	Ferrule Connector	Conector cu manșon metalic
	Face Coupling	Cuplare față-în-față
<b>LC</b>	Local Connector	Conector local
	Lucent Connector	Conector de tip Lucent
	Lense Coupling	Cuplare prin lentile
<b>PC</b>	Physical Contact	Contact fizic
<b>APC</b>	Angle-polished Physical Contact	Contact fizic cu polizare în unghi
<b>SPC</b>	Super-polish Physical Contact	Contact fizic cu super-polizare
<b>UPC</b>	Ultra-polish Physical Contact	Contact fizic cu ultra-polizare
<b>MT-RJ</b>	Mechanical Transfer Registered Jack	Conector cu dimensiuni similare cu conectorii RJ. De regulă au 2 fibre optice.
<b>ST</b>	Straight Tip	Conector cu capăt drept
<b>SC</b>	Standard Connector	Conector standard
	Subscriber Connector	Conector de abonat
	Straight Contact	Contact direct

Pentru evitarea confuziilor care pot apărea, este indicat întotdeauna să se studieze specificațiile tehnice ale producătorilor, pentru fiecare tip de conector ce urmează a fi achiziționat.

Montarea conectorilor optici la cablurile de fibră optică se poate face în două moduri:

1. *Prin montare directă a conectorului pe fibra optică.*

Aceasta presupune îndepărtarea de pe fibră a tuturor straturilor protectoare, tăierea la dimensiuni, lipirea fibrei cu adezivi speciali în orificiul conectorului, după care se execută șlefuirea suprafeței de lucru a conectorului. Această metodă este din ce în ce mai puțin folosită deoarece este greoaie, necesită truse și materiale speciale, iar atenuarea conectorului este mare.

2. *Prin sudarea fibrei din cablu la un pigtail.*

Pigtail-ul este un segment de fibră optică având sudat din fabrică un conector, la unul din capete. Această metodă se folosește din ce în ce mai des deoarece este rapidă, iar pierderile optice sunt foarte reduse. Pigtail-urile sunt disponibile cu lungimi diverse (metri sau zeci de metri) și cu o mare diversitate de conectori.



Fig. 6.36. Pigtail [37]

### 6.4.2. Tehnologii de sertizare

Montarea conectorilor presupune realizarea unui contact electric cât mai bun între elementele conductoare ale conectorilor și conductorii cablurilor. De asemenea, este necesară asigurarea unei fiabilități ridicate a conexiunilor pentru a permite un număr mare de conectări/deconectări fără a se înrăutăți calitatea contactului electric.

Metodele mai vechi de montare presupuneau lipirea conductorilor cu aliaje staniu-plumb, fixarea acestora cu șuruburi și piulițe sau conectarea prin wrapare (înfășurarea conductorului în jurul unui pin cu secțiune pătrată). Aceste metode erau greoaie, mari consumatoare de timp și nu permiteau multe conexiuni pe unitatea de suprafață.

Tehnologiile actuale de montare a conectorilor implică un procedeu numit *sertizare*. Acesta constă într-o deformare controlată a unor elemente ale conectorului și cablului, cu ajutorul unor scule sau dispozitive speciale. Calitatea contactului electric este foarte bună și conexiunile sunt fiabile. De asemenea, aceste tehnologii permit densități mari de conexiuni pe unitatea de suprafață, permițând reducerea volumului repartitoarelor și a echipamentelor.

De regulă, asamblările prin sertizare sunt nedemontabile, iar conectorii odată sertizați nu mai pot fi refolosiți. De aceea, este necesară o mare atenție la executarea corectă a acestor operațiuni.

#### Tipuri de sertizări

În cablarea structurată se întâlnesc două categorii principale de operații de sertizare:

- Sertizare prin deformare și strângere (folosită în special la montarea conectorilor pentru cablurile coaxiale)
- Sertizare prin străpungerea sau deplasarea izolației conductoarelor (folosită la conectoarele RJ sau la alte elemente de conectică destinate cablurilor UTP).

#### Sertizarea conectorilor BNC pentru cabluri coaxiale

Etapele sertizării unui conector BNC sunt următoarele :

1. Se introduce pe cablul coaxial manșonul de fixare prin sertizare (figura 6.37.).
2. Se pregătește capătul cablului prin îndepărtarea unei porțiuni de manta, tresa și dielectric. Lungimile pe care se îndepărtează mantaua, tresa și dielectricul cablului sunt specifice pentru fiecare tip de conector și se găsesc în instrucțiunile de instalare ale conectorilor.
3. Cu ajutorul cleștelui de sertizat, se sertizează pinul pentru conductorul central.

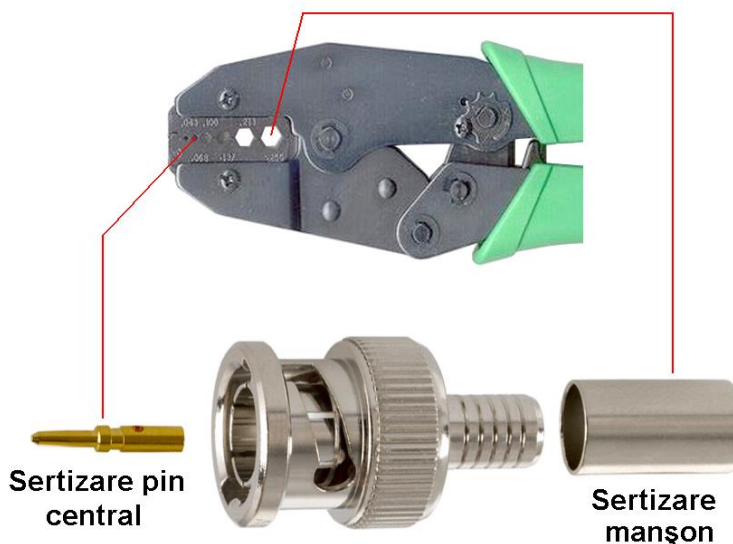


Fig. 6.37. Folosirea cleștelui de sertizat pentru conectoare BNC [37]



*Fig. 6.38. Pin sertizat pe conductorul central [37]*

4. Se introduce cablul (cu pinul sertizat) în corpul conectorului și se îmbracă tresa pe porțiunea cilindrică a conectorului.



*Fig. 6.39. Sertizarea manșonului [37]*

5. Se trage manșonul de fixare peste tresa cablului, până când acesta atinge corpul conectorului.
6. Se sertizează manșonul cu cleștele de sertizat.

Sertizarea se va face numai cu cleștele special de sertizat. Nu se vor folosi clești patent sau alte scule improvizate deoarece conexiunea este defectuoasă, reduce performanțele de transmisie ale cablului și pot apărea oricând deranjamente.



*Fig. 6.40. Sertizarea defectuoasă a conectorilor BNC [37]*

### Sertizarea conectorilor RJ-45 pe cabluri UTP/STP

Sertizarea conectorilor RJ se face cu ajutorul cleștilor de sertizat. Aceștia sunt destinați fie unui singur tip de conector (ex: RJ-45, 8 pini), fie mai multor tipuri de conectori RJ (8 pini, 6 pini, 4 pini).



Fig. 6.41. Clești de sertizat conectori RJ [37]

Pentru a sertiza un conector RJ-45 pe un cablu UTP/STP, se vor efectua următoarele operații:

- Se îndepărtează mantaua cablului pe o lungime de cca. 3 cm. Pentru aceasta, se crestează circular cu un cuțit mantaua cablului. Crestarea mantalei se va face superficial pentru a nu deteriora izolația firelor. După crestare, se răsuțește capătul crestă și mantaua se desprinde (fig. 6.42.).
- Se despletesc firele celor 4 perechi, se îndreaptă și se așează în ordinea dorită.
- Se țin strâns între degete firele așezate în ordine și se taie toate odată la o lungime de cca. 12 mm de la manta. Pentru această operație se folosește ghilotina de pe cleștele de sertizat.
- Fără a le da drumul din mână, firele se introduc cu atenție în corpul conectorului RJ.
  - Atenție la pinul 1 al conectorului, ca să nu introducem firele invers !
  - Vom fi atenți ca firele să ajungă în interior până la capătul conectorului.
- Se introduce conectorul în cleștele de sertizat, în locașul corespunzător tipului nostru de conector.
- Se strânge ferm cleștele pentru a se efectua sertizarea propriu-zisă.

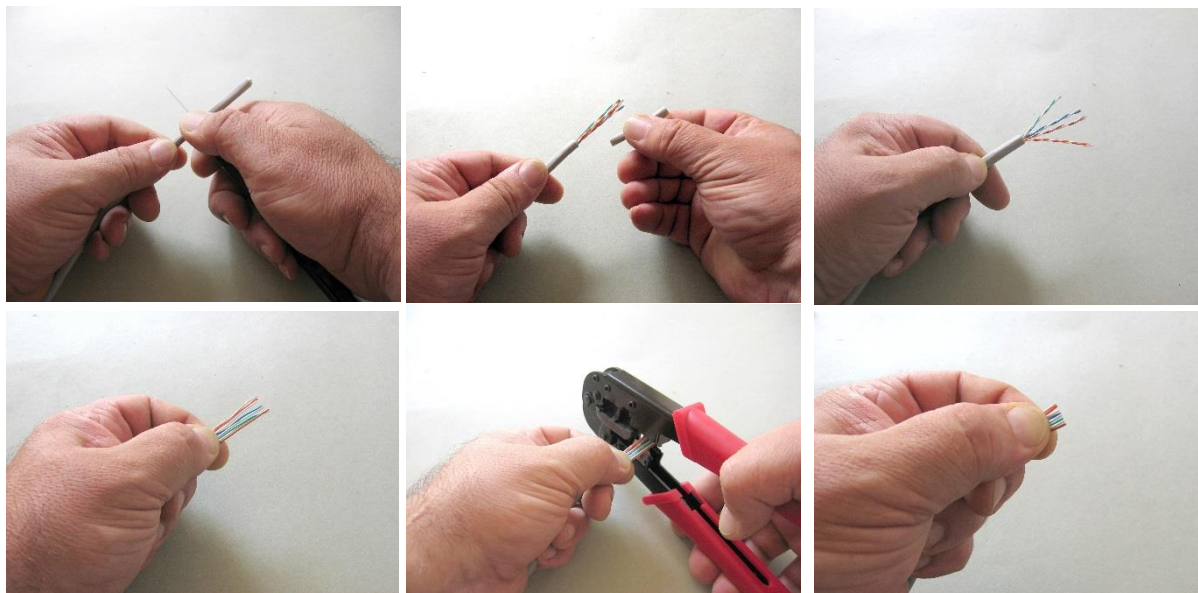




Fig. 6.42. Etapele sertizării unui conector RJ-45 [37]

### Sertizarea conductoarelor prin deplasarea izolației

Principial, sertizarea prin deplasarea izolației constă în introducerea forțată a unui conductor izolat într-o piesă metalică care are prevăzută în ea un canal în formă de "V". Porțiunea cea mai îngustă a acestui canal are o dimensiune puțin mai mică decât diametrul conductorului de cupru ce va fi sertizat. Presarea conductorului în canalul în formă de "V" se face cu o sculă specială numită *sertizor* (eng. Crimping tool). Marginile ascuțite ale canalului în "V" vor perfora izolația conductorului și vor face contact cu acesta. Contactul electric este de foarte bună calitate. În Fig. 4.3.7 este ilustrat principiul sertizării prin deplasarea izolației.

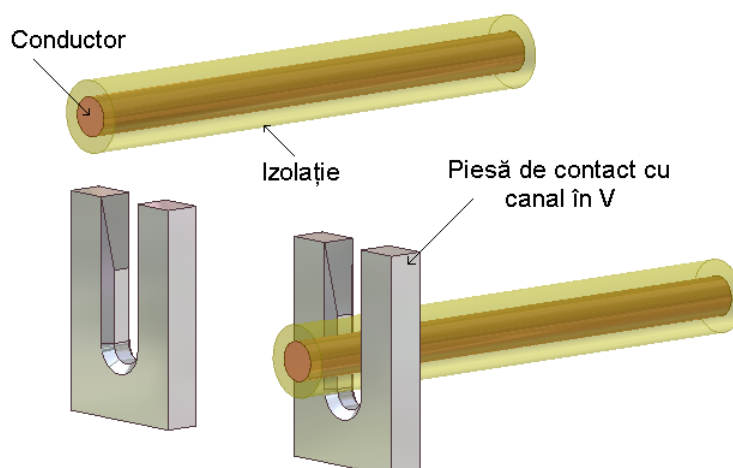


Fig. 6.43. Principiul sertizării prin deplasarea izolației [37]

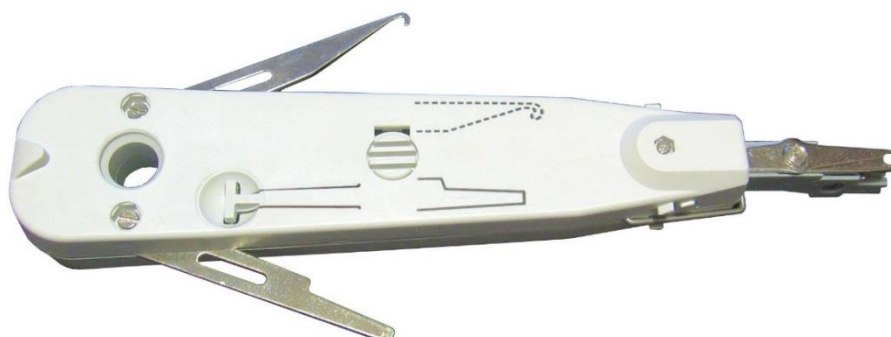


Fig. 6.45. Exemplu de sertizor [37]



Această metodă de sertizare este folosită mai mult la partea de telefonie dintr-o rețea structurată. Elementele de contact cu canal "V" sunt montate pe reglete speciale, de diverse dimensiuni.



Fig. 6.46. Regletă pentru sertizare prin deplasarea izolației [37]

*Observație :*

Marele avantaj al sertizării prin deplasarea izolației îl constituie faptul că este demontabilă. Conductoarele pot fi scoase din canalul "V" cu un cârlig special aflat pe sertizor (vezi figura 6.46.), după care se pot sertiza alte conductoare.

### 6.4.3. SDV specifice lucrărilor de cablare structurată

Deoarece lucrările de cablare structurată necesită un mare număr de operațiuni, pentru realizarea acestora este necesară o mare varietate de unelte, scule și dispozitive.

Nu se poate alcătui o listă completă a acestor scule și dispozitive deoarece în funcție de complexitatea proiectului, cât și de situațiile întâlnite în teren, această listă poate varia în limite foarte largi. Din acest motiv, se va face doar o enumerare a sculelor și uneltelor, specificându-se operațiile la care sunt folosite.

- **Schele și scări**, folosite pentru lucrul la înălțime.
- **Mașini electrice de găurit** cu seturi de burghie de diverse dimensiuni. Mașinile de găurit pot fi :
  - **Roto-percutante**, pentru lucrările ce implică găurirea pereților sau planșelor de beton, fixarea elementelor de susținere pe pereții clădirilor, fixarea elementelor de ancorare, etc.
  - **Normale**, pentru lucrările de construcție a stelajelor, fixarea echipamentelor, fixarea consolelor pentru jgheburile de cablu, etc.
- **Polizoare unghiulare și mașini de tăiat profile metalice**, folosite la construcția consolelor și a stelajelor metalice.
- **Scule diverse pentru prelucrări mecanice** (ciocane, dălți pentru metal și beton, punctatoare, etc.)
- **Fierăstrău pentru metale** cu pânzele aferente, și **seturi de pile** de diverse forme și mărimi, pentru prelucrări mecanice.
- **Mijloace de măsură și aliniere** (rulete, rigle, echere diverse, fir cu plumb, nivele cu bulă, nivele cu tuburi tuburi gradate și furtun, nivele cu laser, etc.)

- **Mijloace trasare și marcarea** (markere permanente, creioane, ace de trasat, dispozitive cu fir și praf, etc) folosite la marcarea amplasamentelor pentru traseele de cabluri, la numerotarea cablurilor, la marcarea punctelor de găurire și tăiere a profilelor metalice, etc.

- **Truse de chei fixe, tubulare, inelare, imbus și stelate**, de diverse dimensiuni, folosite la lucrări mecanice diverse.

- **Truse de șurubelnițe** de diferite forme și mărimi.

- **Truse de clești** de diverse forme și mărimi.

- **Clești pentru strângerea colierelor de plastic** folosite la legarea cablurilor.

- **Clești de sertizare** diverși folosiți la sertizarea conectorilor de diverse tipuri.

- **Sertizoare** pentru regletele cu sertizare prin deplasarea izolației.

- **Truse de jonționare** pentru diverse tipuri specifice de conectori.

- **Dispozitive de jonționat fibră optică.**

- **Aparate de măsură și control.**

- *Multimetre universale*

- *Creioane de tensiune*

- *Testere* pentru cabluri UTP și conectori RJ-45. Se folosesc pentru verificarea corectitudinii sertizării conectorilor, punând în evidență eventualele desperechieri și întreruperi.

- *Aparate de măsură specializate* pentru măsurarea zgomotului, a diafoniei, a ratei erorilor, a atenuării semnalului optic, etc.

- **Alte scule** (cuțite, pensete, pensule, ciocane de lipit, lupe, etc).

## 6.5. Metode specifice: probă de continuitate, probă de izolament

### 6.5.1. Tipuri de deranjamente

Deranjamentele în rețelele de cabluri metalice apar din cauza unor lucrări neprevăzute sau a îmbătrânirii materialelor și se clasifică în:

**Defectele de izolament** apar prin scăderea sub norma admisă a rezistenței de izolament într-un punct al circuitului, fie față de pământ la unul sau ambele fire și/sau între fire. Cauzele apariției sunt: umiditatea sau deteriorarea izolației.

**Defectele de continuitate** apar prin întreruperea unuia sau a ambelor fire sau prin scurtcircuit între fire. Sunt cauzate de: accidente, catastrofe naturale sau întreținere necorespunzătoare.

**Defectele de omogenitate** provin prin creșterea rezistenței unui fir sau a ambelor fire. Ele apar datorită contactelor proaste la noduri, cordoane, șuruburi rău strânse sau suduri necorespunzătoare.

**Defectele de simetrie** ale conductoarelor unui circuit, față de pământ sau față de conductoarele altor circuite, provoacă diafonie între circuite.

Stabilirea naturii deranjamentului și localizarea se face prin căutare vizuală sau instrumentală, prin măsurări electrice în regim permanent sau prin presurizarea cablurilor.



### 6.5.2. Localizarea defectelor de izolație

Identificarea și localizarea se efectuează prin:

- curent continuu sau alternativ, cu diverse scheme de punți (Murray, Varley);
- prin neregularitățile impedanței de intrare a liniei;
- prin impulsuri de sondaj reflectate.

#### *Puntea Murray*

Se folosește când distanța până la locul deranjamentului este mică și rezistența buclei circuitului cu defect nu depășește  $100 \Omega$ . Este necesară existența unui conductor auxiliar cu izolație bună (cel puțin de 500 ori mai mare decât al conductorului defect). Cele două conductoare (bun și defect) se buclează la capătul opus. Are un raport variabil al brațelor de echilibrare A și B, prin rezistența variabilă B.

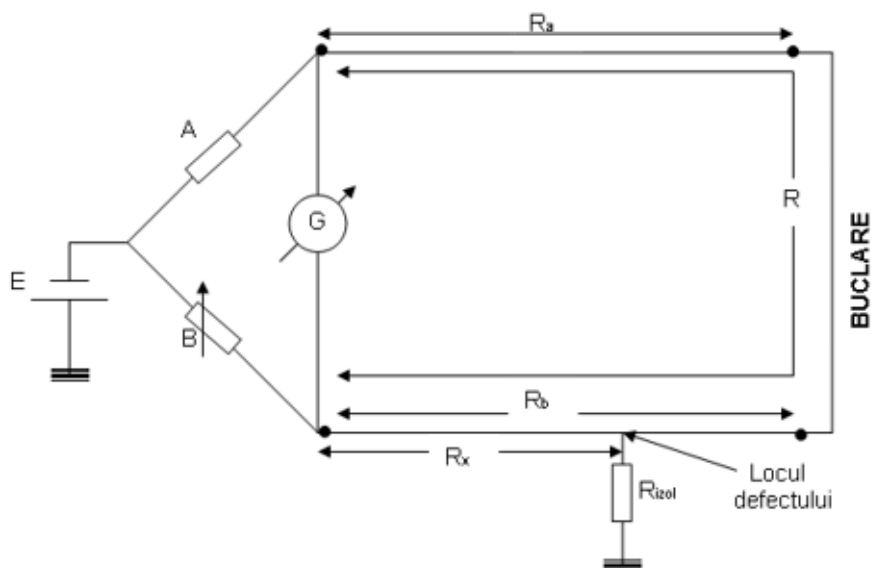


Fig. 6.47. Puntea Murray [40]

$R_a$  – rezistența firului auxiliar cu izolație bună;

$R_b$  – rezistența firului cu defect de izolație;

$R$  – rezistența totală a buclei formate din cele două fire buclate la capătul opus ( $R = R_a + R_b$ );

$G$  – galvanometru.

Schema echivalentă a punții Murray este reprezentată în figura 6.48.

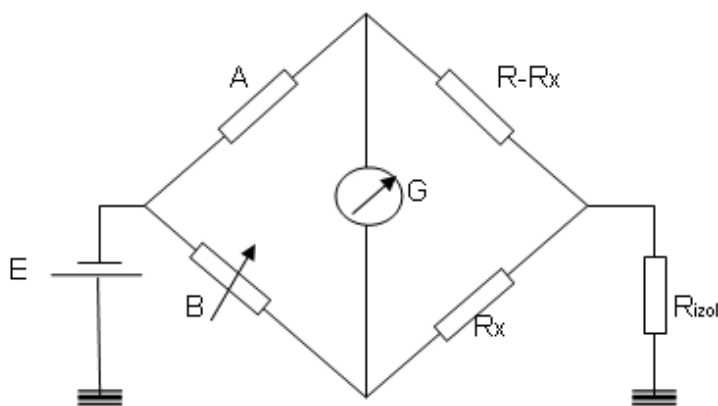


Fig. 6.48. Schema echivalentă a punții Murray [40]

În schema echivalentă a punții Murray rezistența de izolație apare în serie cu bateria și nu va influența condiția de echilibru a punții.

Din condiția de echilibru a punții:  $AR_x = B(R-R_x)$ , se poate scrie:  $R_x/R = B/(A+B)$

Rezistența conductorului este proporțională cu lungimea sa, iar lungimile conductorului cu defect și a celui auxiliar sunt egale. În acest caz putem scrie:

$$R_x/R = l_x/2l \quad (6.10.)$$

$$l_x = 2l * B/(A+B) \quad (6.11.)$$

Cunoscând lungimea totală a circuitului  $l$  și valorile  $A$  și  $B$  citite la echilibru se află distanța până la locul deranjamentului  $l_x$ .

Cu puntea Murray se poate stabili și locul cu izolație redus între cele două conductoare ale unui circuit:

- se măsoară mai întâi rezistența  $R$  a buclei formate din rezistența  $R_b$  a unuia din conductoarele circuitului defect și rezistența  $R_a$  a unui conductor auxiliar bun;

- se echilibrează montajul până când  $AR_x = B(R-R_x)$ , iar distanța până la locul deranjamentului este dată de relația 6.12. :

$$l_x = 2l * B/(A+B) \quad (6.12.)$$

### **Puntea Varley**

Se utilizează când linia este mai lungă (rezistența buclei peste  $100\Omega$ ), locul deranjamentului de izolație este îndepărtat și există un conductor auxiliar cu izolație bun.

Montajul cuprinde două brațe fixe  $A$  și  $B$  și unul variabil  $r$ . Brațul variabil este înseriat cu porțiunea de până la locul deranjamentului a conductorului defect.

$R$  – rezistența buclei formată din conductorul defect și cel auxiliar.

Schema echivalentă a punții Varley:

Din schema echivalentă rezultă condiția de echilibru a punții:  $A(r+R_x) = B(R-R_x)$

Dacă brațele fixe  $A$  și  $B$  ale punții sunt egale:  $R_x = (R-r)/2$

Dacă brațele fixe  $A$  și  $B$  nu sunt egale:  $A = mB$

rezultă:  $R_x = (R-mr)/(m+1)$

Cunoscând lungimea  $l$  a liniei și rezistența  $R$  a buclei, distanța până la locul deranjamentului este:  $l_x = 2l \cdot R_x / R = 2l(R - mr) / R(m+1)$ .

### **Localizarea defectelor de continuitate**

Localizarea scurtcircuitului (atingerii) între conductoare se realizează prin metoda Varley, cu bateria conectată la unul din conductoare în scurtcircuit ( $R_b$ ) în loc de a fi la pământ. Celălalt conductor ( $R_a$ ) este buclat la capătul depărtat cu un fir auxiliar.

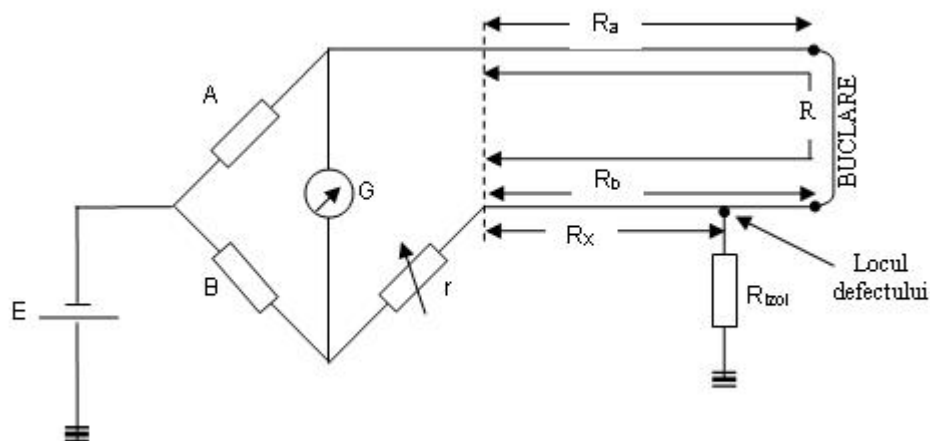


Fig. 6.49. Puntea Varley [40]

Localizarea întreruperii unui conductor este mai dificilă și imprecisă.

În cazul întreruperii “pure” când nu apare o reducere a izolamentului față de pământ sau alte conductoare, se poate stabili locul întreruperii prin compararea capacității față de pământ a conductorului rupt cu capacitatea unui conductor în stare bună.

### **Localizarea defectelor de omogenitate**

La multe metode de localizare a deranjamentelor este necesară cunoașterea rezistenței buclei circuitului respectiv, cu ajutorul punții Wheatstone și scurtcircuitând la capătul opus conductoarele circuitului.

Norma pentru linia aeriană din cupru 3 mm este 5,1  $\Omega$ /Km, pentru liniile din oțel de 3 mm este 39  $\Omega$ /Km, iar pentru cablurile din cupru: 184 $\Omega$ /Km la 0,8 mm diametru; 57  $\Omega$ /Km pentru 0,9 mm și 28  $\Omega$ /Km pentru 1,3 mm.

Se poate măsura rezistența de izolament (până la 10 M $\Omega$ ) lăsând în gol capătul circuitului.

Măsurarea dezechilibrului de rezistență între conductoarele circuitului se face cu puntea Varley. Se admit maximum 1 $\Omega$  pentru circuit aerian din cupru bază de sistem, 5 $\Omega$  pentru oțel 3-4mm, 3 $\Omega$  pentru cabluri din cupru.

### **Localizarea desperecherilor**

Se folosește o metoda balistică, atunci când conductoarele din doua perechi diferite sunt interconectate din greșeală.

Localizarea este exactă dacă rezistența de izolament a conductoarelor este satisfăcătoare.

## Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. LAN este acronimul de la:
  - a. Local Area Network
  - b. Local Address Network
  - c. Local Area Network
  - d. Local Area Network
  
2. Banda de emisie a unui modem CATV (transmisie „upstream”) are lățimea:
  - a. 4 MHz
  - b. 2 MHz
  - c. 8 MHz
  - d. 6 MHz
  
3. Ecranarea cablurilor coaxiale și torsadate, protejează cablurile împotriva:
  - a. zgomotelor electromagnetice
  - b. zgomotelor magnetice
  - c. fenomenelor electrice
  - d. fenomenelor atmosferice
  
4. Categoria de cabluri cu perechi torsadate utilizată pentru transmisii de date, care permite viteze de transfer de până la 100 Mbps, frecvență de 100MHz:
  - a. categoria V
  - b. categoria III
  - c. categoria II
  - d. categoria VI
  
5. Transmițătorul optic conține:
  - a. diodă și o monofibră al cărui diametru este mai mic decât cel al fibrei optice
  - b. cablul optic, repetitoare-amplificatoare și echipamentul de electroalimentare
  - c. diodă detectoare și o monofibră al cărui diametru este mai mare decât cel al fibrei optice
  - d. cablul coaxial, repetitoare-amplificatoare și echipamentul de electroalimentare
  
6. Învelișul fibrei optice este un material dielectric care înconjoară miezul fibrei și prezintă:
  - a. un indice de refracție mai mare decât cel al miezului
  - b. un indice de refracție mai mic decât cel al miezului
  - c. un indice de refracție egal cu al miezului
  - d. un indice de refracție egal cu zero
  
7. Atenuarea fibrei optice se măsoară în:
  - a.  $\mu\text{S}/\text{km}$
  - b.  $\mu\text{H}/\text{km}$
  - c.  $\text{dB}/\text{km}$
  - d.  $\text{H}/\text{km}$

8. Lățimea de bandă este:
  - a. Calitatea informației transmisă în unitatea de timp
  - b. Capacitatea informației de a circula prin rețea
  - c. Cantitatea de informație care poate fi transmisă în unitatea de timp
  - d. Nici una din variantele de mai sus
  
9. Care dintre următoarele tipuri de cabluri au patru perechi de fire torsadate?
  - a. cablurile UTP, STP, FTP, coaxial
  - b. cablurile STP, UTP, optic
  - c. cablurile STP, UTP, coaxial
  - d. cablurile FTP, STP, UTP
  
10. Puntea Murray se utilizează pentru localizarea deranjamentelor atunci când distanța până la locul deranjamentului este:
  - a. mai mică decât  $100 \Omega$
  - b. egală cu  $100 \Omega$
  - c. mai mică decât  $1000 \Omega$
  - d. egală cu  $1000 \Omega$

Răspunsuri corecte: 1c, 2b, 3a, 4a, 5a, 6b, 7c, 8c, 9d, 10a.

## CAP. 7. 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 disciplinei

La sfârșitul acestui material, 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 mediator în echipă
- să lucreze eficient împreună cu ceilalți

## 7.1.Comunicarea interumană

Comunicarea un proces de emiteră a unui mesaj și de transmitere a acestuia într-o manieră codificată, prin intermediul unui canal către un destinatar în vederea receptării.

Comunicarea poate fi verbală, non-verbală și scrisă. Prin toate aceste modalități transmitem informații.

**Comunicarea verbală** are un rol primordial din punct de vedere al conținutului și al segmentului de negociere. Comunicarea verbală permite un joc logic al întrebărilor și al răspunsurilor într-o derulare flexibilă, spontană, ceea ce nu este posibil atunci când comunicarea se face în scris sau prin alte tehnici.

Aceasta este cea mai întâlnită formă de comunicare și cea mai veche. Prin comunicarea orală se transmit mai departe norme, reguli, conduite acceptate în societate, în grup sau mediul de lucru. Mesajele pe care le transmitem oral depind în mare măsură de persoanele cărora ne adresăm. Dacă ele sunt colegi, cuvintele alese țin de un limbaj nepretențios, cunoscut, putem spune chiar ușor „neșlefuit”. Gândiți-vă cum se schimbă situația dacă ne referim la șef sau la un client. Mesajul va căpăta un caracter formal, dat de natura relației pe care o avem cu interlocutorul. Diferența dintre formal și informal nu este specifică numai comunicării orale. În general, caracterul formal se referă la mesaje care circulă pe căi reglementate intern și care au legătură cu activitatea desfășurată. Caracterul informal vizează discuțiile cu colegii, schimbul de păreri, impresii și orice informație care circulă neoficial.

**Comunicarea non-verbală** se unește cu cea verbală pentru a contura un mesaj complet și corect (comunicarea tactilă, comunicarea gestuală, comunicarea prin intermediul obiectelor, comunicarea prin situare).

Majoritatea oamenilor gesticulează pentru a însoți non-verbal cuvintele rostite. De multe arătăm în direcția care ne interesează, descriem obiecte, lucruri folosindu-ne de mâini etc. Cele mai cunoscute gesturi sunt: cel de plictiseală (ducerea mâinii la gură), cel de nelămurire (clasicul scărpinat în cap), concentrare (mâna sprijină fruntea), uimire (mâna freacă bărbia) etc.

Mâinile și picioarele

- gesturile ample arată patos, grandoare;
- gesturile repezite indică agresivitate;
- gesturile mărunte sunt un semn de modestie, simplitate.

Mișcările capului

- capul ușor înclinat arată ascultare cu interes
- clătinare de sus în jos este semn al înțelegerii
- clătinare de la stânga la dreapta indică dezaprobare

Postura: oferă informații despre propria persoană și implicarea în procesul de comunicare (atitudine, apropiere față de persoana cu care se vorbește). De regulă, atunci când o persoană vorbește și stă în picioare, poziția interlocutorului „o va copia” pe a celei din față. Dacă există o discuție de grup, atunci așezarea ia, de regulă, forma unui cerc.

Mimica: cel mai important element aici este contactul vizual și zâmbetul. De obicei atunci când vorbim cu cineva, o foarte mare parte din timp, privirea noastră este ațintită asupra ochilor

și trăsăturilor feței. Majoritatea dintre noi preferă o față expresivă, care să comunice, decât una pe care nu o putem citi și ne induce astfel, un oarecare disconfort. Atenție la câteva semnale:

- Zâmbetul poate fi o manifestare a bucuriei sau a jenei;
- Mimica poate arăta încruntare, mânie, surpriză sau neplăcere;
- Contactul vizual este necesar în comunicare, dar nu mai mult de 60-70% din timp, pentru că riscați să iritați persoana. În schimb, un contact foarte redus este un semn de distanță mare între interlocutori;
- Privirea într-o parte poate indica lipsa interesului.

Comunicarea verbală poate fi valorizată sau din contră poate avea de suferit din cauza comunicării nonverbale. O gestică potrivită cu ceea ce discutăm, o postură dreaptă și încrezătoare, o privire caldă și un zâmbet plăcut sunt „mici trucuri” care ne vor ajuta oricând în comunicarea cu șefii, colegii, clienții sau prietenii.

**Comunicarea scrisă** este folosită atunci când nu este posibilă comunicarea orală, când nu există alt mijloc de comunicare sau când se impune doar această formă de transmitere a unui mesaj. În mediul de afaceri se impune acest tip de limbaj, de comunicare cu rol important în managementul organizațional.

Comunicarea se desfășoară pe două planuri, care se intersectează primul, cel instrumental, oferă un cadru structurat și coerent al utilizării comunicării, iar cel de-al doilea, de investigație și analiză, evidențiază dinamica procesului de comunicare ca atare. Această intersecție a planurilor devine de fapt un element de complementaritate.

În multe dintre definițiile date comunicării se preferă planul instrumental, rezultatul fiind o definiție directă a comunicării, spre exemplu, "*comunicarea este un proces în care oamenii își împărtășesc informații, idei și sentimente*" (Hybels Weaver) sau "comunicarea este procesul prin care o parte (numită emițător) transmite informații (un mesaj) unei alte părți (numită receptor)". (Baron).

De cele mai multe ori comunicăm în scris doar atunci când ni se cere, pentru că, din economie de timp, alegem să transmitem mesajele verbal. Forme ale comunicării scrise sunt: rapoartele, adevărurile, cererile, ofertele de preț, contractele etc.

Indiferent de forma de comunicare scrisă aleasă aceasta ar trebui să respecte câteva reguli de scriere:

- **Corectitudinea:** reprezintă respectarea normelor gramaticale, de punctuație și ortografie. Scrierea corectă transmite respect pentru cel care va citi mesajul. Corectitudinea vizează nu numai conținutul, ci și alegerea unei forme potrivite de corespondență. Nu veți trimite o prezentare de 50 de pagini pe e-mail, ci se va prefera tipărirea și trimiterea ei, pentru a fi ușor de parcurs;

- **Claritatea:** se referă la evitarea cuvintelor și exprimărilor care pot produce confuzii. Se vor evita cuvintele care pot avea mai multe înțelesuri, frazele lungi care sunt greu de citit și înțeles și termenii care nu sunt cunoscuți de cei cărora vă adresați;

- **Concluzia:** cui îi place să citească pagini întregi care puteau fi exprimate la fel de bine în câteva paragrafe? Este, evident, o pierdere de timp. Pentru aceasta este bine să fie eliminate cuvintele care nu aduc plus de înțeles, ci sunt simpli „paraziți”, îngreunând comunicarea și înțelegerea propoziției.

De exemplu, comparați: „în ce privește viteza de execuție, acest dispozitiv este rapid”, cu: „dispozitivul este rapid”.



Astfel, folosirea propozițiilor scurte este un avantaj, iar gruparea propozițiilor în paragrafe, aerisite, face mai accesibilă parcurgerea lor.

• **Oficialitatea:** stilul unui act/document depinde de destinatar. Cu cât acesta va fi mai oficial cu atât și stilul va fi mai sobru, obiectiv și lipsit de orice încărcătură afectivă;

• **Politețea:** exprimări ca: „v-aș fi recunoscător”, „apreciez”, „vă mulțumesc”, „cu considerație” nu trebuie să lipsească dintr-un act/document oficial.

## 7.2. Transmiterea și primirea informațiilor într-un cadru profesional

Procesul de comunicare cuprinde următoarele elemente:

**Emițătorul** - inițiatorul comunicării, cel care elaborează mesajul. Acesta selectează mijlocul de comunicare și limbajul, astfel încât receptorul să înțeleagă mesajul pe care dorește să-l comunice;

**Receptorul** - persoana care primește mesajul;

**Mesajul** - forma fizică în care emițătorul codifică informația (ordin, idee, informație);

**Mijlocul de comunicare** – sau canalul de comunicare este circuitul parcurs de mesaj de la emițător spre receptor. Poate fi formal – urmează structura ierarhică a întreprinderii sau informal, în cadrul legăturilor sociale;

**Limbajul de comunicare** – modalitatea de exprimare a mesajului. Poate fi verbal (cu cuvinte), non-verbal (fără cuvinte) sau paraverbal (prin folosirea tonalității, accentuării, ritmului de vorbire);

**Contextul** - deosebit de important deoarece influențează conotația cuvintelor sau gesturilor exprimate.

**Zgomotele** - sunt perturbații, „paraziți”, care pot afecta transmiterea și receptarea corectă a mesajului. Aceștia pot fi:

- paraziți de natură fizică: zgomotul de afară, vocea din altă cameră, claxonul, sunetul unui telefon, hârtia șifonată etc.;
- paraziți de natură psihologică: erori de judecată, lipsă de deschidere, prejudecăți, experiența anterioară;
- paraziți de natură semantică: țin de interpretarea și sensul pe care noi îl dăm anumitor cuvinte.

**Răspunsul (Feedback):** prin feedback avem posibilitatea să evaluăm în ce măsură ceea ce spunem sau transmitem este înțeles corect de către celălalt. Feedback înseamnă un răspuns, o reacție prin care noi ne putem adapta mesajul. Astfel, funcțiile principale ale feedbackului devin: control, adaptare și reglare a comunicării verbale, dar și non-verbale.

**Competența de comunicare:** se dobândește în timp și presupune abilitatea de a comunica eficient, indiferent de situație.

## 7.3. Participarea la discuții pe teme profesionale

În cadrul colectivelor de lucru, dialogurile sunt purtate cu respectarea opiniilor și drepturilor tuturor participanților la discuție.

Punctele de vedere proprii sunt comunicate deschis pentru clarificarea problemelor apărute.

Opiniile sunt susținute cu argumente clare, cu referire directă la subiectul abordat.

Divergențele apărute sunt comunicate deschis superiorului direct pentru rezolvarea cu promptitudine a acestora în scopul desfășurării fluente a activității.

Fiecare angajat trebuie să își dezvolte capacitatea de exprimare și susținere a opiniilor în cadrul unor discuții profesionale, prin evitarea conflictelor, în spiritul soluționării prompte a situațiilor neprevăzute, știind cum și cui să transmită aceste mesaje pentru a fi recepționate corespunzător, astfel încât, situațiile neprevăzute să fie soluționate.

O comunicare eficientă va menține relațiile cu persoane diverse implicate în procesul de muncă, pentru îndeplinirea operativă a sarcinilor de serviciu. De asemenea, este important să se cunoască limbajul tehnic de specialitate mai ales în cadrul discuțiilor pe teme profesionale. O exprimare clară, corectă, concisă și la obiect a punctelor de vedere va veni în sprijinul celui care dorește să comunice printr-o manieră de adresare conform normelor de comportament civilizată în societate.

### 7.4. Comunicarea în cadrul echipei

Într-o comunitate care se formează la locul de muncă este important ca fiecare membru al echipei să înțeleagă de ce trebuie să comunice, cu cine trebuie să comunice, ce anume trebuie să comunice, când trebuie să comunice, iar pentru a realiza toate acestea este necesar ca cel care comunică, transmite un mesaj să știe cum să îl transmită și mai ales să conștientizeze de ce trebuie să transmită acel mesaj.

La fel de important este ca orice membru al echipei să își cunoască rolul și poziția în organigramă, pentru a ști cum și cu cine să comunice ierarhic, iar la nivelul echipei să știe cum să comunice eficient cu ceilalți membri pentru a atinge scopul comun. Apartenența la echipă înseamnă apartenența la un grup. Grupul reprezintă respectarea și cunoașterea regulilor, reputație, scop comun, muncă în echipă, conștientizarea acestui lucru. Tocmai de aceea arta de a comunica este o artă pe care trebuie să o învățăm, pe care ulterior să o adaptăm grupului, necesităților, cerințelor.

Un grup trebuie să aibă minim 3 membri și un număr de caracteristici individuale comune pentru a se putea încadra în această noțiune. Ceea ce face însă diferența reală între un grup și o echipă sunt valorile împărtășite și munca comună care duce la îndeplinirea obiectivelor stabilite. Într-o echipă, asemeni grupului, rolurile comunicatorilor diferă în funcție de personalitatea și poziția organizatorică a fiecărui membru. O echipă va căpăta o identitate și se va comporta în direcția valorilor organizatorice. Astfel, identificăm primul element care face ca o echipă să funcționeze eficient și armonios: valorile organizatorice.

John Maxwell, unul dintre cei mai mari experți în leadership ai secolului 21, spune că ”valorile împărtășite sunt asemenea...

- lipiciului
- unei temelii
- unui conducător
- unei busole
- unui magnet
- unei identități ”.

Cu alte cuvinte, crearea și promovarea în cadrul echipei a unor valori organizatorice, ajută echipa să se sudeze, astfel încât fiecare membru să se identifice și să se regăsească devenind o ”etichetă” pentru cei care își doresc să intre în echipă sau pentru restul organizației.

E bine ca în cadrul echipei să domine un spirit de echipă deschis spre nou. E important să se evite situațiile în care persoanele intenționează să introducă inovații în echipă, dar se tem de apariția unui conflict și atunci renunță la idei pentru a păstra armonia în echipă.

Când un coleg vine cu o idee nouă cea mai bună atitudine este cea în care se spune:

”Da, să analizăm implicațiile și să vedem cum ne va ajuta aceasta.” Atitudinile de genul, ”Da, dar...” sau ”Nu” descurajează implementarea unei idei noi.

Un aspect important în cadrul unei echipe este clarificarea rolurilor și atribuțiilor fiecărui membru. Acest lucru se poate face printr-o ședință prin care să se explice rolul fiecăruia în echipă, atribuțiile pe care le are de îndeplinit și așteptările referitoare la munca pe care o prestează. Fără o clarificare clară a rolurilor în cadrul echipei pot apărea conflicte de rol:

Exemple:

”Nu eu trebuia să mă asigur de ..... , ci colegul meu ”

” Nu e treaba mea să.....”

### **7.4.1. Conflicte care pot apărea în cadrul echipei:**

- Conflicte legate de activitatea propriu-zisă - ” Ce produse noi ar trebui să lansăm?”
- Conflicte legate de sarcini și roluri în cadrul echipei: ” Tu ar trebui să faci asta”.
- Conflicte interpersonale: ” Mai lasă-mă cu ideile tale, ești obositor”.

Dacă primul tip de conflict am putea spune că este pe undeva chiar de dorit, celelalte două forme de conflict subminează eficiența grupului și satisfacția membrilor. Disputa devine cu atât mai nocivă și mai personală, cu cât indivizii se atacă reciproc și își denigrează într-un fel sau altul calitățile, deprinderile sau activitatea. Această dispută nu este sănătoasă nici pentru cei implicați în mod direct și nici pentru echipă. Toți membrii echipei trebuie să descurajeze astfel de dispute și să se asigure că rolurile și responsabilitățile sunt clare, înțelese și echilibrat distribuite.

### **7.4.2. Rezolvarea conflictelor:**

- Prima și cea mai eficientă formă de rezolvare este să le evităm.
- Prin argumente exprimate clar și oferirea de exemple cunoscute de toată lumea dintr-o experiență anterioară.
- Prin dialog, pentru a obține o rezolvare de tip câștig-câștig. Aceasta este cea mai indicată formă de rezolvare a unui conflict apărut.
- Cu diplomație.

### **7.4.3. Sfaturi pentru evitarea conflictelor:**

- Nu ridicăți tonul.

Indiferent de subiectul aflat în discuție, nu ridicați tonul. Ridicarea tonului nu face altceva decât să determine cealaltă persoană să ridice și ea tonul și conflictul e gata iscat.

- Nu folosiți un limbaj neadecvat în dialogul cu colegii. Nu toată lumea este impresionată de injurii, care nu fac decât să demoralizeze echipa.
- Nu fiți sarcastic în discuțiile ce ceilalți, mai bine să fim deschiși și sinceri pentru a ajunge la un punct de vedere comun și real.
- Nu da porecle decât dacă acestea sunt măgulitoare și agreate de cel poreclit.

Poate că a da porecle jignitoare erau la ordinea zilei în curtea școlii sau pe stradă când te întâlneai cu prietenii, dar acum ești o persoană matură aflată într-o echipă de adulți.

- Nu criticați, folosiți feedback-ul.
- Nu amenința.
- Nu pleca brusc și fără explicații când ești în dialog cu cineva.

Dacă totuși simți că explodezi de nervi mai bine propune o pauză și programează o întâlnire cu persoana respectivă mai târziu.

- Fii întotdeauna diplomat și amintește-ți unde ești.

#### **7.4.4. Tehnici de aplanare sau evitare a conflictului:**

Pentru a putea aplană conflictele este foarte important cunoașterea fiecărui membru al echipei, modul în care fiecare reacționează într-o anumită situație. Este de asemenea important să se reitereze regulile companiei și să se țină ședințe eficiente astfel încât fiecare membru al echipei să știe ce are de făcut și cu cine comunică.

Dacă există deja conflictul este important ca măcar o persoană să încerce să îl aplaneze folosind un ton decent.

Pentru ca o echipă să funcționeze bine și să aibă rezultate, talentul nu este suficient.

Atitudinea poate influența extrem de mult o echipă chiar și formată din membri talentați.

John Maxwell, în cartea sa ” Totul despre lideri, atitudine, echipă, relații”, sublinia:

”Capacități + Atitudine = Rezultate”

Talent extraordinar + Atitudine ”putredă” = Echipă slabă

Talent extraordinar + Atitudine negativă = Echipă mediocră

Talent extraordinar + Atitudine neutră = Echipă bună

Talent extraordinar + Atitudine pozitivă = Echipă extraordinară

E important ca în cadrul echipei să se mențină o atitudine pozitivă și un climat de încredere.

Primul lucru de la care se pornește referitor la atitudinea echipei este propria dvs. persoană.

Un scurt chestionar care arată cât de bun membru al unei echipe este o persoană se regăsește în cartea lui John Maxwell, ”Cele 17 legi ale muncii în echipă”:

- Vă gândiți că echipa nu s-ar putea descurca fără dvs.?
- Credeți în secret (sau nu chiar în secret) că succesele recente ale echipei dvs. se datorează numai eforturilor dvs. personale, nu muncii întregii echipe?
- Țineți evidența laudelor și beneficiilor adresate altor colegi de echipă?
- V-a fost greu să recunoașteți când ați făcut o greșală? (În cazul în care dvs. considerați că nu faceți greșeli ar trebui să vă întrebați colegii.)
- Aduceți în discuție greșelile din trecut ale colegilor dvs. din echipă?
- Considerați că sunteți plătit cu mult sub nivelul celorlalți?

Dacă chiar și la o singură întrebare ați răspuns cu „da”, atunci este nevoie să vă revizuiți atitudinea. Purtați un dialog cu colegii dvs. de echipă și vedeți în ce măsură atitudinea dvs. dăunează spiritului echipei. În cazul în care considerați că nu sunteți plătit echitabil, trebuie să vorbiți deschis cu angajatorul dvs.

## 7.5. Munca în echipă și identificarea rolului în cadrul echipei

Munca în echipă presupune colaborarea mai multor persoane care împart același spațiu de lucru, în vederea atingerii unui țel comun. Se spune că succesul se datorează efortului comun, al muncii în echipă. Psihanalistul Virgiliu Ricu consideră că “în funcție de proiectul pe care urmează să-l îndeplinească, un manager își poate grupa toți subordonații într-o echipă sau doar o parte dintre aceștia. Un proiect ulterior poate însemna disoluția echipei respective și formarea unei echipe noi, în care unii membri mai vechi nu mai sunt implicați și membrii noi, care nu au făcut parte din acestea, sunt incluși în noua echipă”.

Lucrul în echipă cere angajaților să coopereze unii cu alții, să facă schimb de informații, să se asigure că informația circulă, să se confrunte cu diferențele, să le accepte și să-și canalizeze interesele personale intereselor grupului. Este greu însă ca toți oamenii să procedeze la fel, tocmai de aceea membrii unei echipe se aleg cu grijă, astfel încât scopul comun să fie atins.

Lucrătorul din domeniul electronică-automatizări își desfășoară activitatea în formații de lucru specializate pe tipuri de lucrări, tipuri de utilaje sau de tip complex.

Pentru anumite lucrări care necesită un număr mai mic de muncitori decât cel al unei formații de lucru, se constituie, după caz, echipe a căror activitate este coordonată de unul dintre muncitori.

Șeful de echipă are rolul de a organiza și conduce activitatea respectivă, de a utiliza cu maximum de eficiență economică resursele materiale și umane, de a munci și de a mobiliza echipa pentru îndeplinirea exemplară a sarcinilor. În acest scop, șeful de echipă are o serie de atribuții și răspunderi asemănătoare cu cele ale unui maestru, bineînțeles între anumite limite de competență. Principalele atribuții și răspunderi ale muncitorului care este șef de echipă sunt următoarele:

- organizarea locului de muncă și pregătirea condițiilor de lucru;
- repartizarea lucrărilor pe fiecare executant;
- supravegherea executării operațiilor pe timpul desfășurării lucrărilor;
- încadrarea în normele unui consum optim de materii prime, materiale, energie și combustibili stabilite pentru fiecare lucrare;
- recuperarea și valorificarea deșeurilor;
- urmărirea îndeplinirii sarcinilor de muncă ale fiecărui muncitor din echipă;
- raportarea evoluției lucrărilor surselor autorizate;
- executarea unor operații complexe, lucrări de montaj, întreținere, reparații, reglaje și manevre ale utilajelor;
- urmărirea aparaturii de măsură și control, precum și a altor operații care necesită înalta calificare și experiență, asigurându-se prin aceasta folosirea întregii capacități de muncă a echipei pe care o conduce;
- urmărirea respectării riguroase de către executanți a modalităților de curățenie și întreținere, a tehnologiilor de reparații și a instrucțiunilor privind exploatarea și întreținerea mijloacelor și uneltelor de producție;
- instruirea muncitorilor din echipă asupra modului de realizare a lucrărilor, executarea directă a unor operații sau manevre cu grad de dificultate ridicat, până la

însușirea acestora de către muncitorii din subordine;

- controlul permanent al calității lucrărilor executate de muncitorii echipei pentru a asigura parametrii calitativi prevăzuți în documentațiile tehnice și în scopul prevenirii abaterilor de la prescripțiile acestora;
- oprirea executării lucrărilor în cazul unor abateri grave de la normele de calitate și informarea structurilor superioare;
- respectarea programului de lucru de către toți muncitorii echipei;
- adoptarea de măsuri pentru eliminarea cauzelor care determină nerealizarea normelor de muncă;
- asigurarea desfășurării activității profesionale în deplină securitate și realizarea integrală a măsurilor de protecție a muncii;
- interzicerea participării la lucru a muncitorilor în stare de ebrietate, oboseală, sau fără echipament corespunzător, acordarea primului ajutor în caz de accident, anunțarea imediată a organelor ierarhice superioare;
- înlăturarea cauzelor generatoare de pericol pentru securitatea muncii;
- sesizarea cauzelor care duc la poluarea mediului înconjurător și prevenirea acestora.

Sarcinile individuale vor fi îndeplinite conform planurilor stabilite, termenele stabilite fiind respectate, iar lucrul în echipă se va realiza respectând raporturile ierarhice și funcționale ale organizației, obiectivul echipei fiind îndeplinit de întreaga echipă, având grijă ca neconcordanțele sau evenimentele neprevăzute să fie soluționate în timp util.

*Identificarea cerințelor sarcinii:*

- Se obțin instrucțiunile legate de proceduri de către executant și dacă este cazul se clarifică cu organul competent;
- Se obțin specificațiile relevante pentru rezultatele sarcinii, se înțeleg, și dacă este cazul se clarifică cu organul competent;
- Se identifică obiectivele de realizat;
- Se identifică cerințele sarcinii – de exemplu necesarul de timp sau norma calității.

*Planificarea etapelor necesare îndeplinirii sarcinii:*

- Se înțeleg și se clarifică etapele necesare pentru îndeplinirea sarcinii, pe baza instrucțiunilor și specificațiilor existente;
- Se identifică și se planifică succesiunea activităților care trebuie îndeplinite, conform cerințelor;
- Se verifică etapele și rezultatele planificate pentru a se asigura că acestea sunt în conformitate cu instrucțiunile și specificațiile relevante.

*Revizuirea planului, dacă este cazul:*

- Se identifică și se compară rezultatele cu obiectivele planificate, instrucțiunile privind specificațiile și cerințele sarcinii;
- Se revizuieste, și se corectează planificarea pentru realizarea obiectivelor propuse.

Planificarea sarcinilor, indiferent de importanța acestora, este crucială, întrucât numai printr-o bună organizare se pot atinge parametrii optimi de desfășurare ai activității.

## 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 format 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. Conflictelor 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
- 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



## CAP. 8. ORGANIZAREA ȘI PLANIFICAREA LOCULUI DE MUNCĂ

### 8.1. Aprovizionarea cu materiale. Documentația specifică

Documentația tehnologică de produs se constituie din:

- desene de execuție și asamblare a componentelor din structură;
- fișe tehnologice aferente fiecărei componente din structură;
- listă piese obținute prin diverse tehnologii cum ar fi: prin turnare, sudură, sinterizare, tratamente termice etc;
- listă piese obținute prin cooperare;
- instrucțiuni tehnologice elaborate pentru o anumită operație tehnologică din flux, de exemplu operația de uscare, vidare și umplere cu ulei a transformatoarelor;
- lista AMC (aparaturilor de măsură și control) necesară controlului interoperațional, controlului final sau reglajelor.

**Fișa tehnologică** este documentația de evidență primară și cuprinde informații privind:

- *denumire reper* (sau produs);
- *informații privind masa netă* (masa produsului în stare finită), *masa tehnologică* (masa semifabricatului) din care se prelucrează și se obține reperul și *masa de aprovizionare*;
- *sucesiunea operațiilor tehnologice din flux*, cu descrierea detaliată a fiecăreia, eventual cu menționarea numărului de faze sau treceri;
- *tipul utilajului* necesar executării unor operații din flux.

Utilajele din documentația tehnică pot fi de două tipuri:

- *utilaje standardizate* (strung, mașină de bobinat, mașină de găurit, freză etc.), adică utilaje care sunt utilizate la nivelul economiei naționale pentru fabricarea oricărui alt produs.
- *utilaje nestandardizate*, proiectate și omologate special pentru execuția reperului la care se referă fișa tehnologică.

Tipul utilajului este dat sub formă de cod numeric.

- *norma de timp* [minute/bucată reper], adică timpul necesar pentru execuția operației din flux, pe utilajul precizat anterior;
- *dispozitivele de măsură și control*;
- *atelierile sub formă codificată*, (unde este amplasat utilajul).

**Planul de operații** este un volum cu **file de operații**, care detaliază procesul tehnologic cu mult mai multe amănunte decât fișa tehnologică și se întocmește pentru piese complicate sau executate în număr mare.

Pentru fiecare operație tehnologică se precizează următoarele date generale (vezi modelul din figura 8.1):

Fig. 8.1. Model de pagină Plan de operații [41]

I. M. U. A.		SECTIA	ATELIER	PLAN DE OPERAȚII		DENUMIREA PIESEI			REPER					
BUCUREȘTI				PRELUCRARI MECANICE										
MAȘINA			Nr. inv. profesionale studenți:		SIMBOL PRODUS	OPERAȚIA		Nr. OPER.	COPIA Nr.	PAGINA				
FIRMA (sarcinătorii)			Nr. col.		PIESA DUCĂ PEB. DUC									
					Grupa și Categ. lucr.	Tp	Tb	Ta	TEMP ADAUS					
									Ti	To				
					DISPOSITIV									
					BACIREA									
						NUMELE	numărul Nr.	MODIFICAREA	Data	aprobării				
					Proiectat									
					Desenat									
					Verificat									
					INSTRUCȚIUNI SUPLEMENTARE									
Nr. FAZEI	DENUMIREA FAZEI			SCULE	Scule ajutoare	VERIFICATOARE		BUCIM			SCRIEA			
								a	k	v	n	l	Tb	Ta

1. Date pentru identificarea locului de muncă, respectiv:

ntreprinde rea;

ecția de fabricare;

telierul de fabricare;

2. Date pentru identificarea produsului / piesei, respectiv:

Denumirea produsului, a piesei / reperului

Numărul desenului, poziția, nr. bucăți pe produs;

3. Date pentru identificarea operației tehnologice și paginii planului de operație, respectiv:

Numărul operației tehnologice;

Denumirea operației tehnologice

4. Date privind materialul piesei, respectiv

Standard / Simbol;

Cantitate - stare;

Duritate;

Dimensiuni – secțiuni, lungime, lățime, profil etc.;

Numărul bucăților pe produs;

Valoarea materialului;

5. Date privind mașina unealtă pe care se realizează operația, respectiv

Denumirea;

Simbol;

Firmă / Model;

Numărul pieselor fabricate simultan.

**6. Date privind dispozitivele de lucru, respectiv**

Denumire;

Numărul dispozitivelor;

Caracteristici.

**7. Date privind mediul de lucru, respectiv**

Denumire, Standard / Simbol;

Cantitate; Caracteristici.

**8. Date privind norma de timp pe operație, respectiv**

Grupa și categoria operatorului;

Timpul de bază; Timpul auxiliar;

Timpul de pregătire încheiere;

Timpul de deservire; Timpul unitar.

**9. Date privind proiectantul operației, respectiv**

Numele tehnologului;

Numele normatorului.

**10. Instrucțiuni suplimentare.**

Pentru culegerea, înregistrarea și raportarea datelor, în general se utilizează următoarele documente mai importante: fișa de prezență (pontaj), fișa de planificare, bonul de consum individual și colectiv, bonul de predare, nota de remaniere, nota de rebut, procesul verbal de predare-primire și altele în funcție de specificul firmei.

*Fișa de prezență (pontaj)* servește la notarea zilnică a prezenței la lucru a tuturor lucrătorilor precum și timpul efectiv lucrat.

*Fișa de planificare* servește la defalcarea lucrărilor ce trebuie executate zilnic de oameni și mașini pentru a se asigura încărcarea optimă a fiecărui utilaj și de asemenea pentru a respecta termenul de execuție al lucrărilor.

*Bonul de consum de materiale* pe reper, pe produs sau pe lucrare (bon colectiv) servește ca:

- document de eliberare din magazie a materialelor;
- document justificativ de scădere din gestiune;
- document justificativ de înregistrare în contabilitate.

Se întocmește în două exemplare, pe măsura lansării, respectiv eliberării materialelor din magazie pentru consum, de către compartimentul care efectuează lansarea, pe baza programului de producție și a consumurilor normate, sau de către alte compartimente ale unității, care solicită materiale pentru a fi consumate.

Bonul de consum (colectiv), în principiu, se întocmește pe formulare separate pentru materialele din cadrul aceluiași cont de materiale, loc de depozitare și loc de consum.

În situația în care materialul solicitat lipsește din depozit, se procedează în felul următor:

- în cazul bonului de consum se completează rubrica cu denumirea materialului înlocuitor, după ce, în prealabil, pe verso-ul formularului se obțin semnăturile persoanelor autorizate să aprobe folosirea altor materiale decât cele prevăzute în consumurile normate;

- în cazul bonului de consum (colectiv) se taie cu o linie denumirea materialului înlocuit și se semnează de aprobare a înlocuirii, în dreptul rândului respectiv. După înscrierea denumirii materialului înlocuitor se întocmește un bon de consum separat pentru materialul înlocuitor sau se înscrie pe un rând liber în cadrul aceluiași bon de consum.

În bonul de consum, coloanele "Unitatea de măsură" și "Cantitatea necesară" de pe rândul 2 se completează în cazul când se solicită și se eliberează din magazie materiale cu două unități de măsură.

Dacă operațiunile de predare-primire a materialelor nu pot fi suspendate în timpul inventarierii magaziei de materiale, comisia de inventariere trebuie să înscrie pe documentul respectiv mențiunea "predat în timpul inventarierii".

Conținutul minimal obligatoriu de informații al formularului (vezi figura 1.2.) este următorul:

- denumirea unității;
- denumirea formularului;
- produsul/lucrarea (comanda);
- norma;
- bucăți lansate;
- numărul documentului;
- data eliberării (ziua, luna, anul);
- numărul comenzii;
- denumirea materialului (inclusiv sortimentul, marca, profilul, dimensiunea);
- cantitatea necesară;
- U/M;
- cantitatea eliberată;
- prețul unitar;
- valoarea, după caz;
- data și semnătura gestionarului și a primitorului.

Unitatea				Produs, lucrare (comanda)				Bon de consum (colectiv)					
Număr document	Data			Cod predător	Cod primitor	Nr. comandă						Cod produs	
	Ziua	Luna	Anul										
nr. crt.	Denumirea materialelor (inclusiv sort, marcă, profil, dimensiune)			Cont		Cantitatea necesară	Cod	U/M	Cantitate eliberată	Preț unitar	Valoarea		
	Debitor	Creditor											
Data și semnătura,		Șef compartiment,				Gestionar,				Primitor,			

14-3-4/aA 1/2A4 12

Fig. 8.2. Bon de consum colectiv [42]

**Bonul de predare al produselor** se întocmește după efectuarea ultimei operații necesare pentru realizarea produsului și pe baza lui se face predarea produselor la magazie.

Unitatea:				Produs, lucrare (comanda)				BON DE PREDARE RESTITUIRE TRANSFER						
U	O.P.P.A.D.	Număr document	Data			Cod predător	Cod primitor					Nr. comandă		Nr. poz.
			Zi	Luna	An							Cod produs		
Nr. crt.	Denumirea materialelor (inclusiv sort, marca, profil, dimensiune)		Cont		Cantit. necesară	Cod	U / M	Cant. eliberată	Preț unitar	Valoarea				
			Debitor	Creditor										
Data și semnătura:		Șef de compartiment				Gestionar				Primitor				

Tratat, I. S.C. EXPERT DOC PRINTING S.R.L. Tel: 0948 / 42.93.91 / 0248 / 42.93.82.

Fig. 8.3. Bon de predare [43]

**Nota de remanieră** se face pentru produsele respinse la controlul calitativ, dar care, prin operații de prelucrare suplimentară pot fi transformate în produse bune.

**Nota de rebut** se întocmește pentru produsele cu defecte care nu pot fi remediate prin prelucrări suplimentare și se resping la recepție.

În nota de rebut se înscriu piesele rebutate, cauzele rebutului, muncitorul care le-a rebutat și operațiile efectuate până la rebutare, precum și numele celui care constată rebutul.

Dep.	Subansamblul	<b>NOTA DE REBUT nr.:</b>			
Denumirea piesei		Cantit. rebut (buc)		Kg / buc	
<b>Reper</b>		Indice clasificare rebut:		Cauza:	
				<b>RI</b>	<b>RF</b>
				<b>M</b>	<b>NM</b>
Descrierea rebutului					
Data:	Fabricație:	Calitate:			
<b>CONSTATOR REBUT</b>					
UEL	Centru de cost	Numele și prenumele		Semnătura	
<b>GENERATOR REBUT</b>					
<b>Predarea rebutului:</b>	Predător	Data	Primitor		

Fig. 8.4. Notă de rebut [44]

**Procesul verbal de predare-primire** (figura 1.5.) reprezintă documentul care atestă procesul de predare (respectiv cel de primire) a diverselor produse sau materiale între două societăți comerciale sau persoane fizice.

Orice proces verbal predare primire este necesar să conțină atât datele persoanei sau companiei care a predat bunurile cât și datele celui care intră în posesia lor (în cazul societăților este necesară și ștampila), enumerarea cât mai detaliată a materialelor sau bunurilor predate (denumire și inclusiv serie dacă este cazul) cât și data încheierii procesului verbal de predare-primire.

Procesul verbal de predare primire se întocmește în două exemplare (un exemplar rămâne în posesia celui care predă și unul în posesia celui care primește).

## PROCES VERBAL DE PREDARE-PRIMIRE

Încheiat astăzi, ....., între:

....., cu sediul în  
 ....., str. ...., nr. ....,  
 înregistrată la Registrul Comerțului sub nr. ...., CIF  
 ..... reprezentată de: .....

Numit în continuare Vanzator:

Si:  
 societatea comercială / persoana fizică ....., având  
 CNP/CIF ..... adresa .....

Telefon ..... numit în continuare Cumparator

Vanzatorul a preluat gratuit de la Cumparator următoarele echipamente.:

.....

Predarea acestor echipamente s-a făcut pe baza cumpărării de către Cumparator de la Vanzator a următoarelor produse cu seriile.:

Denumire Prods	Serie

Am primit Am predat

Fig. 8.5. Proces verbal de predare-primire [45]

## 8.2. Igiena și securitatea muncii

### 8.2.1. Conceptul de risc și securitate în muncă

Încă de la începuturile existenței sale omul a fost supus pericolelor și riscurilor de tot felul. Conviețuirea cu riscurile presupune în prezent aplicarea în cadrul organizațiilor a unor principii ale securității în muncă ce au ca scop evitarea transformării riscurilor în accidente de muncă sau boli profesionale.

Din punct de vedere al conceptelor de sănătate și securitate în muncă, riscul poate fi descris ca fiind incertitudinea producerii unui eveniment cu efecte negative asupra sănătății omului.

**Riscul profesional** este definit ca fiind posibilitatea ca un lucrător să sufere o daună în timpul muncii. Riscul este o combinație între gravitatea vătămării și probabilitatea unui pericol de a cauza vătămarea.

Pentru evitarea pericolelor și riscurilor omul trebuie mai întâi să le cunoască, să știe de unde pot apărea și cum se poate proteja împotriva lor; deci pericolele și riscurile trebuie evaluate din timp.

Evaluarea riscurilor reprezintă procesul de estimare/apreciere/măsurare a pericolelor la postul de lucru.

**Securitatea în muncă** este definită ca fiind situația în care cineva sau ceva nu este expus la nici un pericol și la nici un risc.

Deci scopul final al domeniului de activitate de sănătate și securitate în muncă este asigurarea vieții și integrității anatomo – funcționale a omului în procesul muncii.

**Factorii de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională** sunt însușiri, stări, procese, fenomene, comportamente proprii elementelor sistemului de muncă, care provoacă, în anumite condiții, accidente de muncă sau boli profesionale.

În consecință, problema prevenirii accidentelor și bolilor profesionale se reduce la depistarea și eliminarea sau anihilarea acțiunii acestora. Deoarece factorii de risc se regăsesc la nivelul fiecărui element al sistemului de muncă, măsurile de prevenire vor corespunde la cel puțin unul dintre aceste elemente.

#### Clasificarea factorilor de risc:

##### a. după elementul generator:

1. proprii executantului:
  - a. erori de recepție, prelucrare și interpretare a informației;
  - b. erori de decizie;
  - c. erori de execuție;
  - d. erori de autoreglaj.
2. proprii sarcinii de muncă
  - a. conținut sau structură necorespunzătoare a sarcinii de muncă în raport cu scopul sistemului de muncă sau cu cerințele impuse de situațiile de risc (operații, reguli, procedee greșite, absența unor operații, metode de muncă necorespunzătoare);
  - b. sub/supradimensionarea cerințelor impuse executantului, respectiv necorespunzătoare posibilităților acestuia.
3. proprii echipamentelor de muncă
  - a. factori de risc mecanic
  - b. risc termic



- c. risc electric
  - d. risc chimic
  - e. risc biologic, cu acțiune de natură biologică
  - f. risc de suprasolicitare a executantului datorită condițiilor de îndeplinire a sarcinii de muncă
4. proprii mediului de muncă
- a. risc fizic(mecanic, termic, electric )
  - b. risc chimic
  - c. risc biologic, cu acțiune de natură biologică
  - d. risc de sub/suprasolicitare a executantului datorită condițiilor de îndeplinire a sarcinii de muncă,
  - e. mediu social

**b. după modul în care pot acționa asupra organismului:**

1. factori de risc de accidentare în muncă;
2. factori de îmbolnăvire profesională.

Factorii de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională se caracterizează cu ajutorul nivelului de risc. Acesta reprezintă un indicator convențional, ce exprimă sintetic și cumulativ dimensiunea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională existente într-un loc de muncă. El se determină în cadrul activității de evaluare a riscurilor, pe baza combinației dintre gravitatea și probabilitatea consecințelor maxim previzibile ale factorilor de risc existenți în sistemul respective asupra personalului. Cu cât nivelul de risc este mai mic, cu atât securitatea sistemului este mai mare (mărimi invers proporționale).

## **8.2.2. Măsuri de igiena și protecția muncii**

### **1.Măsuri de igiena**

Pentru orice activitate care implică risc de accidente sau îmbolnăviri, angajatorul trebuie să ia următoarele măsuri:

- stabilirea unor reguli de securitate generale și specifice care să reducă riscurile și să prevină îmbolnăvirile

- acordarea de echipament individual de protecție,
- instalații sanitare speciale: spălarea ochilor, antiseptice etc.
- dispoziții speciale în cazul manipulării de substanțe chimice periculoase.

### **2. Măsuri de protecție colectivă:**

- mecanizarea sarcinilor care implică riscuri ;
- modernizarea mașinilor și utilajelor cu elemente de siguranță și protecție a omului;
- montarea exhaustoarelor în halele de producție
- profilaxie: control medical periodic;
- modernizarea instalațiilor sanitare și aducerea lor la standarde europene;
- distrugerea posibilibor vectori de contaminare biologică: dezinsecție, deratizare;
- curățarea și dezinfectarea locurilor de muncă.

### **3. Măsuri de protecție individuală:**

- respectarea procedurilor de lucru;
- instruirea corespunzătoare în domeniul securității și sănătății în muncă;
- obligativitatea purtării echipamentului individual de protecție din dotare;
- vaccinarea lucrătorilor expuși la riscuri biologice.
- menținerea igienei personale;
- menținerea poziției corecte a corpului în timpul lucrului.

#### 4. Echipamente individuale de protecție (EIP) și echipamente individuale de lucru (EIL)

**EIL = echipament individual de lucru** – echipament utilizat în procesul muncii pentru protejarea îmbrăcăminteii personale împotriva uzurii și murdăririi excesive.

**EIP = echipament individual de protecție** – orice dispozitiv sau mijloc destinat a fi purtat sau ținut de o persoană în scopul de a se proteja împotriva unuia sau mai multor riscuri referitoare la sănătate și securitate (vezi figura 1.6.).

##### Clasificarea echipamentelor individuale de protecție:

- După gradul de protecție asigurat
- După zona corpului protejată



Fig.8.6. Echipamente de protecția muncii [46]

Toate echipamentele din tabelul 8.1. sunt conforme cu cerințele legislative din UE.

*Tabelul 8.1 Clasificarea echipamentelor de protecția muncii după zona protejată, gradul de protecție și caracteristici [46]*

Zona protejată		Gradul de protecție	Caracteristici
C A P	Căști	Protecție la instalațiile electrice sub tensiune;	- realizate din materiale rezistente la șocuri mecanice - curent de joasă și de înaltă tensiune.
		Protecție forestieri;	- realizate din materiale rezistente la șocuri mecanice, prevăzute cu antifoane și ecran de plastic pentru protecția feței.
		Protecție pompieri;	- realizate din materiale rezistente la șocuri mecanice , șocuri termice, anticalorice, ignifuge; - sunt prevăzute cu viziere rabatabile și protector al gâtului și a cefei.
		Protecție metalurgiști	- realizate din policarbonat armat cu fibră de sticlă, rezistente la șocuri mecanice , antitermice , ignifuge.
	Protecție construcții	- realizate din materiale rezistente la șocuri mecanice , antitermice.	
Măști	Protecția împotriva prafului grosier, pulberilor, ceată, fum;	- În funcție de gradul de protecție asigurat ele se realizează din material neșesut, în straturi multiple cu sau fără supape, sau din diverse materiale plastice sau cauciuc care au incorporate 1-2 filtre de cărbune cu un grad foarte ridicat de reținere și absorbție a noxelor.	
Antifoane	Protecția împotriva zgomotului	- Căști antifon, externe, realizate din mase plastice cu posibilitate de reglare a poziției și a volumului. - Antifoane <b>interne</b> de unică folosință, sau reutilizabile, din spumă poliuretanică foarte comode la purtat.	

	<b>Viziere și ochelari</b>	Vizieră de protecție cu prindere pe cască ;	-suportul din material plastic este compatibil cu majoritatea căștilor de protecție; - viziera din policarbonat interschimbabilă, asigură montare rapidă , protecție eficientă împotriva stropilor de substanțe chimice și particule solide în mediile unde se impune și folosirea unei căști de protecție
		Vizieră de protecție cu prindere pe cască pentru electricieni	-asigură protecția feței la efectele termice ale arcului electric; - suportul din masă plastică este compatibil cu majoritatea căștilor de protecție; - viziera interschimbabilă este din policarbonat; - montare rapidă.
		Suport și vizieră de protecție cu prindere pe cască pentru lucrări de sudură ;	-compatibilitate cu majoritatea căștilor de protecție - montare rapidă - asigură protecție la lucrări de sudură în mediile unde se impune și folosirea căștii de protecție.
<b>Mănuși de protecție</b>	electroizolante	-fabricate din latex natural după o tehnologie specială de imersie repetată și vulcanizare, protecție la curent de joasă și de înaltă tensiune; - formă anatomică, durată de folosință îndelungată.	
	antichimice	- mănușă antichimică universală - bună rezistență la detergenți, dezinfectanți, chimicale de uz industrial, la acizi și baze, la uleiuri și carburanți - bună rezistență mecanică.	
	Anticalorică, mecanică	-sunt din piele șpalt sau din textile, și se folosesc pentru pompieri, sudori, metalurgiști, muncitori forestieri.	
	Universală	Sunt din material textil , cauciuc sau masă plastică, realizate în diverse sortimente în funcție de destinație.	
		Costum salopetă cu sau fără pieptar, halate pentru femei și pentru bărbați, combinezoane,	

Îmbrăcăminte de corp	<b>Echipament de lucru:</b>	basmale, bonete, șepci, capișoane; sunt realizate din bumbac 100% sau în amestec, comode, igienice, ușor de întreținut.	
	<b>Echipament de protecție</b>	<b>Avertizare</b>	Vestă reflectorizantă din materiale ușoare, în culori electrice rezistente la lumină, cu dungă reflectorizante.
		<b>Antiacid</b>	Se realizează din materiale textile rezistente la acțiunea acizilor. Varianta de vară cuprinde toată gama de echipament de lucru pe care va fi scris antiacid; . materialul textil nu va conține fibre celulozice.  Varianta de iarnă va fi realizată din materiale matlasate, care vor proteja și de frig.  Șorț din materiale rezistente la acizi.
		<b>Ignifug</b>	Este rezistent la aerul electric, anticaloric, izolează corpul de căldura ridicată , de flacără.
		<b>Antifrig</b>	- vestă matlasată, jachetă matlasată cu mâneci detașabile, pantaloni, costum matlasat, pufoaică, combinezon matlasat, șubă îmblănită. Capișon din lână, bumbac sau PNA. Sunt realizate din materiale textile ușoare termoizolante, trebuie să fie comode, igienice, ușor de întreținut.
		<b>Anticaloric</b> c protecție pentru solicitări intense •Protecție împotriva căldurii radiante și contact direct cu flacăra	- Costum anticaloric, manta anticalorică, șorț anticaloric din piele șpalt, palmare, capișon. Materialele din care sunt realizate conțin inserții stratificate de aluminiu, aramide cu proprietăți termoizolante și barieră de vapori inclusă  - Include compartiment la spate pentru aparat respirator izolat.
		<b>Intemperii</b>	Echipamente de lucru realizate din materiale impermeabile la : vânt, apă, umiditate ridicată.
<b>Cizme de</b>	<b>Universală</b>	Cu sau fără bombu metalic asigură	

<b>Încălțăminte</b>	<b>protecție</b>		protecție la apă, noroi, uleiuri, baze, produse petroliere.
	<b>din cauciuc</b>	<b>Electroizolante</b>	Sunt din latex realizate după o tehnologie specială și asigură protecție la curent de joasă și înaltă tensiune.
		<b>Din piele</b>	<b>Pantofi</b>
	<b>Bocanci</b>		
<b>Alte categorii</b>	<b>Centura de siguranță</b>		Prezintă calități excelente pentru cărarea echipamentelor. Purtătorii pot sigur și rapid să-și asigure poziția la înălțime. La mișcarea pe frânghii fixe, centura poate trece dintr-un punct de ancorare în altul, foarte ușor, asigurând astfel o protecție permanentă.

În cadrul procesului de instruire în domeniul securității și sănătății în muncă, a lucrătorilor expuși la riscuri și îmbolnăviri, vor fi transmise toate informațiile necesare, referitoare la:

- riscurile la care sunt expuși;
- reguli de igienă;
- mijloace de evitare a expunerii;
- utilizarea obligatorie a echipamentului individual de lucru și de protecție;
- modalitățile de triere, colectare, depozitare, transport, eliminare a deșeurilor;
- prevenirea și gestionarea incidentelor;
- proceduri de urgență în caz de accident.

### 8.2.3. Măsuri de protecție a muncii la lucrul cu unelte manuale

1. Uneltele de mână trebuie să fie confecționate din materiale corespunzătoare operațiilor ce se execută.

2. În cazul activității în atmosferă cu pericol de explozie, se vor folosi unelte confecționate din materiale care nu produc scântei prin lovire sau frecare.

3. Uneltele manuale acționate electric sau pneumatic trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de fixare a sculei și cu dispozitive care să împiedice funcționarea lor necomandată.

4. La uneltele dotate cu scule ce prezintă pericol de accidentare (pietre de polizor, pânze de fierăstrău, burghie etc.), acestea vor fi protejate împotriva atingerii accidentale cu mâna sau altă parte a corpului.

5. Uneltele de mână rotative cu acționare pneumatică vor fi dotate cu limitatoare de turație.

6. Este strict interzisă folosirea uneltelor cu suprafețe fisurate, deformate, știrbite sau a uneltelor improvizate.

7. Cozile și mânerele uneltelor trebuie să fie bine fixate, netede și de dimensiuni care să permită prinderea lor sigură și comodă. Pentru fixarea cozilor și mânerelor în scule se vor folosi pene metalice.

8. Uneltele de mână prevăzute cu articulații (foarfeci, clești, chei etc.) nu trebuie să aibă joc în articulație. Ele vor fi așezate astfel încât să aibă orientată spre exterior partea de prindere.

9. Când se efectuează lucrări la înălțime uneltele manuale se păstrează în saci de scule rezistenți și bine fixați de corp, pentru a fi asigurate împotriva căderii.

10. În timpul transportului, părțile tăioase ale uneltelor de mână trebuie protejate cu teci sau apărători adecvate.

#### **8.2.4. Măsuri de protecție a muncii la utilizarea instalațiilor și echipamentelor electrice**

1. Asigurarea inaccesibilității elementelor care fac parte din cicuitele electrice prin izolarea electrică a conductoarelor, folosirea carcaselor de protecție legate la pământ, îngrădirea cu plase metalice sau cu tăblii perforate respectându-se distanța impusă până la elementele sub tensiune, amplasarea conductoarelor electrice la o înălțime inaccesibilă atingerilor accidentale.

2. Folosirea tensiunilor reduse (12, 24 și 36 V) pentru lămpile și sculele electrice portative, evitarea răsucirii sau încolăcirii cablului de alimentare în timpul lucrului, evitarea trecerii cablului peste drumul de acces și în locurile de depozitare a materialelor, interzicerea reparării sau remedierii defectelor în timpul funcționării.

3. Folosirea mijloacelor individuale de protecție principale (tije electroizolante, clești izolanți, scule cu mânere izolate), secundare (echipament de protecție, covorașe de cauciuc, platforme și grătare izolante) și a mijloacelor de avertizare (plăci avertizoare, indicatoare de securitate, îngrădiri provizorii).

4. Deconectarea automată în cazul apariției unei tensiuni de atingere sau a unor scurgeri de curent periculoase.

5. Separarea de protecție cu ajutorul unor transformatoare de separație.

6. Izolarea suplimentară de protecție.

7. Protecția prin legare la pământ.

8. Protecția prin legare la nul.

#### **8.2.5. Prevenirea și stingerea incendiilor (PSI)**

Prevenirea și stingerea incendiilor precum și evitarea exploziilor este o problemă strâns legată de protecția muncii, deoarece atât incendiile cât și exploziile constituie cauza unor accidente grave de muncă.

Cauzele generale ale incendiilor se pot grupa în trei categorii:

- Cauze interne legate de procesul tehnologic
- Întreținerea necorespunzătoare a instalațiilor sau greșeli ale personalului
- Cauze exterioare.

Pentru evitarea apariției de incendii vor trebui respectate următoarele reguli :

- Sălile de echipamente și stațiile de electroalimentare vor fi prevăzute cu detectoare și avertizoare de incendiu
- Toate circuitele prin care circulă curenți importanți vor fi prevăzute cu siguranțe calibrate
- Circuitele de forță vor fi dimensionate corespunzător astfel încât să nu se producă supraîncărcări ale acestora
- Se va asigura o ventilare corespunzătoare pentru componentele ce ating o temperatură mare în funcționare
- Nu se vor depozita materiale inflamabile sau cu potențial exploziv în sălile de echipamente.
- Nu se vor supraîncărca prizele și cordoanele prelungitoare
- Nu se vor lăsa nesupravegheate aparatele electrice de încălzire

În domeniul prevenirii și stingerii incendiilor, normele de protecție a muncii prevăd următoarele reguli :

- La toate locurile de muncă vor exista stingătoare de incendiu și va fi instruit personalul cu privire la modul de folosire
- La incendiile apărute în instalațiile electrice mai întâi se va deconecta alimentarea cu tensiune după care vor fi folosite numai stingătoare cu pulbere și bioxid de carbon, fiind strict interzisă folosirea stingătoarelor cu spumă, deoarece prezintă risc de electrocutare.
- Vor fi afișate la loc vizibil scheme cu căile de acces ce vor fi folosite pentru evacuarea personalului
- Căile de acces nu vor fi blocate de nici un obstacol (diverse obiecte depozitate)



Fig. 8.7. Stingătoare de foc cu spumă și pulbere [37]

Toate accidentele produse la locul de muncă, în timpul programului de muncă și orice început de incendiu se anunță în cel mai scurt timp la numărul unic de urgență 112.



### 8.2.6. Acordarea primului ajutor

**Trusa de prim ajutor** este o trusă sanitară care se compune dintr-o cutie din material plastic, cu colțuri și muchii rotunjite, în care sunt depozitate instrumente și materiale sanitare, medicamente și materiale diverse.

Trusa de prim ajutor este omologată de Ministerul Sănătății și este obligatorie în posturi fixe de acordarea primului ajutor fără cadre medicale în spații în care se desfășoară activități :

- industriale, agricole și de prestări de servicii;
- comerț;
- învățământ, proiectare-cercetare
- culturale și recreative



Figura 8.8. Trusa de prim ajutor [47]

#### Condiții de omologare

- a) să asigure etanșeitatea corespunzătoare pentru protejarea conținutului față de praf și umezeală printr-un sistem de închidere ferm;
- b) să fie inscripționată, vizibil de la o distanță de minimum 5 m, cu denumirea produsului și a furnizorului său, după caz, a producătorului;
- c) să permită vizualizarea conținutului sau să aibă inscripționată lista conținutului;
- d) să fie dimensionată și compartimentată corespunzător, în vederea depozitării și asigurării integrității componentelor prevăzute.

#### Conținut:

- alcool sanitar, alcool iodat, rivanol soluție, perogen,
- feșe din tifon, leucoplast, plasturi, vată hidrofila, comprese sterilă, pansamente cu rivanol,
- foarfece cu vârf bont, pipe Guedel, deschizător de gură, garou elastic, atele,

- bandaj triunghiular, mănuși de examinare, ace siguranță, pahar de unică folosință.

#### **A. Primul ajutor în caz de hemoragie (plăgi):**

*Hemoragie* este numită scurgerea sângelui din vasele sangvine la lezarea integrității pereților acestora.

În funcție de vasul de sânge care este afectat diferențiem hemoragia: arterială, venoasă, capilară și mixtă.

În caz de hemoragie externă, sângele se revarsă în mediul extern. În caz de hemoragie internă se revarsă în cavitățile organismului. Hemoragia arterială se caracterizează prin sânge de culoare roșu aprins, pulsativ, în ritmul bătăilor cardiace. În cazul hemoragiei venoase, sângele are o culoare vișinie întunecată, se prelinge lent, fără semne de stopare de sine stătătoare. În cazul hemoragiei dintr-o venă magistrală este posibilă pulsația în ritmul respirației. În caz de hemoragie capilară sângele se elimină egal de pe toată suprafața plăgii.

Primul ajutor în caz de hemoragie depinde de caracterul ei și constă în oprirea provizorie și transportarea victimei la cea mai apropiată instituție medicală. În majoritatea cazurilor hemoragia poate fi oprită prin pansament obișnuit sau compresiv. Garoul se aplică numai în caz de hemoragie arterială masivă, atunci, când prin alte metode nu este posibilă stoparea.

#### **B. Primul ajutor în fracturi:**

Transportarea pacienților nu se face până nu s-a acordat ajutorul minimal necesar: efectuarea reanimării cardio-respiratorii, oprirea hemoragiei, imobilizarea pentru transport, bandajarea rănilor și a arsurilor, administrarea preparatelor analgezice.

Pentru transport trebuie folosite brancarde și scuturi (scânduri lungi), iar în caz de lipsă sau insuficiență a lor pe brancarde improvizate. Tărgile improvizate pot fi făcute din diferite mijloace: bețe, scânduri, haine de iarnă sau de vară, schiuri și bețele de la ele, cearșafuri mari sau alte bucăți de pânză, pături, etc.

În unele cazuri, la distanțe scurte, la extragerea din mașinile accidentate, din gropi, răniții pot fi transportați și pe mâini de 1 sau 2 salvatori.

Schimbarea accidentatului de pe pământ pe o targă sau scut, mai ales atunci când se presupun (sau la sigur sunt prezente) fracturi ale coloanei vertebrale, oaselor bazinului și a oaselor mari, se va face obligator de 4-5 salvatori (4 din ei vor schimba pacientul iar unul va manipula targa sau scutul sau va coordona mișcările concomitente ale celor 4 colegi).

Este deosebit de important de a limita sau evita deplin mișcările în locul fracturii.

Poziția victimei pe targă trebuie să prevină apariția complicațiilor posibile, asfixia cu mase vomitive sau sufocarea. În unele cazuri îi vom permite sinistratului să ocupe singur poziția confortabilă pentru el.

Pacienții cu traume cerebrale se vor transporta cu capul (sau și tot corpul) pe o parte pentru a evita asfixia cu mase vomitive.

Pacienții cu traume abdominale se transporta cu fața în sus și picioarele îndoite din genunchi.

Pacienții cu traume ale spatelui se transporta culcați pe o parte sau cu fața în jos – cum le este mai ușor să se așeze.

Pacienții cu traume ale cutiei toracice, cu pneumotorax, emfizem, rupturi de coaste, se vor transporta în poziție semișezândă, la spate li se pune un sul mare din haine sau alte obiecte.

Pacienții cu fracturi ale coloanei vertebrale sau o oaselor bazinului se transporta pe scut (scândură), brancarda fiind folosită doar în cazurile când real nu poate fi găsit nici un scut.

### ***C. Primul ajutor în electrocutări.***

1. Se scoate imediat victima de sub influența curentului electric.
2. Dacă este posibil se folosesc în acest scop întrerupătoarele respective. Dacă nu sunt întrerupătoare în apropiere, conductorul prin care circulă curentul electric trebuie îndepărtat de la victimă cu orice obiect uscat nemetalic (lemn, plastic, cauciuc) sau cu orice obiect metalic, dar folosind mănuși de cauciuc pentru auto-protejare.
3. Dacă suprafața electrică de contact nu este o sârmă, încercați să depărtați victima de la sursa de curent, trăgând de haina uscată sau folosind aceleași obiecte nemetale.
4. Nu se permite atingerea victimei sau a sursei de curent cu mâinile goale.
5. Nu se permite apropierea de victimă, fără de mijloacele necesare de auto-protecție în caz de ploaie, noroi, zăpadă.
6. Dacă victima este expusă unui curent electric de înaltă tensiune, apropierea de ea se face cu pași cât mai mici, târând picioarele de pământ (este posibilă electrocutarea salvatorului prin formarea unui arc electric).
7. Dacă victima se afla la înălțime, se vor lua măsurile necesare pentru evitarea traumatismului în caz de cădere.

#### *După eliberarea victimei de sub curentul electric:*

1. Se verifică imediat prezența respirației și a bătăilor inimii. În caz de necesitate se începe imediat reanimarea. Tipic pentru reanimarea pacienților cu electrotraume este faptul, că ei au mai multe șanse de supraviețuire, deoarece organismul este practic sănătos, neafectat de boli acute. În aceste cazuri se permite prelungirea duratei de reanimare până la 45 minute – 1 oră.
2. Dacă respirația și pulsul sunt prezente, se examinează locurile de intrare și de ieșire a curentului electric (mâinile, picioarele, corpul), acolo pot fi prezente arsuri de diferită adâncime și suprafață. În caz de depistare a arsurilor, tactica este aceeași ca la arsurile termice cu flacără, se aplică pansamente sterile.
3. În caz de necesitate se dau medicamente analgezice, calmante și cardiace.
4. Acordarea ajutorului în caz de traumatizare prin fulger este aceeași ca la electrocutare. Starea generală a victimei este mai gravă, mai des are loc oprirea respirației și inimii.

Orice persoană care a suferit în urma electrotraumei, necesită internare la spital pentru observare, indiferent de starea victimei, acceptarea sau refuzul internării deoarece există riscul de oprire bruscă a inimii și a respirației după un anumit timp de la electrocutare.

### ***D. Primul ajutor în arsuri.***

#### *a) În arsura cu flacără:*

1. De stins urgent flacăra cu apă, zăpadă, sau prin acoperirea cu o pătură sau haină, fără învelirea capului, pentru evitarea intoxicației cu oxid de carbon și evitarea arsurilor căilor respiratorii.
2. După posibilitate, de scos hainele arzânde sau de tăiat. O metodă de a stinge hainele în flăcări este culcarea victimei pe pământ. Nu se permite stingerea flăcărilor cu mâinile goale.  
Suprafața arsă poate fi stropită timp de 15-20 minute cu apă curată, rece sau acoperirea cu zăpadă, pentru micșorarea durerii și prevenirea edemelor.
3. Pe suprafețele mari de arsură se aplică o fașă sterilă și urgent se internează victima.
4. Victimei i se administrează preparate analgezice și sedative.

5. În nici un caz nu se vor sparge bulele formate. Pe suprafețele arse nu se aplică unguente, grăsimi, uleiuri, lactate sau alte lichide. Toate aceste substanțe pot serios dauna pacientului, infectează rana, formează o peliculă densă, ce duce la supraîncălzirea locului dat și la agravarea arsurii și urmărilor ei. Se permite numai udarea cu apa curată și rece și aplicarea medicamentelor destinate special pentru arsuri. În cazuri aparte se permite aplicarea unor șervețele sterile, udate cu soluție slabă de alcool (până la 30°), care are efect analgezic și dezinfectant.

*b) În arsura cu lichide fierbinți:*

1. Se stropește cu apă rece locul arsurii sau se scufundă în apă rece.
2. Haina nu se scoate în mod obișnuit. Este preferabilă tăierea ei. Suprafața arsurii este foarte sensibilă și ușor poate fi distrusă pielea sau bulele formate.
3. Nu se aplică pe arsuri nicio substanță la întâmplare, deoarece prin pielea traumatizată de arsură absorbția oricăror substanțe are loc cu o viteză de multe ori mai mare decât prin pielea sănătoasă. În acest caz pot apărea alergii, intoxicații sau alte efecte nedorite.

*c) În arsura cu substanțe chimice:*

1. Se scoate sau se taie hainele îmbibate cu această substanță chimică.
2. Suprafața afectată se spală bine 15-20 minute sub apă curgătoare, până la dispariția mirosului specific al substanței respective. Șuvoiul de apă trebuie îndreptat perpendicular suprafeței arse și nu de-a lungul ei, în așa fel ca suprafața de prelingere a apei să fie cât mai mică posibil, pentru a evita răspândirea arsurii.
3. În caz de arsura cu acid sulfuric, suprafața nu se spală cu apa curată, deoarece aceasta duce la lărgirea suprafeței arse. Spălarea se face cu soluție de săpun, cu soluție de bicarbonat de sodiu (1 linguriță la 1 pahar de apă).
4. În caz de arsură cu acizi, după efectuarea spălăturii, pe suprafața arsurii se pot aplica șervețele udate cu soluții bazice (bicarbonat de sodiu).
5. În caz de arsuri cu baze, după spălare se aplică șervețele udate cu soluții acide, oțet de masă (1 la 1 cu apa), sare de lămâie sau suc natural de lămâie.
6. Soluțiile neutralizante nu se aplică înainte de a face spălătura cu apă, deoarece poate avea loc o reacție chimică puternică, ce poate duce la agravarea arsurii.
7. În caz de arsura cu var nestins, suprafața se absoarbe cu tifon uscat și nu se spală cu apă, deoarece la contactul apei cu varul nestins are loc o reacție chimică cu eliminarea unei cantități mari de energie termică, ceea ce poate duce la agravarea arsurii. Spălarea se va face după eliminarea resturilor de var de pe piele. După spălare, se permite aplicarea unui strat subțire de ulei vegetal.
8. La contactul pielii cu smoală, pielea se curăță cu un tampon îmbibat cu petrol sau benzină. În acest caz trebuie respectată tehnica securității anti incendiere.

După orice arsură, indiferent de adâncimea și suprafața lor, sau starea pacientului, pacientul trebuie examinat de un medic.

Pentru acordarea primului ajutor se recomandă pregătirea unor lucrători din cadrul societății, care să fie prezenți aproape în permanență la locul de muncă.

## 8.3. Organizarea locului de muncă

### 8.3.1.Întreținerea curățeniei la locul de muncă

În scopul desfășurării activității în deplină securitate a muncii se vor respecta următoarele prevederi:

Toate căile de acces ale spațiilor de lucru vor fi menținute în stare de curățenie, libere de orice obstacol și vor fi marcate vizibil pentru a se evita expunerea salariaților la accidente. Căile de acces vor fi nivelate, podite sau pavate și amenajate în vederea scurgerii apei. Iarna, căile de acces vor fi curățate de zăpadă și presărate cu materiale antiderapante (nisip, sare, rumeguș etc.).

Pentru autovehicule vor fi prevăzute drumuri sau spații de întoarcere cu o rază de curbură care să permită manevre nepericuloase. Pe căile de circulație ale autovehiculelor vor fi amplasate, la loc vizibil, plăcuțe cu semnele de circulație.

Acolo unde este cazul (diferențe de nivel) se vor amenaja rampe de încărcare-descărcare, la cote de nivel corespunzătoare platformei mijloacelor de transport și prevăzute cu dispozitive de egalizare sau podețe de trecere cu înălțime variabilă. Se vor amenaja și întreține platforme pentru accesul persoanelor cu dizabilități.

Diversele mărfuri vor fi depozitate în spații distincte, special amenajate, în funcție de natura mărfii.

În spațiile de lucru se va asigura un iluminat corespunzător (natural, artificial sau mixt) conform prevederilor normelor specifice.

Tipul de construcție al corpurilor de iluminat se va alege în funcție de caracteristicile mediului în care acestea vor fi utilizate: umiditate mare, pericol de explozie, de incendiu etc.

Pe timp de noapte se va asigura un iluminat corespunzător al căilor de acces din curte.

În încăperile sau în apropierea echipamentelor tehnice, unde au loc degajări de căldură, se vor prevedea mijloace pentru controlul temperaturii, fiind interzisă scoaterea din funcțiune a acestora.

În spațiile de lucru cu degajări mari de căldură, vor fi adoptate măsuri speciale de protecție privind:

- organizarea întreruperilor periodice ale activității sau reducerea timpului de muncă, în funcție de condițiile concrete de muncă;
- amenajarea de spații speciale pentru repaus, care să permită restabilirea echilibrului termic;
- utilizarea dușurilor de aer, perdelelor de apă, perdelelor de aer, ecranelor;
- pulverizarea cu apă pe suprafețele radiante.

Atunci când este necesar un microclimat strict controlat, se va urmări să nu se creeze curenți de aer supărători (viteza aerului: max. 0,10m/s ).

Umiditatea aerului va fi între 40 și 70 % pentru a se evita uscarea mucoaselor.

Zgomotul emis de echipamentele care aparțin postului de muncă nu trebuie să distragă atenția și să perturbe comunicarea verbală.

Instalațiile de ventilare nu trebuie să antreneze prin funcționarea lor o creștere semnificativă (mai mare de 3 dB) a nivelurilor sonore din aceste încăperi.

În cazul muncii în aer liber se vor lua măsuri care să prevină răcirea sau supraîncălzirea salariaților, prin întreruperi periodice ale activității, a căror durată și frecvență vor fi conform

propunerilor conducerii firmei. De asemenea, se vor amenaja spații fixe sau mobile pentru protejarea salariaților împotriva condițiilor meteorologice nefavorabile.

Pentru așezarea și manipularea reperelor din rafturi, spațiile de depozitare vor fi dotate cu scări simple sau duble care vor fi prevăzute cu dispozitive de prindere în partea superioară și plăci de cauciuc în partea inferioară (pentru scările simple), iar cele duble cu lanț de siguranță și plăci de cauciuc pe partea inferioară.

Mobilierul din birouri va fi amplasat astfel încât să se obțină o stabilitate corespunzătoare. Rafturile se vor prinde de pereți prin dispozitive speciale de prindere. Periodic se va verifica orizontalitatea rafturilor.

### 8.3.2. Ergonomia locului de muncă

Amenajarea locului de muncă trebuie realizată astfel încât:

- să ofere salariaților confort și libertate de mișcare și să diminueze într-o cât mai mare măsură riscurile de natură vizuală, mentală și posturală;
- să permită o bună corelare între caracteristicile antropofuncționale ale utilizatorilor și munca lor prin asigurarea posibilităților de reglare a diferitelor elemente componente ale locului de muncă;
- distanțele și unghiurile de vedere să fie în raport cu cerințele sarcinii de muncă și în conformitate cu poziția de lucru standard;

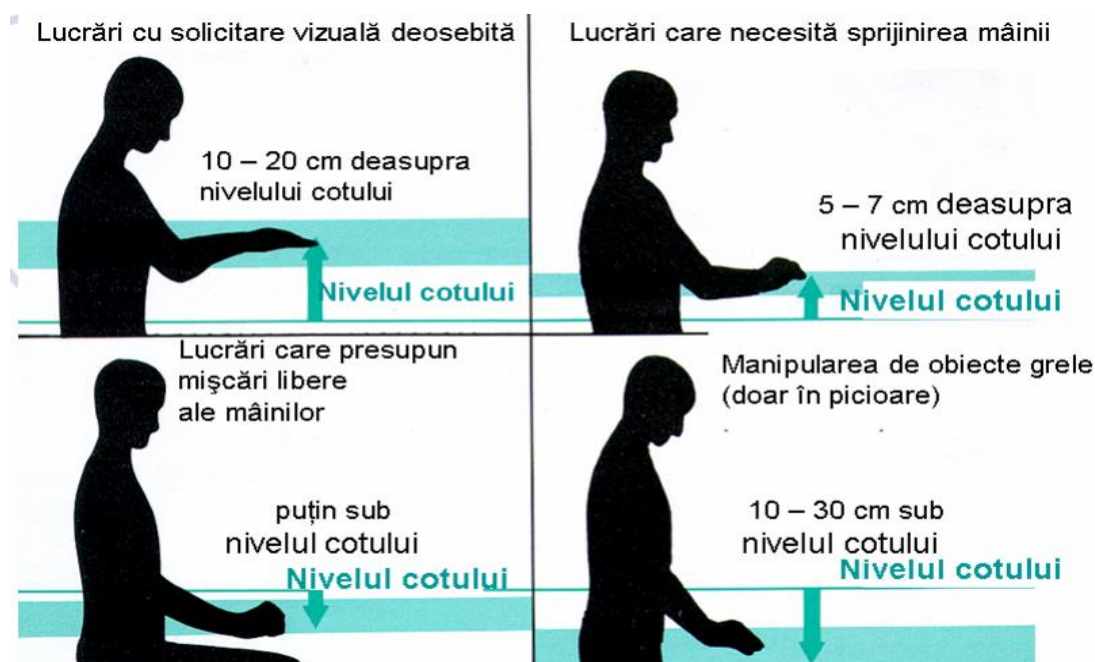


Fig. 8.9. Înălțimea planului de lucru [21]

- distanța dintre planul de lucru și suprafața de ședere să fie cuprinsă între 200 și 260 mm, în poziție așezat;
- să fie posibilă reglarea înălțimii mesei fără risc de coborâre și deci de rănire;
- să se elimine posibilitatea basculării planului de lucru;
- să se asigure accesul ușor și rapid al utilizatorilor la locul lor de muncă;

- să se asigure un spațiu de lucru care să răspundă nevoilor de spațiu personal, de comunicare între indivizi și de intimitate.

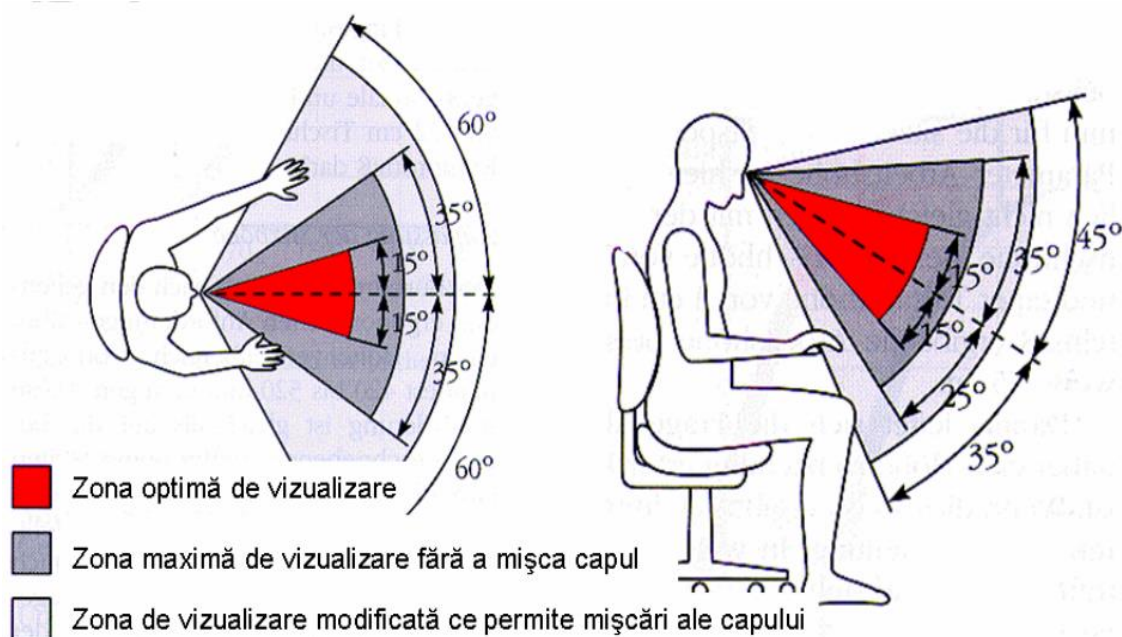


Fig 8.10. Zona de vizualizare [48]

#### Echipamentul cu ecran de vizualizare

- Utilizatorul unui astfel de echipament trebuie să poată înclina, bascula sau roti ecranul, oricare ar fi înălțimea ochilor deasupra planului de lucru, pentru a păstra o poziție de lucru confortabilă și pentru a evita reflexiile și efectul de orbire.
- Înălțimea optimă a centrului ecranului trebuie să corespundă unei direcții de privire înclinate între  $100^{\circ}$  și  $200^{\circ}$  sub planul orizontal care trece la nivelul ochilor.
- Înălțimea tastaturii trebuie să asigure, în timpul utilizării, un unghi între braț și antebraț de minimum  $90^{\circ}$ .
- Este necesar ca ecranul, suportul de documente și tastatura să fie amplasate la distanțe aproximativ egale față de ochii utilizatorului, respectiv  $600 \pm 150$  mm.
- Trebuie să se reducă la minimum vibrațiile inerente sau transmise de echipament.

#### Masa (planul) de lucru

- Planul de lucru va avea o suprafață suficientă pentru o amplasare flexibilă a monitorului, tastaturii, documentelor și echipamentului auxiliar.
- Lățimea minimă a mesei va fi de 800 mm.
- Suprafața de lucru trebuie să fie mată pentru a evita reflexiile. Sunt contraindicate culorile deschise care pot produce un contrast excesiv de luminanță.
- Mesele nereglabile vor avea o înălțime de  $730 \pm 10$  mm.
- în condițiile în care echipamentul de calcul este utilizat succesiv de mai multe persoane, mesele vor fi reglabile în înălțime, cu posibilități de reglare între 650 și 740 mm.
- Adâncimea minimă a spațiului liber disponibil pentru membrele inferioare sub planul de lucru va fi de 700 mm.

- Materialul din care este confecționat planul de lucru nu trebuie să fie rece la atingere sau să antreneze o conductivitate excesivă a căldurii către corpul utilizatorului.

Scaunul de lucru

- Scaunul trebuie să fie stabil și să-i permită utilizatorului libertate de mișcare și o poziție confortabilă.

- Înălțimea scaunului trebuie să poată fi reglabilă.

- Atunci când înălțimea scaunului nu poate fi reglată pentru a se adapta unor utilizatori de talie mică, se va prevedea un reazem pentru picioare.

## **8.4. Pregătirea pentru integrarea la locul de muncă**

### **8.4.1. Cerințele locului de muncă**

Pentru ca o firmă să aibă performante mai ridicate și rate de creștere mai înalte aceasta funcționează pe baza unor principii:

- ocuparea tuturor posturilor de persoane motivate și capabile să-și îndeplinească atribuțiile
- exprimarea clară a specificațiilor și abilităților necesare pentru ocuparea fiecărui post
- alegerea angajaților pe criterii bine definite
- evaluarea nevoilor personalului pe baza unui audit privind viitoarele nevoi ale acestuia

Procesul de selecție a unei persoane pentru fiecare post este realizat printr-o definire sistematică a cerințelor fiecărui post, a abilităților, a cunoștințelor pe care angajații trebuie să le posedă pentru a îndeplini fiecare sarcină.

În definirea postului se parcurg următoarele etape:

1. se realizează o analiză a postului
2. se elaborează o descriere a postului
3. se întocmește o fișă de specificare a postului

Analiza posturilor se referă la conținutul și cerințele postului și nu la analiza persoanelor care le ocupă.

Analiza postului ne oferă informații cum ar fi:

Denumirea postului; Departamentul; Supravegherea necesară; Descrierea postului; Tipuri de materiale utilizate; Tipurile de echipamente utilizate; Calificările necesare; Cerințele privind experiența, educația; Condiții de lucru.

Analiza postului este utilizată pentru a obține o descriere a postului care să definească îndatoririle asociate fiecărei sarcini, și alte responsabilități specifice fiecărui post în parte.

Descrierea postului acoperă următoarele cerințe:

- activitățile mentale și fizice
- condițiile de munca
- riscurile postului respectiv



- intervalul de timp aproximativ pe care ar trebui să-l petreacă angajatul cu fiecare activitate.

**Fișa de specificare a postului** descrie persoana ideală pentru ocuparea postului.

Această specificare detaliază cunoștințele, calitățile, abilitățile și talentele necesare pentru a avea o performanță satisfăcătoare.

**Fișa de specificare a postului** oferă un standard de comparație a potențialilor candidați și ar trebui să se afle la baza procesului de recrutare.

Criteriile de evaluare:

1. Pregătirea profesională impusă ocupantului postului

- pregătirea de bază, studii absolvite
- pregătirea de specialitate, și anume: calificarea economică, tehnică medie, superioară

2. Experiența necesară executării operațiilor specifice postului

- experiența în muncă, în specialitatea cerută de post
- perioada necesară inițierii în vederea executării operațiilor specifice postului

3. Dificultatea operațiilor specifice postului

- complexitatea postului
- gradul de autonomie în acțiune
- efortul intelectual caracteristic efectuării operațiilor specifice postului

4. Responsabilitatea implicată de post

- responsabilitatea de conducere și coordonare de structuri, echipe sau proiecte
- responsabilitatea pregătirii unor decizii
- păstrarea confidențialității documentelor elaborate

5. Sfera relațiilor

- gradul de solicitare din partea structurilor interne/externe
- gradul de solicitare din partea clienților și/sau subiecților serviciilor oferite de organizație

**Poziția în structura organizatorică**

În funcție de structura organizatoare titularul unui post de muncă deține :

- autoritate formală exprimată prin limitele de competențe în vederea acționării prin realizarea obiectivelor individuale
- competențe profesionale ( nivel de pregătire, experiență, prestigiu profesional )
- responsabilitate
- atribuții și sarcini de îndeplinit

În cadrul unei întreprinderi se disting două tipuri de funcții deținute de angajați :

- funcții de conducere
- funcții de execuție

Angajații sub aceeași autoritate ierarhică, cu atribuții bine stabilite formează compartimentele de muncă. După modul lor de participare aceste departamente sunt :

- **operaționale**: contribuie direct în realizarea obiectivelor generale și derivate ale firmei (secții de producție, depozite); în cadrul lor se exercită autoritatea ierarhică a conducătorilor.
- **funcționale** : participă la fundamentarea strategiilor și politicilor globale ale firmei (in domeniul comercial , financiar-contabil etc); acestea sunt în structura de management a firmei.

În funcție de modul de manifestare a competențelor și responsabilităților se disting următoarele relații într-o organizație:

- relații de autoritate: include relații ierarhice, funcționale și de stat major.
- relații de cooperare
- relații de control
- relații de reprezentare

### 8.4.2. Natura și conținutul integrării profesionale

Angajarea oricărei persoane trebuie să se facă în acord cu legislația în vigoare în acest domeniu. Între organizație și angajat se încheie un contract individual de muncă ce ține seama și de elementele stabilite în timpul interviului. Orice modificare a condițiilor și clauzelor contractuale trebuie să fie adusă la cunoștința angajatului în termen de o lună. Angajatul trebuie să primească o înștiințare în care să precizeze salariul brut, cel net, sporuri, impozite etc. organizația are obligația de a asigura condiții de lucru corespunzătoare legislației în vigoare privind nivelul noxelor, ventilației, iluminat, echipament de protecție.

Integrarea socio-profesională reprezintă procesul de asimilare a unei persoane în mediul profesional, de adoptare a acesteia la cerințele de muncă și comportament ale colectivului în cadrul căruia lucrează, de adecvare a personalității sale la cea a grupului. Pentru o integrare rapidă și eficace, noul angajat trebuie să primească atât informații cu privire la obiectul de activitate, modul de organizare, locul ocupat în contextul socio-economic, facilitățile oferite personalului cât și informații referitoare la postul ocupat și subdiviziunea din care aceasta face parte, sarcinile, componentele, responsabilitățile, condițiile de lucru, criteriile de evaluare a rezultatelor, comportamentul așteptat, persoana cu care va colabora, etc. În acest sens, se va comanda utilizarea unei mape de întâmpinare care să cuprindă toate informațiile utile, precum și a unui mentor care să-l ajute pe noul angajat atât în munca sa, cât și în cadrul relațional, cu colegii și superiorii cât mai rapid astfel încât acesta să nu fie izolat de colectivitate, atrăgându-și adversitatea celorlalți.

Un program de integrare profesională urmărește asimilarea uneia sau mai multor persoane în mediul profesional și adaptarea acestora la cerințele grupului din care fac parte. Marea varietate a locurilor de muncă și a atribuțiilor angajaților fac imposibilă stabilirea unor reguli stricte privind integrarea profesională. Cu toate acestea, la întocmirea unui program în acest domeniu trebuie avut în vedere faptul că motivațiile, cerințele și comportamentul potențialilor angajați sunt în continuă schimbare.

Integrarea profesională e o fază ulterioară angajării. În perioada de integrare, noii angajați primesc informații despre atribuțiile noului post, despre locul lor de muncă, colegi, șefi, subalterni și organizație, în general. Integrarea profesională are implicații de ordin psihologic, social, organizatoric și pedagogic. Aceasta vizează o serie de obiective, dintre care cel mai important e sprijinirea noilor candidați în familiarizarea cu noile condiții de muncă, facilitarea acomodării noului angajat cu grupul de muncă și crearea unei atmosfere de siguranță,

confidențialitate și de afiliație. Aspectele ce țin de confidențialitate și afiliație se pot materializa în cadrul unui program afectiv de integrare. Astfel, noul angajat va căpăta încrederea în sine.

În ceea ce privește responsabilitatea integrării profesionale, aceasta va fi împărțită între manager (șeful ierarhic superior), supraveghetor, și departamentului de resurse umane. Pe lângă prezentarea noului loc de muncă, angajatului i se va explica faptul că integrarea se va realiza mai ușor dacă va respecta anumite principii în relațiile cu ceilalți. E important să se explice noului angajat că relația să în care se va afla cu aceștia are o mare importanță. Rezultatele cercetărilor psihologice conduc la concluzia că unul dintre sentimentele cele mai importante pentru om este recunoașterea celorlalți. Astfel, în relațiile informale, cu colegii, trebuie să se impună principiul „comportă-te așa cum tu, la rândul-ți, ai dori ca ceilalți să se comporte cu tine.” Ca aplicație la acest principiu, în orice împrejurare va avea succes acela care știe să se pună în situația celuilalt, care știe să-și imagineze ce îl interesează și îl preocupă pe cel de alături. Fortărea ritmului de integrare profesională poate duce la creșterea fluctuației personalului, cu efecte negative asupra dezvoltării firmei.

Contactul cu noul șef se realizează, în funcție de importanța postului, fie la locul de muncă, noul angajat fiind însoțit și prezentat de reprezentatul departamentului de resurse umane sau în biroul șefului. Șeful direct, ca organizator al activității profesionale, are datoria să facă instruirea generală, după ce l-a prezentat celorlalți membri ai echipei. Pregătirile pentru primire se fac înainte ca noul membru să sosească. Locul de muncă trebuie să conțină tot ceea ce e necesar. Astfel se creează un microclimat familiar, pentru noul venit, nefiind tratat ca un străin. Șeful direct trebuie să-și rezerve un anumit timp din activitatea sa pentru a fi împreună cu noul angajat în prima sa zi de muncă. El va adopta o atitudine prietenoasă, relaxantă și se va abține de la remarci defavorabile despre noii colegi ai angajatului.

Pregătirea noilor angajați se realizează astfel încât aceștia să simtă că aparțin organizației și sunt utili realizării obiectivelor. Acest lucru se poate realiza numai dacă noilor angajați li se încredințează sarcini concrete și dacă li se atribuie obiective precise, deoarece noii veniți simt nevoia de a fi utili. De aceea managerii și membrii grupurilor de muncă trebuie să fie pregătiți să primească noii angajați.

Informațiile necesare noilor angajați se grupează în trei categorii:

- informații generale asupra activităților curente ale organizației și ale muncii pe care angajatul urmează să o desfășoare.
- informații despre istoricul organizației, obiectivele, misiunea, strategia politica a firmei, etc.
- informații generale, de preferință scrise, regulamentele de ordine interioară, facilități de orice fel de care se bucură în cadrul organizației.

Obiectivul final al integrării îl constituie crearea sentimentului de apartenență la firmă și apoi, de identificare cu firma și misiunea ei.

Integrarea profesională efectivă la locul de muncă se poate realiza printr-un mare număr de procedee și metode care diferă de la o organizație la alta. Astfel sunt: manualul noului angajat, conferințele de îndrumare, instructajele, firmele de îndrumare, lucrul sub tutelă. Metodele de integrare folosite diferă în funcție de scopul angajării. Astfel, o persoană poate fi angajată pentru un anumit post (cazul executanților) sau pentru potențialul său (cunoștințe, creativitate, mobilitate, adaptabilitate). În primul caz se pot folosi integrarea directă pe post și îndrumarea directă, iar în cel de-al doilea, descoperirea organizației și încredințarea unor misiuni.

### Test de autoevaluare a cunoștințelor

1. Document care servește la notarea zilnică a prezenței la lucru a tuturor lucrătorilor precum și timpul efectiv lucrat:
  - a. Fișa de planificare
  - b. Planul de operații
  - c. Fișa de prezență (pontaj)
  - d. Fișa tehnică
  
2. Document care se întocmește pentru produsele cu defecte care nu pot fi remediate prin prelucrări suplimentare și se resping la recepție:
  - a. Nota de rebut
  - b. Nota de remaniere
  - c. Bonul de consum
  - d. Fișa tehnologică
  
3. Care dintre următoarele măsuri este o măsură individuală de protecția muncii:
  - a. mecanizarea sarcinilor care implică riscuri ;
  - b. obligativitatea purtării echipamentului individual de protecție din dotare;
  - c. modernizarea mașinilor și utilajelor cu elemente de siguranță și protecție a omului;
  - d. montarea exhaustoarelor în halele de producție.
  
4. Pericolul de electrocutare nu este mare acolo unde :
  - a. umiditatea este ridicată
  - b. instalațiile electrice sunt degradate
  - c. toate instalațiile aflate sub tensiune sunt izolate corespunzător și legate la priza de pământ.
  - d. angajații repară instalațiile electrice defecte când acestea sunt sub tensiune.
  
5. La un loc de muncă ergonomic trebuie:
  - a. să fie posibilă reglarea înălțimii mesei fără risc de coborâre și deci de rănire;
  - b. să se elimine posibilitatea basculării planului de lucru;
  - c. să se asigure accesul ușor și rapid al utilizatorilor la locul respective de muncă;
  - d. să se asigure un spațiu de lucru care poate să nu răspundă nevoilor de spațiu personal, de comunicare între indivizi și de intimitate.
  
6. Un indicator convențional, care exprimă sintetic și cumulativ dimensiunea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională existente pentru un loc de muncă este:
  - a. Factorul de risc
  - b. Nivelul de risc
  - c. Boala profesională
  - d. Factorul de accidentare
  
7. Echipamentul individual de protecție este:
  - a. un echipament utilizat în procesul muncii pentru protejarea îmbrăcămintei personale împotriva uzurii și murdăririi excesive.
  - b. echipament utilizat în procesul muncii pentru protejarea utilajelor cu care se lucrează împotriva deteriorării .

- c. orice dispozitiv sau mijloc destinat a fi purtat sau ținut de o persoană în scopul de a se proteja împotriva unuia sau mai multor riscuri referitoare la sănătate și securitate.
  - d. un dispozitiv sau mijloc destinat a fi purtat sau ținut de o persoană în scopul de a se proteja împotriva oboselii.
8. Mănușile de protecție electroizolante se folosesc pentru:
- a. protejarea împotriva substanțelor chimice
  - b. protejarea împotriva înghețului
  - c. protecție la curent de joasă și de înaltă tensiune
  - d. protecție antitermică
9. Într-o organizație, în funcție de modul de manifestare a competențelor și responsabilităților, se disting următoarele relații:
- a. relații de conflict, relații de cooperare, relații de control, relații de represiune
  - b. relații de autoritate, relații de cooperare, relații de control, relații de respingere
  - c. relații de vasalitate, relații de cooperare, relații de control, relații de reprezentare
  - d. relații de autoritate, relații de cooperare, relații de control, relații de reprezentare
10. Prima măsură care se ia în cazul acordării primului ajutor în cazul electrocutării este:
- a. Se scoate victima de sub influența curentului electric.
  - b. Se verifică pulsul victimei
  - c. Se cheamă ambulanța
  - d. Se administrează victimei analgezice și sedative.

Răspunsuri corecte: 1c, 2a, 3b, 4c, 5a, 6b, 7c, 8c, 9d, 10a.

## Bibliografie

- [1] „Sudura. Principii, caracteristici si domenii de aplicare,” [Interactiv]. Available: <http://informatiitehnice.com/author/informatiitehnice/page/8/>. [Accesat 22 iunie 2014].
- [2] „<http://informatiitehnice.com/>,” [Interactiv]. Available: <http://informatiitehnice.com/ingineria-sudarii/echipamente-de-taiere-cu-flacara/>. [Accesat 15 iulie 2014].
- [3] „<http://www.clubafaceri.ro/>,” 2014. [Interactiv]. Available: <http://www.clubafaceri.ro/produsehot/termorezistente/>. [Accesat 7 iulie 2014].
- [4] „indrumar\_gauritor\_filetator\_imp.pdf,” [Interactiv]. Available: [http://www.mecanica.pub.ro/id62399/indrumare\\_62399/indrumar\\_gauritor\\_filetator\\_imp.pdf](http://www.mecanica.pub.ro/id62399/indrumare_62399/indrumar_gauritor_filetator_imp.pdf). [Accesat 22 iunie 2014].
- [5] „Lăcătușărie generală mecanică,” [Interactiv]. Available: <http://class10c.wikispaces.com/file/view/TRASAREA+SEMIFABRICATELOR.swf>. [Accesat 2 iulie 2014].
- [6] V. Tănase, „<http://www.scribd.com/>,” [Interactiv]. Available: <http://www.scribd.com/doc/100804185/LACATUSERIE-GENERALA-MECANICA>. [Accesat 2 iulie 2014].
- [7] M. Robe, M. Dobre, M. Drăghici și C. Gheață, Domeniul Electronică și Automatizări, manual pentru cultura de specialitate, clasa a IX-a, București: Editura Economică Preuniversitaria, 2005.
- [8] P. Narcis, „<http://www.scribd.com/>,” [Interactiv]. Available: <http://www.scribd.com/tehnica-mecanica/Asamblari-demontabile103178228.php>. [Accesat 4 iulie 2014].
- [9] I. Bacivarof, Conexiuni prin lipire în aparatura electronică, București: Editura Tehnică, 1984.
- [10] „[www.scribd.com/](http://www.scribd.com/),” [Interactiv]. Available: <http://www.scribd.com/doc/17473309/Metode-de-lipire>. [Accesat 21 iulie 2014].
- [11] „<http://www.webblog.ro/>,” 2007. [Interactiv]. Available: <http://www.webblog.ro/metode-pentru-dezlipirea-componentelor-electronice/2007/>. [Accesat 15 iulie 2007].
- [12] „altex,” [Interactiv]. Available: <http://www.pret-electronice.info/st/>. [Accesat 15 iulie 2014].
- [13] „Universitatea Politehnică Timișoara,” [Interactiv]. Available: <http://www.et.upt.ro/admin/tmpfile/fileG1318247974file4e92de2669891.pdf>. [Accesat 16 iulie 2014].
- [14] C. Lerescu, „Măsurări electrice”.
- [15] „Instrumente și aparate de măsurare electrice,” 2003.
- [16] E. Isac, Măsurări electrice și electronice, manual clasa a XI-a, a XII-a, București: Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
- [17] „<ftp://ftp.utcluj.ro/>,” [Interactiv]. Available: <ftp://ftp.utcluj.ro/pub/users/peculea/CAN/Laboratoare/Multimetru.doc>. [Accesat 17 iulie 2014].
- [18] L. Frangu, „Laurențiu Frangu – Componente și circuite pasive,” 2008. [Interactiv]. Available: <http://www.etc.ugal.ro/lfrangu/CCP4.pdf>.
- [19] „electronic database,” [Interactiv]. Available: <http://electrodb.ro/tutoriale/codul-culorilor-pentru-rezistoare/>. [Accesat 9 iulie 2014].
- [20] T. Gheorghiu și N. Constantin, „Circuite electrice,” 2006.
- [21] „<http://www.hobbytronica.ro/>,” [Interactiv]. Available:

- <http://www.hobbytronica.ro/jonctiunea-pn/>. [Accesat 9 iulie 2014].
- [22] „eprof.ro,” [Interactiv]. Available: <http://eprof.ro/moodle/file.php/1/fise/fd10.pdf>. [Accesat 7 iulie 2014].
- [23] „www.etti.tuiasi.ro,” 2005. [Interactiv]. Available: [www.etti.tuiasi.ro/dce/curs3/tranzistoare.doc](http://www.etti.tuiasi.ro/dce/curs3/tranzistoare.doc). [Accesat 11 iulie 2014].
- [24] „<http://elth.ucv.ro/>,” 20 iunie 2009. [Interactiv]. Available: [http://elth.ucv.ro/student1/Cursuri/Electronica%20I%209%20iunie%202009/CURS/Cp.1\\_Diode.pdf](http://elth.ucv.ro/student1/Cursuri/Electronica%20I%209%20iunie%202009/CURS/Cp.1_Diode.pdf). [Accesat 10 iulie 2014].
- [25] „Electronica - Teorie si practica,” 11 iulie 2014. [Interactiv]. Available: <http://eprof.ro/electronica/tranzistoare-bipolare-generalitati/>.
- [26] D. Condei, „Circuite cu componente electronice analogice,” 2009.
- [27] „<http://cursuri.flexform.ro/>,” 2012. [Interactiv]. Available: [http://cursuri.flexform.ro/courses/L2/document/Cluj-Napoca/grupa4/Rus\\_Maria/site/tt.html](http://cursuri.flexform.ro/courses/L2/document/Cluj-Napoca/grupa4/Rus_Maria/site/tt.html). [Accesat 7 iulie 2014].
- [28] „wikipedia,” [Interactiv]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode](http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode). [Accesat 17 iulie 2014].
- [29] „www.răfoiesc.com,” [Interactiv]. Available: <http://www.rasfoiesc.com/inginerie/electronica/COMPONENTE-ELECTRONICE-Prezent41.php>. [Accesat 14 iulie 2014].
- [30] „Tehnum azi,” 12 iulie 2014. [Interactiv]. Available: [http://www.tehnum-azi.ro/page/articole\\_articles/\\_/articles/surse-de-alimentare/Surse\\_de\\_alimentare liniare\\_pentru\\_amplificatoare\\_audio](http://www.tehnum-azi.ro/page/articole_articles/_/articles/surse-de-alimentare/Surse_de_alimentare liniare_pentru_amplificatoare_audio).
- [31] T. Dănilă și M. Ionescu-Vaida, Componente și circuite electronice, Manual pentru clasele XI-XII, București: Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
- [32] D. Dascălu, L. Turic și I. Huffman, Circuite electronice, București: Editura Didactică și Pedagogică, 1981.
- [33] O. Popovici, „Traductoare, senzori și automate programabile,” 2007.
- [34] N. Ciobanu, „Sisteme de reglare automată I,” 2009.
- [35] „<http://www.fluke.com/>,” 2014. [Interactiv]. Available: <http://www.fluke.com/fluke/trtr/products/termometreler.htm>. [Accesat 7 iulie 2014].
- [36] A. Ilie, „Rețele de comunicații,” 2009.
- [37] M. Dumitrescu, „Tehnologia rețelilor de comunicații,” 2009.
- [38] S. Andonie, „Medii de comunicație,” 2009.
- [39] O. Georgescu, „Medii de transmisie,” 2009.
- [40] M. Bugnaru, „Măsurări în telecomunicații”.
- [41] A. Vișan, „Universitatea Politehnică București,” 2007. [Interactiv]. Available: [http://www.aurelvisan.ro/attachments/113\\_TEF\\_Rez\\_Cap.%2007\\_Docum%20Tehn.pdf](http://www.aurelvisan.ro/attachments/113_TEF_Rez_Cap.%2007_Docum%20Tehn.pdf). [Accesat 15 iulie 2014].
- [42] „facturis.ro,” [Interactiv]. Available: <http://facturis.ro/blog/dictionar/bon-de-consum/>. [Accesat 4 iulie 2014].
- [43] „www.scribd.com,” [Interactiv]. Available: <http://www.scribd.com/doc/132068399/Bon-de-Predare-Transfer-Restituire-Cod-14-3-3a>. [Accesat 4 iulie 2014].
- [44] „www.scribd.com,” [Interactiv]. Available: <http://ro.scribd.com/doc/88440656/Nota-Rebut>. [Accesat 4 iulie 2014].
- [45] „ecto documente,” [Interactiv]. Available: <http://www.ecto.ro/proces-verbal-predare-primire/>. [Accesat 3 iulie 2014].

- [46] F. Vereş și P. Monica, „Sănătatea și securitatea în muncă, Auxiliari curricular,” 2008.
- [47] „allshops.ro,” [Interactiv]. Available:  
<http://safetyplus.allshops.ro/produs/356821/Trusa+sanitara+de+prim+ajutor+tip+MT-CD.html>. [Accesat 7 iulie 2014].
- [48] „<http://www.inspectiamuncii.ro/>,” [Interactiv]. Available:  
<http://www.inspectiamuncii.ro/ssmimm/linkuri/PrincipiiErgonomice.pdf>. [Accesat 15 iulie 2014].