

# 1. ELEMENTE DE INGINERIE GRAFICĂ ȘI MATERIALE

## 1.1. Introducere

Reprezentarea grafică a unei idei sau a unei concepții tehnice necesită un mijloc unitar pentru exprimare în vederea proiectării, execuției, controlului și exploatării produsului conceput. Aceste aspecte sunt abordate de ingineria grafică.

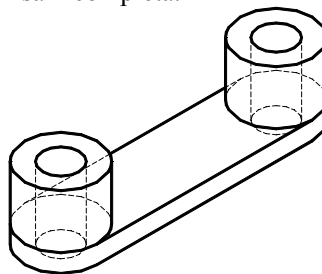
Realizarea practică a unui reper presupune însă și alegerea potrivită a materialelor. Iată de ce, aceste două aspecte vor fi abordate împreună.

## 1.2. Inginerie grafică

### 1.2.1. Reprezentări ale obiectelor în ingineria grafică

Reperele, subansamblurile sau ansamblurile pot fi reprezentate plan sau spațial. Reprezentările plane pot fi în perspectivă sau în proiecții ortogonale.

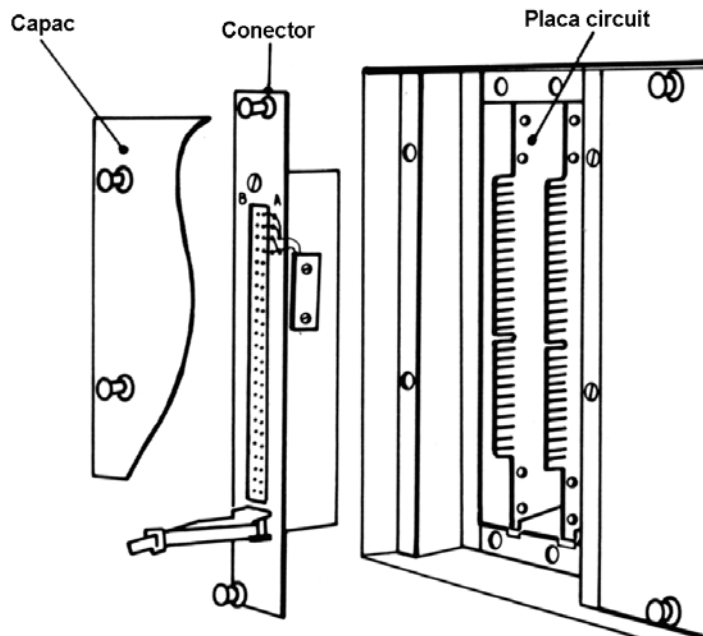
Reprezentarea în perspectivă (Fig. 1.2.1) se realizează în general într-o singură imagine, este sugestivă, mai ușor de înțeles pentru un nespecialist. De cele mai multe ori o astfel de reprezentare este însă incompletă.



**Fig. 1.2.1** Reprezentare în perspectivă utilizată în inginerie

O astfel de imagine este foarte de utilă în reprezentarea unui produs în prospecte

și reclame, când nu sunt necesare un număr mare de informații constructive. Forma produsului este extrem de intuitivă și decisivă în acest caz. Reprezentarea în perspectivă este o imagine plană, și nu un model spațial, deși simulează aspectul tridimensional printr-o alegere ingenioasă a axelor de coordonate.



**Fig. 1.2.2** Fragment dintr-o filă de prospect tehnic, bazată pe reprezentarea în perspectivă izometrică

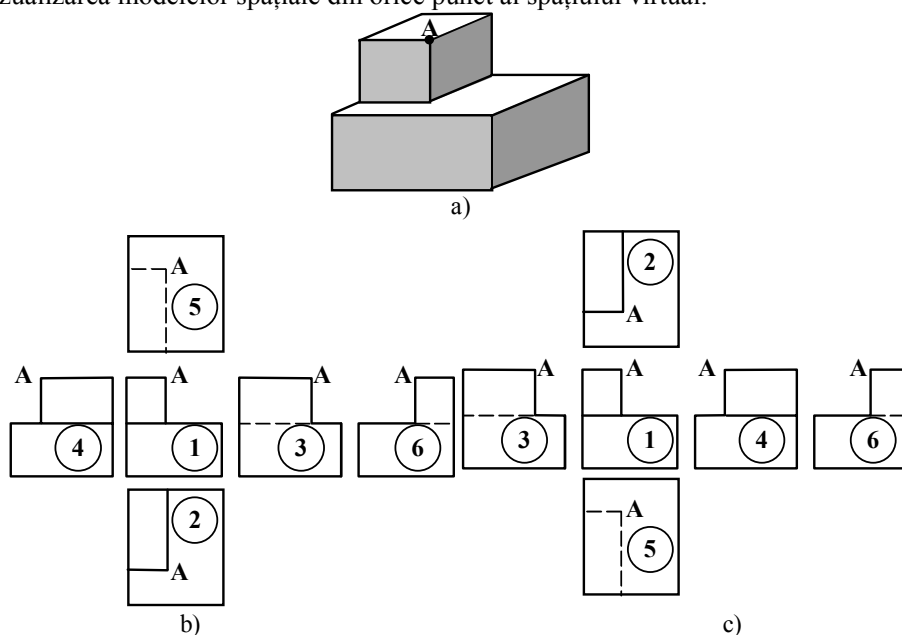
Reprezentarea în perspectivă este utilă și în evidențierea succesiunii de asamblare a unui produs. În acest caz, reprezentarea este cunoscută și sub denumirea de *reprezentare explodată*. Piesele sunt redată fiecare în perspectivă și în ordinea montajului.

În Fig. 1.2.2 este redată o astfel de imagine, în care se evidențiază în mod sugestiv succesiunea etapelor de asamblare a unei plăci cu cablaj imprimat, conector, etc. într-un echipament electronic.

Reprezentarea în proiecții ortogonale a unui produs, reper sau ansamblu, este mai completă dar și mai abstractă (Fig. 1.2.3). Este posibilă redarea tuturor detaliilor obiectului. Din acest motiv, reprezentarea este utilizată preponderent în ingineria grafică. O reprezentare în proiecții ortogonale necesită de obicei mai multe imagini – “proiecții” – pentru a reda complet forma și dimensiunile obiectului.

Grafica și proiectarea asistate de calculator permit elaborarea unor modele 3D (*spațiale*) virtuale care reproduc caracteristicile geometrice (formă, mărime) și fizice

(proprietăți de material, de corp solid) ale obiectului real. Este de asemenea posibilă vizualizarea modelelor spațiale din orice punct al spațiului virtual.



**Fig. 1.2.3** Reprezentare în proiecții ortogonale: a) obiect de reprezentat; b) dispunerea proiecțiilor în sistem european; c) dispunerea proiecțiilor în sistem american

În desenele tehnice, obiectele vor fi reprezentate în poziția de funcționare. În cazul în care obiectele funcționează în orice poziție, se reprezintă în poziția principală de fabricație.

Fața cea mai complicată a obiectului reprezentat, cu cele mai multe detalii de formă, se desemnează ca vedere din față. În raport cu aceasta, se obțin vederea din față, vederea din spate, cea de sus, cea de jos, vederea din stânga și cea din dreapta (Fig. 1.2.3), care constituie împreună cu vederea din față cele 6 proiecții principale. *Pentru cele 6 proiecții principale, pe desen nu se indică direcția privirii.*

Un obiect se reprezintă într-un număr minim de proiecții ortogonale, potrivit alese și suficiente pentru a reda complet forma obiectului și a permite înscrierea tuturor dimensiunilor. Vederea din față este obligatorie. În plus, se aleg alte vederi necesare, adiacente vederii din față. Vederea din spate este rar folosită, numai pentru obiecte cu formă deosebit de complicată.

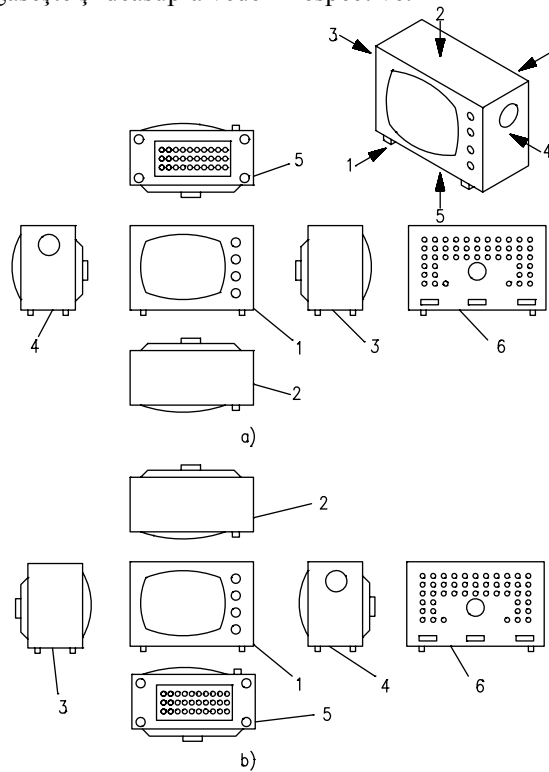
Pentru a reda clar și neambiguu obiectul reprezentat, așezarea în formatul de desen al diferitelor proiecții ortogonale nu este aleator, ci respectă regula de “dispunere

a proiecțiilor”. Dispunerea proiecțiilor se realizează fie după sistemul european (Fig. 1.2.3 b) – utilizat și în țara noastră - fie după sistemul american (Fig. 1.2.3 c). În reprezentarea proiecțiilor conexe – “stânga- dreapta”, “sus – jos”, “față - spate” - trebuie să existe atât o corelare de dimensiuni cât și alinieri pe direcțiile de privire (vederile laterale (3 și 4), vederea din față (1) și cea din spate (6) vor fi aliniată pe orizontală și vor avea aceeași înălțime, iar vederile de sus (2) și de jos (5), precum și cea din față vor fi aliniată pe verticală, având aceeași lungime).

Proiecțiile unui anumit punct de pe obiect sunt aliniată pe orizontală, respectiv pe verticală. Este exemplificat în Fig. 1.2.3 b și c modul în care se proiectează punctul A.

În Fig. 1.2.4 este ilustrat principiul amintit pentru proiecția unui obiect real.

Uneori, sunt necesare și alte proiecții ortogonale, în afara celor 6 principale. În acest caz direcția privirii se indică printr-o săgeată și se notează cu o majusculă. Această notație se regăsește și deasupra vederii respective.





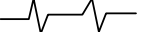
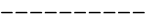
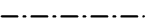
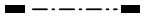
**Fig. 1.2.4 Exemplu de reprezentare în proiecții ortogonale a unui produs electronic**


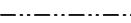
### 1.2.2. Linii în grafica inginerescă

Liniile reprezintă pentru grafica inginerescă elementele de bază echivalente alfabetului pentru limbajul scris sau notelor muzicale pentru limbajul muzical.

Liniile se diferențiază prin “grosime”, continuitate și în unele cazuri prin culoare. În Tab. 1.2.1 este prezentată o clasificare a liniilor și este redată succint destinația fiecărui tip de linie în grafica inginerescă.

**Tab. 1.2.1 Linii utilizate în desenul ethnic industrial**

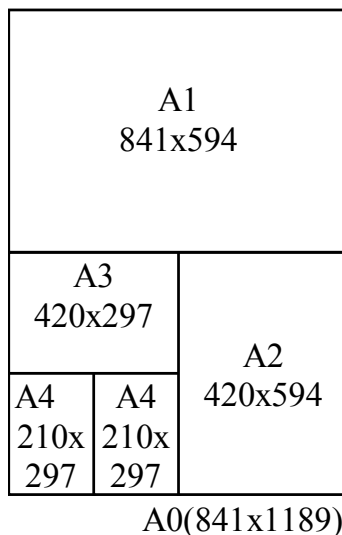
Denumirea	Simbolul liniei	Observații
Linie continuă groasă		<ul style="list-style-type: none"> <li>• contururi și muchii reale vizibile pentru piesele reprezentate în vedere și în secțiune;</li> <li>• chenarul formatului de desenare;</li> <li>• vârful filetului.</li> </ul>
Linie continuă subțire	<b>Error! Not a valid link.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muchiile fictive reprezentate în vedere sau în secțiune;</li> <li>• liniile de cotă ajutătoare și de indicație;</li> <li>• hașurile convenționale utilizate la reprezentarea secțiunilor;</li> <li>• axele cercurilor cu diametru sub 10 mm;</li> <li>• fundul filetului.</li> </ul>
Linie continuă subțire ondulată		<ul style="list-style-type: none"> <li>• liniile de ruptură la piesele metalice.</li> </ul>
Linie continuă subțire în zigzag		<ul style="list-style-type: none"> <li>• liniile de ruptură la piesele din lemn.</li> </ul>
Linie întreruptă subțire		<ul style="list-style-type: none"> <li>• contururile și muchiile reale acoperite ale pieselor.</li> </ul>
Linie punct subțire		<ul style="list-style-type: none"> <li>• liniile de axă și urma planului de simetrie;</li> <li>• liniile de centru pentru cercuri cu diametrul peste 10 mm;</li> <li>• elementele rabătute în planul secțiunii.</li> </ul>
Linie punct mixtă		<ul style="list-style-type: none"> <li>• traseele utilizate în reprezentarea secțiunilor.</li> </ul>

Linie punct groasă		<ul style="list-style-type: none"> <li>• porțiunea din suprafața unei piese care va fi supusă unui tratament termic.</li> </ul>
Linie două puncte subțire		<ul style="list-style-type: none"> <li>• conturul pieselor învecinate;</li> <li>• pozițiile intermediare și extreme de mișcare ale pieselor mobile.</li> </ul>

În cazul suprapunerii mai multor tipuri de linii, liniile continue au prioritate față de oricare alt tip de linii.

### 1.2.3. Formate în grafica inginerescă. Scări de reprezentare

Punerea în evidență a desenului și materializarea acestuia pe un suport de informație – hârtie, calc - necesită așezarea acestuia într-un *format standardizat*. Formatele standardizate (seria A – ISO) și dimensiunile lor sunt indicate în Fig. 1.2.5. Pentru definirea formatelor, formatul A4 este considerat drept modul și are dimensiunile 210 x 297 (unitatea de măsură este mm). Formatele pot fi utilizate având ca bază oricare dintre dimensiuni.



**Fig. 1.2.5 Formate standardizate ISO seria A**

Pe formatul de hârtie ales se vor prezenta, pe lângă proiecțiile obiectului de reprezentat, un indicator și un eventual tabel de componență. Aceste două elemente evidențiază parametrii obiectului desenat (material, scară, număr desen, nume etc.) și respectiv componentele unui ansamblu și parametrii acestor componente.

La alegerea formatului de reprezentare, se vor avea în vedere următoarele:

- asigurarea spațiului necesar pentru reprezentarea și cotearea tuturor proiecțiilor;
- asigurarea spațiului necesar pentru plasarea indicatorului și a tabelului de componență;
- asigurarea spațiului pentru notațiile necesare;
- păstrarea unui spațiu minim necesar față de muchia chenarului.

Noțiunea de *scară de reprezentare* este asociată dimensiunilor de reprezentare ( $ld$ ) a obiectului de dimensiuni reale ( $dr$ ). Se definește în acest sens scara de reprezentare prin relația:

$$k = \frac{ld}{dr} \quad (2.2.1)$$

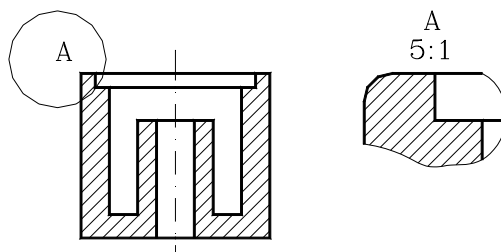
Scările de reprezentare standardizate sunt prezentate în Tab. 1.2.2.

La alegerea scării de reprezentare se are în vedere posibilitatea evidențierii tuturor detaliilor necesare din desen și înscrierea dimensiunilor.

**Tab. 1.2.2 Scări de reprezentare standardizate**

Scara de reprezentare	Mărire	2:1
		5:1
		10:1
		20:1
		50:1
		100:1
	...	
	Naturală	1:1
	Micșorare	1: 2
		1: 5
1:10		
1:20		
1:50		
1:100		
...		

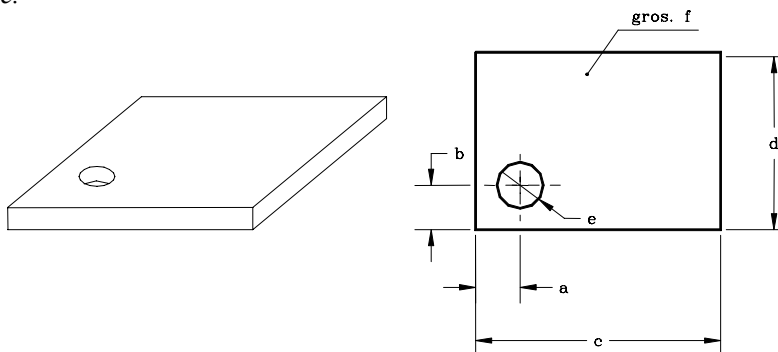
Pe un anumit desen, se va utiliza o singură scară pentru prezentarea tuturor proiecțiilor. Se pot folosi scări diferite pe un același desen dacă este necesară evidențierea unui anumit detaliu dintr-o piesă sau un ansamblu. În acest caz, lângă desenul detaliului respectiv, se menționează scara de reprezentare. În Fig. 1.2.6 se dă un exemplu reprezentativ pentru acest caz.



**Fig. 1.2.6** Detaliu, realizat la o scară mai mare față de proiecția de referință

*Exemplu*

În Fig. 1.2.7 este prezentată (în cele două forme de proiecție) o piesă pentru care trebuie realizat desenul la diferite scări de reprezentare. În acest sens, în Tab. 1.2.3 sunt indicate dimensiunile reale ale piesei și respectiv cele ale piesei desenate.



**Fig. 1.2.7**

**Tab. 1.2.3** Valoarea desenată a dimensiunilor obiectului din figura alăturată, pentru diferite scări de reprezentare

Scara de reprezentare	Dimensiunea reală [mm]						Dimensiunea din desen [mm]					
	a	b	c	d	e	f	A	b	c	D	e	f
1:1	20	24	100	60	12	-	20	24	100	60	12	-
2:1	20	24	100	60	12	-	40	48	200	120	24	-
1:2	20	24	100	60	12	-	6	30	50	12	10	-



### 1.2.4. Reprezentarea în proiecție ortogonală a pieselor

#### 1.2.4.1. Reprezentarea într-o singură proiecție ortogonală

Piese de tip placă (o dimensiune este mult mai mică decât celelalte două) planșubțire și piesele axial-simetrice (piese de revoluție cu sau fără prelucrări interioare) se reprezintă într-o singură proiecție ortogonală.

Piese de tip *placă* sunt întâlnite frecvent în construcția echipamentelor electronice ca și elemente constructive de tip: tole, cadrane, etichete, plăci izolatoare, plăci cu cablaj imprimat, cose plane etc.

Forma generală a pieselor de tip *placă* este prezentată în Fig. 1.2.8. Aceste piese se reprezintă în vedere frontală. A treia dimensiune, grosimea "H", se înscrie cu ajutorul unei linii de indicație terminată cu un punct pe suprafața plăcii (Fig. 1.2.9).

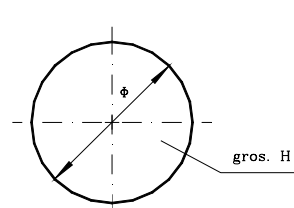
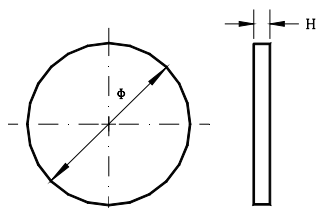
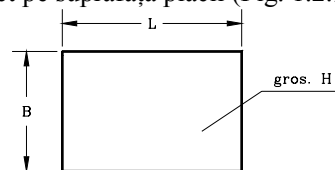
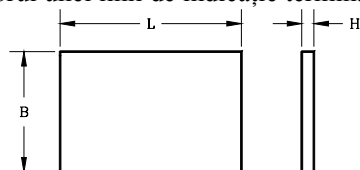


Fig. 1.2.8 Plăci plane subțiri

Fig. 1.2.9 Cotarea plăcilor plane subțiri

Aceste piese pot prezenta decupaje pe conturul exterior, cât și în interiorul suprafeței. Găurile circulare sunt frecvent întâlnite pe suprafața plăcilor (Fig. 1.2.10).

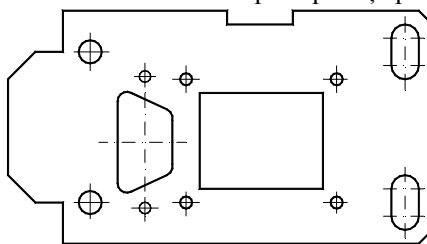
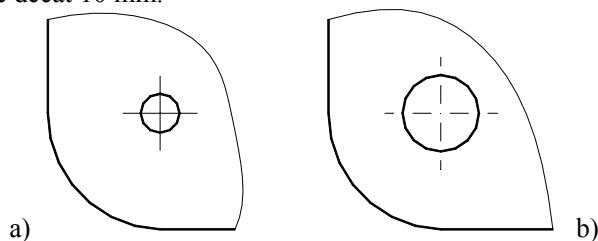


Fig. 1.2.10 Placă cu găuri și decupaje pe suprafață și pe contur

Găurile circulare vor avea marcate centrele prin (Fig. 1.2.11):

- două linii continue subțiri, perpendiculare între ele, dacă diametrul desenat al găurii este mai mic decât 10 mm;
- Cu două linii punct subțiri, perpendiculare între ele, dacă diametrul desenat al găurii este mai mare decât 10 mm.

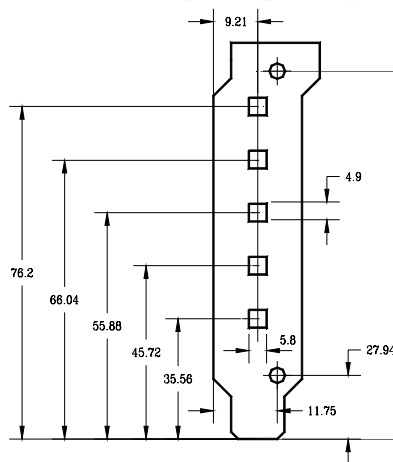


**Fig. 1.2.11 Marcarea centrelor la formele circulare**

Reprezentarea corectă și completă a formei plăcilor este urmată de înscrierea dimensiunilor necesare, pentru elementele de contur, cele de suprafață și gabarit.

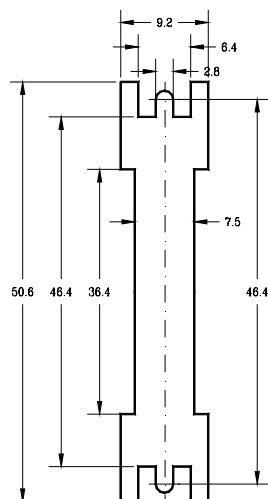
Cotarea conturului exterior al plăcilor se bazează fie pe rolul funcțional, fie pe tehnologia de fabricație, cu posibilitatea de a controla cotele esențiale, după fabricarea plăcii. Se aplică una din următoarele metode:

- baza unică de referință; această metodă se alege dacă se are în vedere tehnologia de fabricație (Fig. 1.2.12). *Ca bază de cotare se aleg suprafețe plane, prelucrate, accesibile pentru măsurare și de preferință cele care limitează piesa.*
- cotarea explicită a decupajelor de pe contur; metoda se utilizează dacă decupajele în cauză au un rol funcțional determinant pentru piesa reprezentată (Fig. 1.2.13);

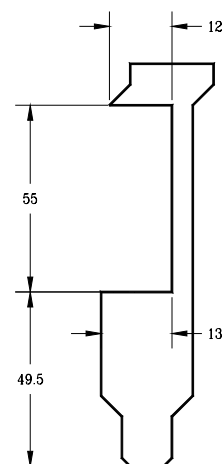


**Fig. 1.2.12**

În figura anterioară și următoarele, sunt indicate modurile de înscriere a cotelor pentru plăci utilizate la asamblarea unor carcase pentru echipamente electronice.

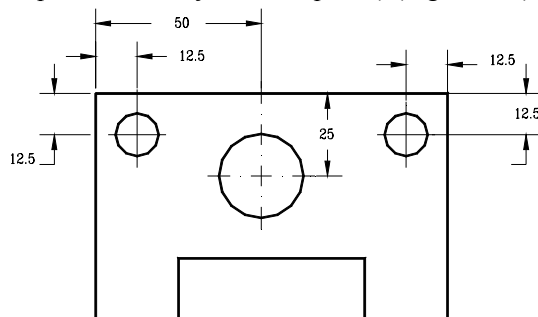


**Fig. 1.2.13** Cotarea explicită a formelor pline de pe contur; metoda se utilizează dacă acestea au un rol funcțional determinat (Fig. 1.2.14);

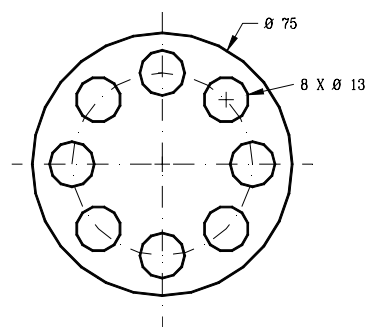


**Fig. 1.2.14** Cotarea explicită a decupajelor de pe contur

Poziția găurilor pe suprafața unei plăci este evidențiată fie în sistem rectangular (dacă dispunerea lor este rectangulară) (Fig. 1.2.15), fie în sistem polar (dacă sunt dispuse radial în jurul unui punct) (Fig. 1.2.16).



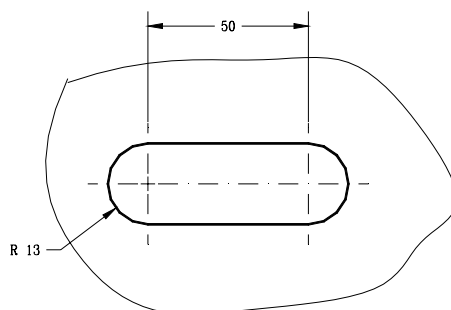
**Fig. 1.2.15** Găuri circulare în dispunere rectangulară



**Fig. 1.2.16** Găuri circulare, în dispunere polară

Decupajele alungite, de forma unui canal, vor avea trasate următoarele axe

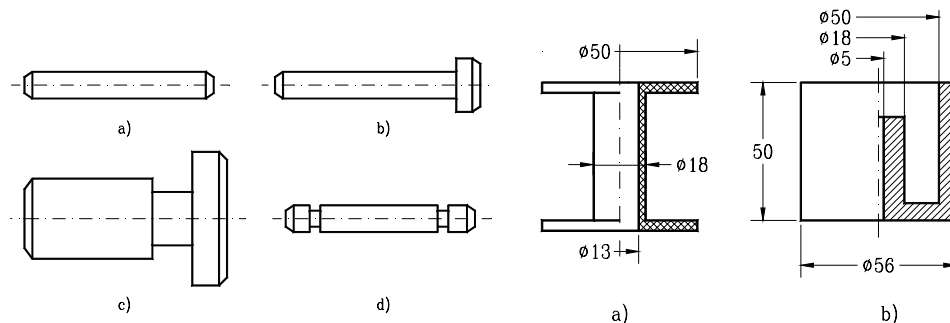
(Fig. 1.2.17): axa longitudinală a decupajului și cele două axe ale semicercurilor de la capetele decupajului.



**Fig. 1.2.17**

Pentru cotearea acestui detaliu de formă, se utilizează în general indicarea razei semicercului și distanța dintre centrele celor două semicercuri (Fig. 1.2.17). Distanța dintre cele două centre este mai dificil de controlat, fapt pentru care se mai utilizează în reprezentare și lungimea totală a canalului.

Piesele cu *configurație axial-simetrică* au o axă longitudinală de revoluție pentru întreaga piesă. Piesele din categoria menționată se reprezintă într-o singură proiecție ortogonală, și anume o vedere longitudinală dacă sunt pline (tijă, ax, bolț, știft, etc.) (Fig. 1.2.18), respectiv o semisecțiune longitudinală sau o secțiune longitudinală totală, dacă au prelucrări longitudinale de interior (bucșă, carcasă de bobină, distanțier, etc.) (Fig. 1.2.19).



**Fig. 1.2.18**

**Fig. 1.2.19**

La cotearea pieselor cu configurație axial-simetrică se au în vedere următoarele:

- dimensiunile formelor circulare se înscriu simetric prin indicarea diametrelor

(litera  $\emptyset$  este obligatoriu să preceadă valoarea cotei);

- La reprezentarea în semisecțiune, cotele referitoare la detaliile exterioare se înscriu pe jumătatea reprezentată în vedere iar cotele referitoare la detaliile interioare se înscriu pe jumătatea reprezentată în secțiune.

### 1.2.5. Metode de cotare

#### 1.2.5.1. Cotarea în serie (“în linie”, “în lanț”)

Conform metodei de cotare în lanț, cotele măsurate pe o aceeași direcție sunt dispuse una în prelungirea celeilalte, astfel că ultimul capăt al unei cote devine primul capăt al cotei următoare (Fig. 1.2.20). Metoda este intuitivă, sugerând rapid proporțiile și dimensiunile obiectului, dar poate să conducă la imprecizii de fabricație, prin cumulara toleranțelor pe direcția de cotare.

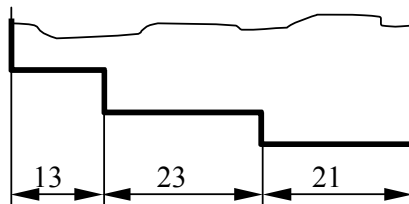


Fig. 1.2.20 Cotarea în serie

#### 1.2.5.2. Cotarea față de un element comun

Conform metodei de cotare față de un element comun, cotele dispuse pe aceeași direcție sunt măsurate în raport cu aceeași bază de referință. Metoda este mai abstractă, dimensiunile și proporțiile fiecărui element sunt mai greu de intuit, dar precizia este mai bună. Metoda este preferată în fabricația pieselor.

Setul de cote este dispus în paralel (Fig. 1.2.21) sau suprapus (Fig. 1.2.22).

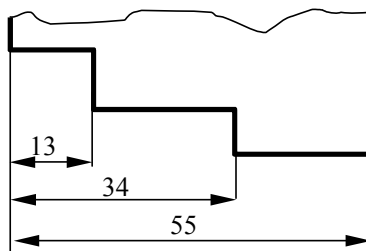
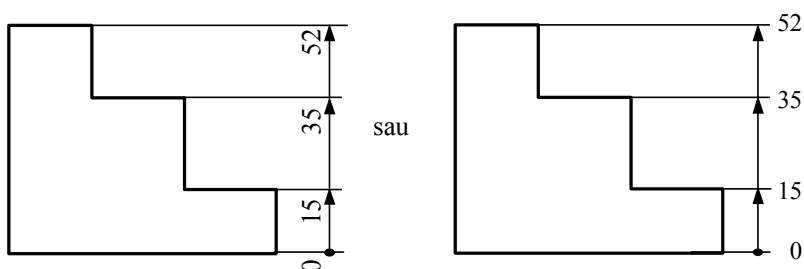


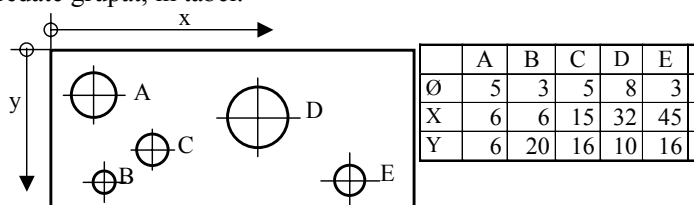
Fig. 1.2.21 Cotarea față de un element comun, cu dispunerea cotelor în paralel



**Fig. 1.2.22 Cotarea față de un element comun, folosind linii de cotă suprapuse**

### 1.2.5.3. Cotarea în coordonate carteziene

În unele cazuri, cotarea unor elemente caracteristice ale piesei de desenat se realizează în coordonate carteziene (Fig. 1.2.23). Metoda este utilă în desenele tehnologice. Originea sistemului de axe cartezian se alege în general într-un punct important pentru funcționarea obiectului: centrul unui alezaj, intersecția a două muchii. Cotele sunt redată grupat, în tabel.



**Fig. 1.2.23 Cotarea în coordonate carteziene**

### 1.2.5.4. Cotarea combinată

Metoda de cotare combinată folosește atât cote în serie cât și față de un element comun. Cotele esențiale în definirea obiectului și în realizarea funcției lui se înscriu față de un element comun, iar cele de importanță secundară se înscriu în serie.

### 1.2.5.5. Cotarea obiectelor cu variante dimensionale

Dacă un același obiect are mai multe variante dimensionale, cu formă geometrică similară, acesta poate fi reprezentat grafic o singură dată, iar dimensiunile variabile se indică parametric. Valorile acestora sunt detaliate într-un tabel plasat în formatul de desenare. Dimensiunile invariabile sunt înscrise direct pe desen (Fig. 1.2.24).

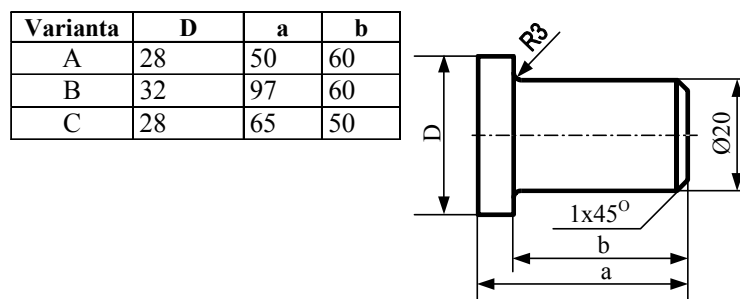


Fig. 1.2.24 Exeplu de obiect cu mai multe variante dimensionale

### 1.2.6. Reguli generale de înscriere a cotelor

*Regula de bază: pe desen se înscriu dimensiunile reale ale obiectelor, indiferent de scara la care este realizat desenul.*

O cotă se înscrie o singură dată, pe proiecția pe care elementul cotelat se vede cel mai bine.

Cotele referitoare la același element de formă se înscriu, pe cât posibil, pe aceeași proiecție.

Evitați supracotarea unui desen! Nu înscrieți cote în plus față de cele strict necesare! Nu creați lanțuri închise de cote!

Nu cotați elemente acoperite! Folosiți secțiunea pentru ca acestea să devină vizibile!

O linie de cotă nu trebuie să fie intersectată de o altă linie de cotă, sau de o linie ajutătoare.

### 1.2.7. Reprezentarea filetelor

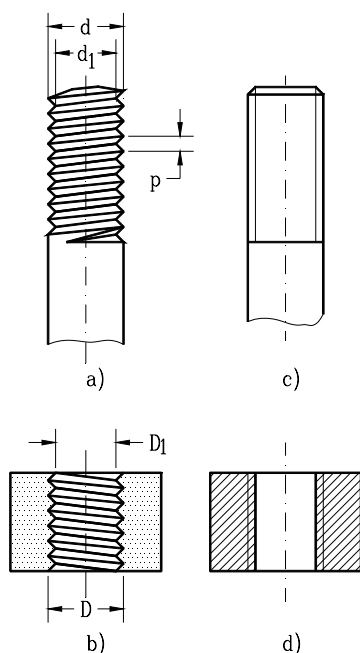
Imbinarea prin filet este una din metodele cele mai utilizate în asamblarea a două sau mai multe piese. O astfel de îmbinare se realizează cu ajutorul a două piese care se *înșurubează* una cu cealaltă: *șurubul*, prevăzut cu filet în exterior, și *piulița*, filetată pe interior.

Filetul este o nervură elicoidală realizată pe o suprafață exterioară (*cazul șurubului*) sau interioară (*cazul piuliței*) a unui cilindru sau a unui trunchi de con.

Parametrii geometrici care definesc filetul sunt: profilul (triunghiular, trapezoidal, rotund etc.), pasul, diametrul exterior “d” al filetului șurubului, diametrul interior “d<sub>1</sub>” al filetului șurubului, diametrul exterior “D” al piuliței, diametrul interior “D<sub>1</sub>” al piuliței.

Filetele se reprezintă în desen în mod convențional (SR ISO 6410-1995). Elementele principale privind această reprezentare se referă la următoarele:

- In proiecție pe un plan paralel cu axa filetului, generatoarea de contur exterior se



**Fig. 1.2.25 Filet exterior și interior în reprezentare detaliată și respectiv**

- reprezintă printr-o linie continuă groasă iar cea de contur interior printr-o linie subțire trasată la distanța de minim 0.8 mm de prima;
- În proiecție frontală, vârful filetului – cercul exterior la filetele exterioare și cercul interior la filetele interioare – se reprezintă printr-un arc de cerc trasat cu linie continuă groasă, iar fundul filetului printr-un arc de cerc, trasat cu linie continuă subțire și având lungimea de aprox.3/4 din circumferință;
  - În proiecție longitudinală, partea utilă a filetului reprezentat în vedere sau cea a filetului interior reprezentat în secțiune, se delimitează printr-o linie continuă groasă perpendiculară pe axa filetului.

În Fig. 1.2.25 se prezintă un filet cu profil triunghiular în vedere detaliată și convențională în două variante: șurub și piuliță.

Modul de notare a profilului, diametrului și a pasului filetului este prezentată concentrat în Tab. 1.2.4 pentru câteva tipuri de filete.

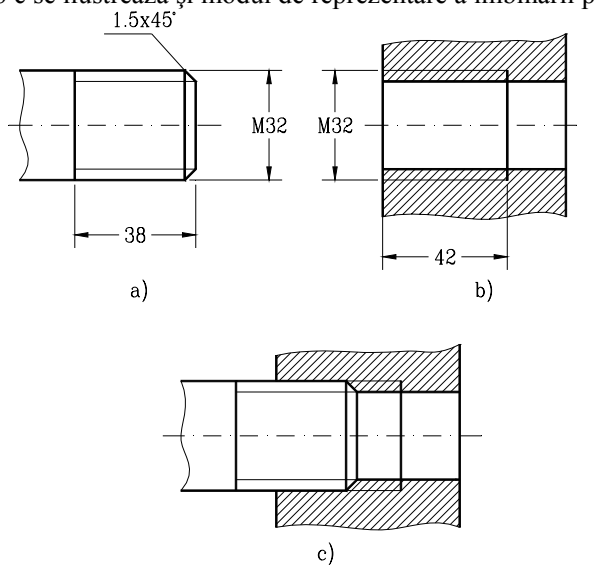
**Tab. 1.2.4 Notarea principalelor tipuri de filete standardizate**

Tipul filetului	Simbol	Diametrul a cărui valoare nominală se indică și unitatea de măsură	Indicarea pasului	Exemplu de notare
Filet metric normal	M	exterior, mm	nu se indică	M10
Filet metric fin	M	exterior, mm	pasul, mm	M18 x1.5
Filet metric special pentru mecanică fină și optică	SpM	exterior, mm	pasul, mm	SpM10 x1.5
Filet Whithworth (în inch)	W	exterior, in	nu se indică	W 1
Filet Edison	E	exterior, mm (valoare întreagă)	nu se indică	E 27
Filet pătrat	Pt	exterior, mm	pasul, mm	Pt 50 x 12
Filet rotund	Rd	exterior, mm	pasul, în fracțiuni de in	Rd 30 x 1/8

Cotarea filetului metric este ilustrată în Fig. 1.2.26 pentru varianta exterioară (a) și respectiv cea interioară (b).



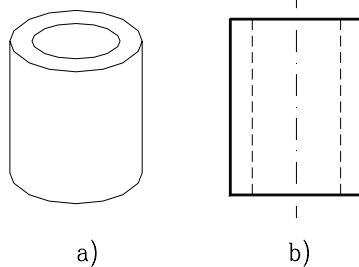
În Fig. 1.2.26 c se ilustrează și modul de reprezentare a îmbinării prin filet.



**Fig. 1.2.26** Reprezentarea convențională și cotarea filetelor standardizate

### 1.2.8. Reprezentarea în secțiune.

Un număr extrem de ridicat de piese au formele constituite din plinuri și goluri. Piesele cu goluri pot fi reprezentate trasându-se conturul aparent și muchiile vizibile cu linie continuă groasă iar muchiile acoperite ale golurilor, cu linie întreruptă subțire.









**Fig. 1.2.27** Exemplu de piesă având prelucrări interioare

În Fig. 1.2.27, este evidențiată această metodă pentru o piesă cilindrică cu un gol cilindric. Metoda de reprezentare nu oferă însă o imagine clară pentru piesele cu goluri de complexitate ridicată.

Piesele care prezintă prelucrări interioare, goluri, necesită *reprezentarea în secțiune*. *Secțiunea* este reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a obiectului după intersectarea cu o suprafață de secționare fictivă și îndepărtarea imaginată a părții obiectului aflate între ochiul observatorului și suprafața respectivă.

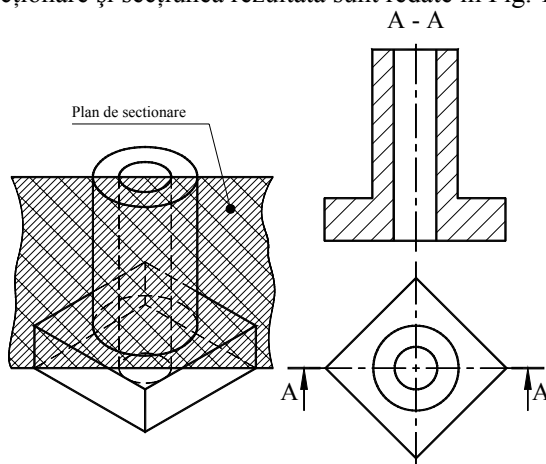
Partile pline ale obiectului secționat se reprezintă *hașurate* cu linii continue subțiri înclinate la  $45^{\circ}$  față de axa de simetrie a piesei sau față de o linie de contur. Suprafețele hașurate sunt fețe fictive, rezultate ca urmare a “secționării” obiectului pe desen. Ele nu există ca fețe reale ale obiectului.

Hașurile utilizate în ingineria grafică sunt convenționale și sunt stabilite prin norme standarde reprezentative. În Fig. 1.2.28 sunt prezentate câteva dintre hașurile cu o utilizare mai extinsă. În cazul materialelor nemetalice (în marea lor majoritate), hașurile se dispun în două direcții (*hașură dublă*). În reprezentările asistate de calculator, numărul acestor tipuri de hașuri este ridicat, existând biblioteci adecvate. Distanța dintre liniile hașurii se alege funcție de mărimea suprafeței hașurate.

	Metale		Bobina, înfasurare electrică
	Materiale nemetalice		Pachet de tole
	Sticla și alte materiale transparente		Lichid

**Fig. 1.2.28** Modele de hașurare în funcție de categoria de material a piesei

Principiul de secționare și secțiunea rezultată sunt redată în Fig. 1.2.29.



**Fig. 1.2.29** Realizarea unei secțiuni

Funcție de complexitatea piesei și locul de dispunere a secțiunii, modul de realizare a acesteia are aspecte diferite: *secțiune obișnuită*, *secțiune deplasată*, *secțiune suprapusă*, *secțiune intercalată* etc.

După poziția suprafeței de secționare față de planul orizontal de proiecție, secțiunile se pot clasifica în :*secțiune orizontală*, *secțiune verticală* și *secțiune înclinată*. După forma suprafeței de secționare o clasificare a acestora ar cuprinde: *secțiune plană* (dacă suprafața este un plan), *secțiune frântă* (suprafața este formată din două sau mai multe plane concurente sub un unghi diferit de  $90^0$ ), *secțiune frântă* (suprafața este formată din două sau mai multe plane paralele). Traseele de secționare se notează cu litere majuscule la capete și (eventual) la schimbările de direcție și se reprezintă cu linie – punct mixtă. Deasupra secțiunii este necesar să se noteze numele secțiunii respective, cu aceleași litere ca și traseul de secționare (Fig. 1.2.29). Notarea nu este obligatorie în cazul secțiunilor plane la care traseul de secționare este evident.

### 1.2.9. Reprezentarea plăcilor imprimate

Piesele mecanice care intervin în construcția, instalarea și montarea sistemelor mecanice și a celor electromagnetice ale echipamentelor electronice alcătuiesc *infrastructura*. Ea îndeplinește în principal funcția de *suport*, asigurând compatibilitatea între elementele mecanice și cele electronice, asamblarea, interconectarea, protecție etc. *Placa*, cutia, cadru, caseta, șasiul, dulapul etc., sunt modurile de ierarhizare a pieselor care compun infrastructura. Placa suport integrează cea mai mare parte a circuitelor de interconectare la nivelul modulelor de nivelul I. Placa devine astfel și suportul cablajului imprimat, simplu (Fig. 1.2.30 a), dublu (Fig. 1.2.30 b,c) sau multistrat (Fig. 1.2.30 d), rigid sau flexibil constituind elementul denumit *placă imprimată*.

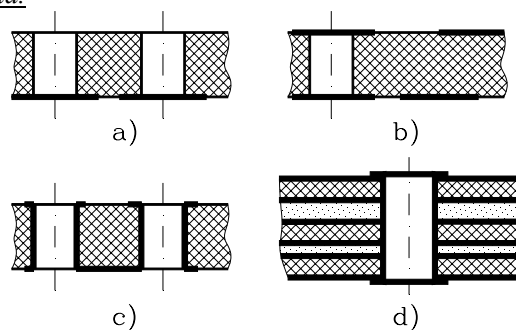


Fig. 1.2.30

Un cablaj imprimat se execută pe baza unui proiect care include, ca elemente de interes în contextul actual, desenul cablajului imprimat cu toate specificațiile tehnice necesare pentru o realizare practică.

*Desenul unui cablaj imprimat este imaginea grafică a feței cablajului: un desen în cazul cablajelor monostrat, două desene la cablaje dublu strat etc*

Partea grafică a proiectului mai conține *lista de date pentru execuția găurilor*.

Pentru a stabili cerințele de proiectare – implicit și grafică – și fabricare a componentelor, trebuie luate în considerare următoarele principale caracteristici ale plăcilor:

- tipul plăcii: simplă sau dublă față;
- dimensiunea plăcii (în special grosimea);
- dimensiunile găurilor;
- amplasarea găurilor;
- tipul găurilor: nemetalizate sau metalizate.

Pentru realizarea cablajului și poziționarea componentelor se elaborează un plan de amplasare a acestora având la bază rastrul standardizat în nodurile căruia trebuie să se găsească punctele de conexiune. Conform modularizării metrice stabilite de CEI 917-1988, valorile de pas normalizate sunt 0.5 mm și 2.5 mm. Aceste valori au fost preconizate anterior de normele naționale ale altor țări europene (DIN 4080, GOST 23751). La ora actuală, pe piața mondială, majoritatea componentelor conectoarelor și a circuitelor integrate sunt încă realizate cu un pas de 2.54 mm sau 1.27 mm. Pentru execuția desenelor se fixează rastrul vizibil pe foaie de desen sau pe ecranul monitorului în cazul proiectării asistate de calculator (CAD). În Fig. 1.2.31, se prezintă un fragment din conturul unei plăci imprimate și rastrul utilizat.

Înainte de a se realiza desenarea cablajului, proiectantul trebuie să stabilească spațiul de amplasare a plăcilor, degajări, decupări sau a modului de fixare. Este necesar să fie analizate posibilitățile de montaj și de întreținere, apropierea de surse de căldură etc. Sunt definite astfel dimensiunile de gabarit ale plăcii. În Fig. 1.2.32, este prezentată schița unei plăci imprimate cu indicarea destinației fiecărei zone.

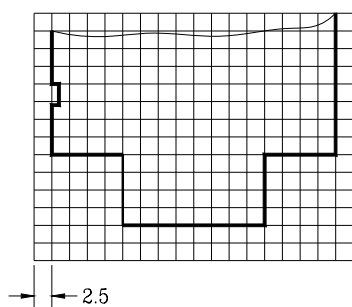


Fig. 1.2.31

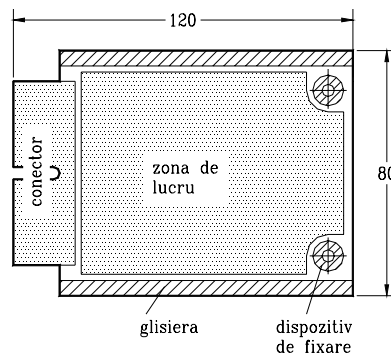


Fig. 1.2.32

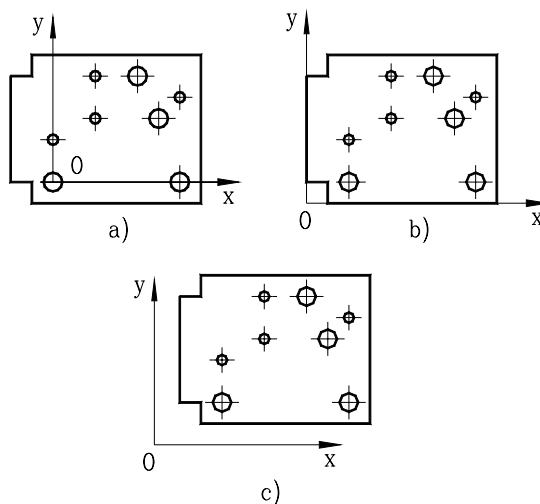
O altă problemă care trebuie *clarificată* se referă la toleranțe. STAS 7155-83

reglementează alegerea dimensiunilor și a toleranțelor pentru cablajele imprimare. Aceste cablaje se execută în următoarele clase de precizie: *clasa 0* cu toleranțe foarte strânse, *clasa 1* cu toleranțe strânse, *clasa 2* cu toleranțe normale și *clasa 3* cu toleranțe largi.

Plasarea pieselor de dimensiuni mari și greutate ridicată constituie următoarea problemă care trebuie avută în vedere. Alocarea spațiului necesar trebuie corelată cu verificarea plăcii din punctul de vedere al rezistenței mecanice și a solicitărilor termice.

Realizarea desenului model și a altor operații tehnologice implică alegerea unui *sistem de referință* (STAS 9069-82).

O primă posibilitate este oferită de utilizarea centrelor a două găuri (funcționale sau tehnologice) pentru definirea primei axe a sistemului (Fig. 1.2.33 a). Acest sistem este utilizat drept referință pentru poziționările fizice ulterioare pe parcursul procesului de prelucrare.



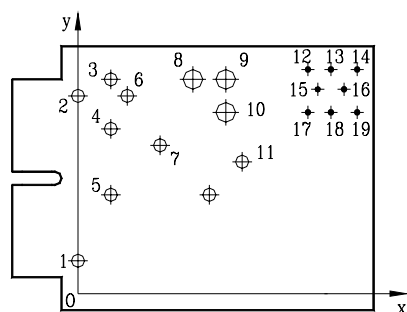
**Fig. 1.2.33**

Sistemul de referință se poate stabili și în raport cu conturul plăcii (Fig. 1.2.33 b). Precizia de poziționare este în acest caz mai redusă.

Originea sistemului de referință poate fi aleasă și amplasată în exteriorul plăcii finite, într-o zonă tehnologică (Fig. 1.2.33 c).

Lista de date privind execuția găurilor conține o schiță cu poziția găurilor, numerotate și lista cu numărul fiecărei găuri, poziția centrului acesteia și diametrul (Fig. 1.2.34, Tab. 1.2.5).

Se impune considerarea *abaterilor* care apar în poziționarea găurilor față de sistemul de referință, în poziția relativă față de celelalte găuri și în neconcordanța găurilor și a pastilelor.



Tab. 1.2.5

	1	2	...	8	...	18	19
x	0	0	...	55	...	105	108
y	10	70	...	75	...	70	70
∅	1	1	...	2		.0.5	0.5

Fig. 1.2.34

*Cablajul* constă în ilustrarea grafică a traseului conexiunilor dintre terminale conform schemei electrice. În figura 2.2.28 se prezintă modalități de redare a cablajului imprimat în câteva aplicații specifice: traseul conexiunilor (Fig. 1.2.35 a); condensator imprimat (Fig. 1.2.35 b); inductivitate (Fig. 1.2.35 c).

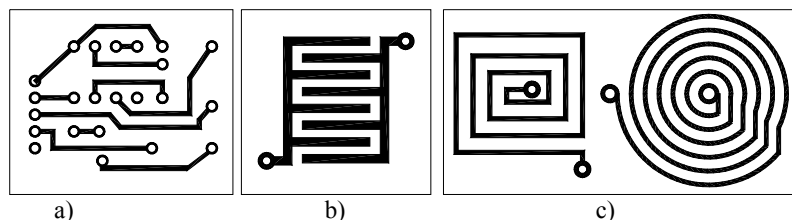


Fig. 1.2.35

Pentru o calitate bună în tehnologia lipirilor, în absența măștii de lac selectiv, se recomandă utilizarea unor configurații și evitarea altora (Fig. 1.2.36). Se recomandă evitarea unghiurilor ascuțite în dreptul pastilelor, se recomandă evitarea suprafețelor mari de cupru etc. *Este necesar ca această etapă să fie fundamentată și susținută de o perfectă cunoaștere a tehnologiei de fabricație a plăcii imprimate.* Standardele de specialitate fac referire la distanța minimă dintre conductoare și marginea plăcii, lățimea și toleranțele la lățimea conductoarelor, distanța dintre conductoare și toleranțele referitoare la aceste distanțe (STAS 7155-83).

În primă fază se trasează liniile mediane ale viitoarelor conductoare imprimate, pe cele mai scurte trasee, având în vedere numai restricțiile esențiale. Lățimile conductoarelor, distanțele dintre trasee în funcție de necesități (intensitatea maximă admisibilă, tensiune aplicată, spațiu disponibil, etc) și alte detalii se stabilesc ulterior.

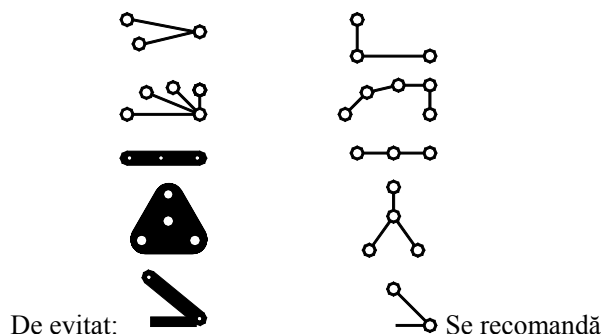


Fig. 1.2.36

Proiectarea asistată de calculator facilitează această operație de inginerie grafică. Utilizarea unor culori diferite pentru diverse entități ale desenului (trasee diferite, puncte de lipire ale terminalelor, găuri etc) oferă o imagine sugestivă a schemei realizate. Utilizarea unui software adecvat permite o abordare repetată a acestei operații astfel încât rezultatul să fie optim: lungimi minime ale traseelor, reducerea numărului de bucle, distribuție uniformă a conductoarelor pe suprafața plăcii, etc.

*Desenul* întregului circuit (piese componente, trasee și conexiuni) și editarea acestuia conform regulilor din ingineria grafică încheie această activitate.

### 1.2.10. Desenul de ansamblu

Reprezentarea grafică a unui complex de piese legate organic și funcțional, alcătuind o instalație, un aparat etc., în poziție montată de funcționare, poartă denumirea de *desen de ansamblu*. În cazul unui ansamblu mai complex, acesta poate fi reprezentat și pe grupuri de piese componente, legate între ele din punct de vedere funcțional, purtând denumirea de ansamblu de ordin inferior sau de subansamblu.

Desenul de ansamblu trebuie să redea:

- poziția pieselor, în ansamblu și modul lor de asamblare (montare);
- înțelegerea modului de funcționare a ansamblului;
- dimensiunile esențiale pentru montare (*cotele de montaj*), pentru corelare cu ansamblurile sau piesele învecinate (*cotele de legătură*), pentru ambalare (*cote de gabarit*), etc.

Numărul de proiecții în care se prezintă ansamblul trebuie să fie minim, dar suficient pentru a răspunde scopurilor pentru care este elaborat desenul. Proiecția principală de reprezentare va reda ansamblul, de regulă, în poziția de funcționare.

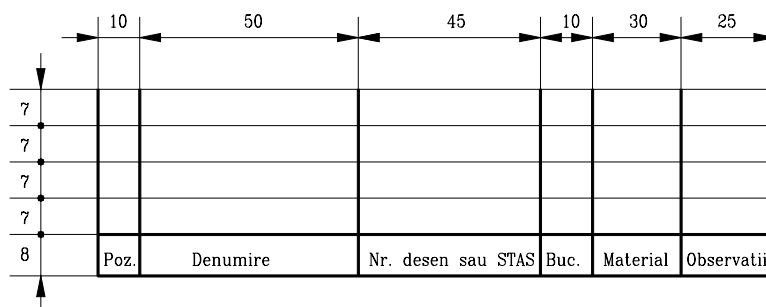
În realizarea reprezentărilor pentru diversele componente ale ansamblului trebuie să se aibă în vedere printre altele:

- conturul a două piese alăturate se reprezintă printr-o singură linie, comună celor două piese, dacă între acestea nu există joc, dacă jocul se datorează toleranțelor

admise, dacă piesele au aceleași cote nominale;

- liniile de contur ale celor două piese se reprezintă în mod separat dacă între piese există joc datorat dimensiunilor nominale diferite.

Pe desenul de ansamblu fiecare piesă componentă, sau ansamblu de ordin inferior, se identifică prin poziționare. Poziționarea se face cu ajutorul liniilor de indicație și al numerelor de poziție. Piesele componente și subansamblele se înscriu în ordine crescândă în *tabelul de componență*. Forma și dimensiunile tabelului sunt normalizate și sunt prezentate în Fig. 1.2.37.



**Fig. 1.2.37 Tabelul de componență al unui desen de ansamblu**

În Fig. 1.2.38 este prezentat desenul de ansamblu al unei plăci de circuit. Sunt evidențiate piese componente, cote, modul de numerotare. În Fig. 1.2.1 este prezentat tabelul de componență referitor la desenul anterior.

Desenul de ansamblu al unui produs existent este un *desen de relevu*. El poate fi util în modificarea ansamblului respectiv, în repararea, mutarea acestuia sau realizarea unor conexiuni noi, cu alte ansambluri învecinate.

Desenul de ansamblu al unui produs nou, aflat în faza de concepție, este un *desen de proiect*. Acesta va servi la fabricarea ansamblului reprezentat și la detalierea desenelor de execuție ale componentelor.

Pentru prezentarea unui produs în catalog, se utilizează **desene de prospect sau de catalog**, desene sintetice care includ numai informațiile esențiale despre produsul respectiv: forma geometrică globală, aspectul, gabaritul, modul de conectare cu elementele învecinate din mediul de lucru. Pentru a fi mai sugestive, astfel de desene sunt realizate frecvent în perspectivă. Ele nu conțin toate informațiile unui desen de execuție.



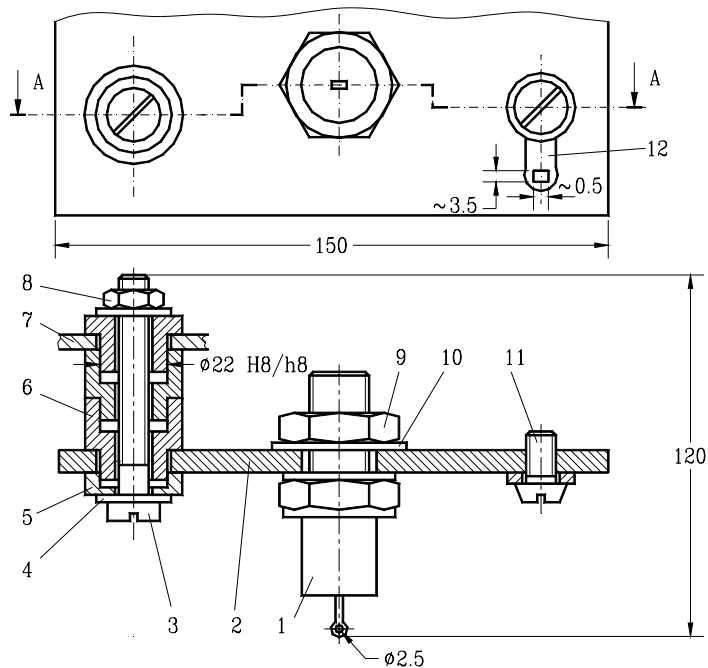


Fig. 1.2.38 Exemplu de desen de ansamblu

12	Cosa	ETC-1.5	1	CuZn37 STAS 95-87	din comert
11	Surub M3x3	STAS 7518-71	1	grupa 6.8	din comert
10	Saiba	STAS 5200-72	1	CuZn37 STAS 95-87	din comert
9	Piulita M4	STAS 4372-78	1	grupa 8	din comert
8	Piulita M3	STAS 4372-78	1	grupa 8	din comert
7	Placa II	ETC-1.4	1	CuZn5 STAS 95-87	120x80x2
6	Distantier II	ETC-1.3	2	Polivinilclorid	turnat
5	Distantier I	ETC-1.2	1	Polivinilclorid	turnat
4	Saiba	STAS 5200-72	1	CuZn37 STAS 95-87	din comert
3	Surub M3x17	STAS 7518-71	1	grupa 6.8	din comert
2	Placa I	ETC-1.1	1	CuZn5 STAS 95-87	120x80x2
1	Dioda Zener	-	1	-	
Poz.	Denumire	Nr. desen sau STAS	Buc.	Material	Observatii

Fig. 1.2.39 Tabelul de componență al ansamblului anterior exemplificat

### 1.3. Materiale specifice componentelor mecanice din electronică

#### 1.3.1. Privire generală asupra materialelor electrotehnice

Una din condițiile tehnologice de bază constă în alegerea materialelor utilizate în construcția elementelor componente ale sistemului. Alegerea materialelor trebuie să aibă în vedere câteva criterii definiții pentru utilizarea și fabricarea acestor elemente.

Din punct de vedere *funcțional* se impune să se realizeze piese rezistente și ușoare.

*Tehnologic* se recomandă ca alegerea materialelor să aibă în vedere posibilitățile de prelucrare a acestora. În plus trebuie avute în vedere posibilitățile oferite de acoperirile de protecție – chimice sau galvanice – în asigurarea unei rezistențe adecvate la coroziune sau alți agenți agresivi din mediu.

Ca semifabricate se utilizează bare netede trase sau table netede și decapate astfel ca piesele să fie obținute prin prelucrări directe și apoi să se realizeze acoperirile de protecție.

În etapa de proiectare nu trebuie scăpat din analiză factorul *economic* urmărindu-se prețul de cost minim în condițiile respectării cerințelor impuse pentru produsul de realizat. Un rol esențial îl are caracterul producției pieselor respective: de masă, serie mare sau mică.

În construcția produselor electronice și electrice se utilizează o gamă extrem de largă de materiale. Clasificări ale materialelor din punctul de vedere al industriei electrotehnice sunt prezentate în Fig. 1.3.1 și Fig. 1.3.2.

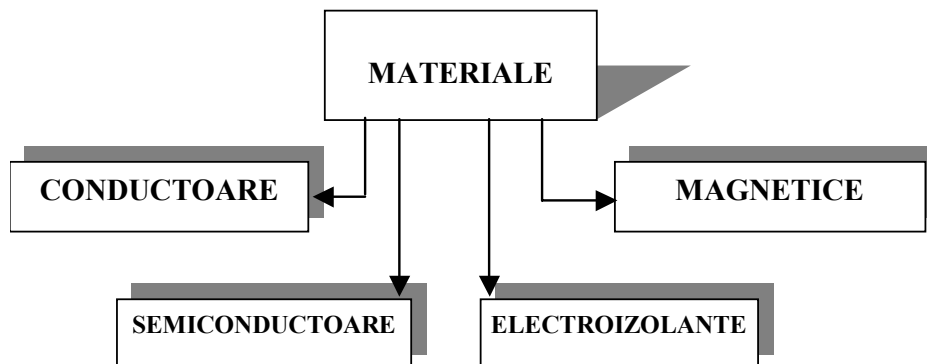


Fig. 1.3.1

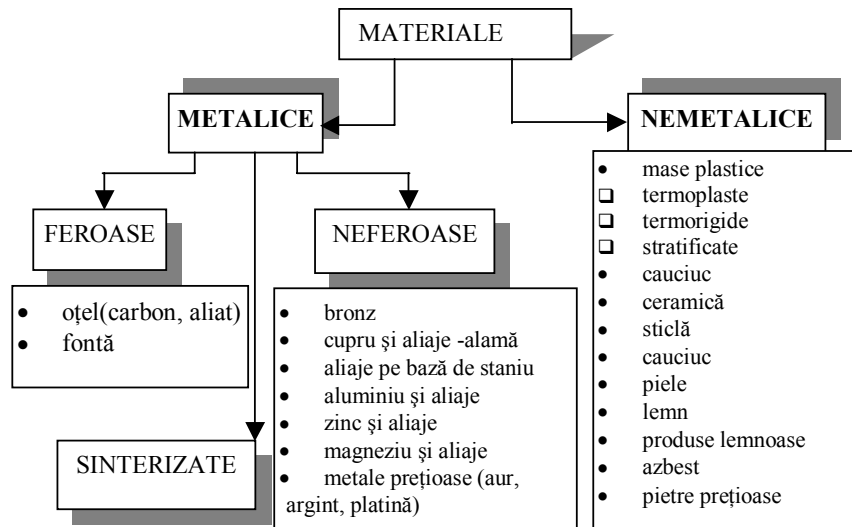


Fig. 1.3.2

### 1.3.2. Metalele

Metalele constituie baza materială a tehnicii. Caracteristicile lor – magnetice, mecanice, termice și chimice – diferă între ele. Ca elemente pure acestea nu întrunesc decât în cazuri rare caracteristicile complexe solicitate în tehnică. Din acest motiv se recurge în ultimă instanță la utilizarea *aliajelor*. În compoziția aliajelor intră pe lângă elementul sau elementele de bază și adăosuri, de obicei în cantități mici, care la rândul lor afectează mai mult sau mai puțin caracteristicile specifice ale produsului finit.

Caracteristicile specifice ale metalelor sau aliajelor sunt influențate de gradul puritate ale elementelor componente, tehnologia de elaborare, structura cristalină, tratamentele termice, prezența și concentrația impurităților etc.

Proprietățile materialelor se referă la proprietăți: electrice, magnetice, fizice și mecanice, termice, chimice

Pentru produsele destinate industriei electrotehnice, *conductivitatea electrică* constituie deseori caracteristica principală. Rezistivitatea electrică (inversa conductivității) se măsoară în  $\Omega/m$ . Pentru metale coeficientul de temperatură a rezistivității este pozitiv.

*Densitatea* reprezintă raportul dintre masa reală și volumul corpului:

$$\rho = \frac{m}{V} [kg/m^3] \quad (2.3.1)$$

Volumul corpului fiind funcție de temperatură și presiune, datele se indică la temperatură ambiantă (20...25 °C) și presiunea atmosferică de 760 mm Hg.

*Rezistența la tracțiune* (MPa, N/mm<sup>2</sup> sau N/cm<sup>2</sup>) se referă la valori obținute pe

epruvete normalizate.

Proprietățile termice fac referire la *conductivitatea termică, căldura masică, temperatura de topire.*

Natura și gradul de puritate al elementului determină sensibilitatea acestuia în raport cu agenți chimici. Atacul chimic sau electrochimic prin agenți nemetalici este cunoscut sub numele de coroziune iar sensibilitatea la acest fenomen este importantă în domeniul electrotehnic. În același timp fenomenul este și dăunător în unele cazuri ceea ce impune utilizarea unor metode creștere a rezistenței la coroziune. Acoperirile cu straturi subțiri oferă o protecție bună contra coroziunii:

**Procedeul galvanic** se realizează în băi cu electrolit corespunzător scopului, la tensiuni relativ reduse (până la 6 V) și densități de curent care variază funcție de caz (0.5 ...10 A /dm<sup>2</sup>). Alumiuni se depune pe cupru, magneziu, zinc, nichel, oțeluri etc.

**Acoperiri chimice și electrochimice.** Obținerea unui succes de acoperire necesită o serie de operații pregătitoare: degresare (îndepărtarea grăsimilor, a uleiurilor minerale și vegetale cu ajutorul solvenților organici, soluții alcaline, ultrasunete etc.), decapare (îndepărtarea oxizilor de pe suprafețele metalice prin metode chimice, electrochimice etc.), spălarea și uscarea, curățarea mecanică (îndepărtarea ruginei, a neregularităților cu ajutorul periilor de sârmă, pietre abrazive etc.), șlefuirea, lustruirea (îndepărtarea asperităților de pe suprafața pieselor). *Zincarea* se recomandă pentru piese feroase din interiorul echipamentelor electronice care funcționează într-un climat temperat continental. *Cadmierea* este recomandată pentru climat tropical și marin și se bazează pe electrolit acid (sulfat de cadmiu) sau cianuri. Se mai pot menționa și alte procedee: nichelare, cromare, cuprare, argintare, aurire. *Brumarea* înseamnă acoperirea cu săruri de sodiu a metalelor feroase și constă în fierberea în băi cu sodă caustică, azotat de sodiu. *Fosfatarea* se realizează prin fierbere sau la rece chimic sau electrochimic în vederea obținerii unei aderențe bune a straturilor de vopsea. *Eloxarea* înseamnă oxidarea anodică a aluminiului și a aliajelor acestuia.

**Acoperirile prin cufundare** sunt simple, se pretează automatizărilor și constau în cufundarea materialului de acoperit – în prealabil bine curățit – într-o baie care conține metal topit (cu punctul de topire scăzut);

**Procedeul de difuzie** se realizează prin difuzia elementului protector în materialul de bază, în prezența unor săruri și la o temperatură precizată;

**Depuneri în vid.** *Metalizarea* prin pulverizare în vid permite acoperiri atât pe suport metalic cât și pe alte forme: sticlă, cuarț, materiale plastice.

**Vopsirea** este o metodă de protecție mai avantajoasă decât acoperirile prin depuneri galvanice. Sunt posibile acoperiri pe suprafețe mari, a pieselor sudate etc.

Din grupa **materialelor feroase** se utilizează oțelurile carbon de uz general, oțelurile carbon de calitate, oțelurile aliate, oțelurile pentru arcuri etc. Din această categorie se mai utilizează în unele construcții fonta cenușie.

Oțelul și fonta se deosebesc prin conținutul lor de carbon. Fontele sunt aliaje ale fierului cu carbonul (în general în procent de peste 1.7 %) și cu alte elemente de aliere: siliciu, mangan, sulf, fosfor. Oțelul este aliaj al fierului cu carbonul (în procent de 0.004 – 1.7 %), siliciul, manganul, cromul, nichelul etc. Cu cât conținutul în carbon

este mai mare cu atât rezistența mecanică și duritatea sunt mai mari. Oțelul cu 0.05 – 0.3 % carbon se numește *oțel moale*; oțelul cu 0.3 – 0.6 % carbon se numește *oțel semidur*; iar oțelul cu 0.6 – 1.7 % carbon se numește *oțel dur*. Oțelul cu un conținut sub 0.3 % carbon nu se călește. Când oțelul are mai mult carbon își schimbă prin *călire* proprietățile. Oțelul fără conținut de elemente speciale și dacă conținutul de elemente uzuale (siliciu, mangan etc.) nu depășește procentul obișnuit se numește *oțel carbon*. Dacă oțelul conține și elemente speciale – crom, nichel, wolfram, cobalt, etc.- oțelul obține calități mecanice, fizice și chimice deosebite și se numește *oțel aliat*.

Oțelul și fonta nu sunt materiale speciale pentru circuite magnetice dar se utilizează adeseori ca armături, carcase, piese polare etc., pentru calitățile lor mecanice bune și caracteristicile magnetice acceptabile.

Oțelurile moi și extramoi – cu conținut în carbon < 0.2 % carbon – se utilizează în circuite magnetice unde nu există restricții de gabarit și pentru viteze de acționare reduse. Remanența lor magnetică este scăzută. Se pot realiza din aceste materiale elemente constructive care acceptă rezistență mecanică scăzută: șuruburi, nituri.

Oțelurile carbon cu conținut mai ridicat de carbon se folosesc în construcția elementelor de mecanică fină pentru care se cere o rezistență mecanică ridicată fără a se utiliza tratamente termice.

Oțelurile aliate – în special cu componente principale cromul și nichelul - sunt utilizate frecvent în mecanica fină.

Aliajele fier – siliciu sunt materialele magnetice cel mai des utilizate în tehnică deoarece au caracteristici magnetice bune și preț de cost scăzut. Aceste aliaje cu 6 ...9 % siliciu se se pot realiza prin metalurgia pulberilor, sinterizând pulberile elementelor componente la temperaturi înalte (1300 °C). Piese realizate au volum și masă mică.

Aliajele Alnico stau la baza aproximativ a 40 % din producția de magneți permanenți și peste 90 % din producția magneților metalici. Aceștia conțin pe lângă fier, nichel, aluminiu, cobalt. Magneții din aceste aliaje se obțin prin turnare.

**Materialele neferoase** utilizate în mecanica fină sunt aluminiul, cuprul, magneziul, zincul și aliajele lor.

**Cuprul și aliajele sale** sunt *materialele conductoare* cele mai des folosite în electrotehnică datorită proprietăților bune: conductivitate electrică mare, sunt ușor prelucrabile, preț de cost relativ scăzut. Cuprul nealiat are caracteristici mecanice slabe, motiv pentru care se folosesc aliajele care prezintă caracteristici mecanice superioare însă conductivitate electrică mai mică. Aliajul cupru-argint (0.03 ...0.1 %) prezintă o stabilitate termică bună cu caracteristici mecanice îmbunătățite și se folosește pentru comutatoare electrice. Aliajul cupru - cadmiu (0.06...0.1 %), cupru – cadmiu – zinc, cupru – crom, cupru – zirconiu, cupru – beriliu sunt câteva dintre aliajele cuprului cu aplicabilitate ridicată. *Alama* (peste 50 % cupru, în rest zinc) se utilizează sub formă de tablă, benzi, sârme, bare, tevi și diverse profile. Tombacul este o alamă cu conținut ridicat de cupru (80 ...95 %). Îmbunătățirea unor calități ale aliajului alamă se poate realiza prin adaosuri de siliciu, aluminiu, staniu, plumb etc. Bronzurile (aliaj cupru – staniu, cupru – aluminiu, cupru – siliciu, cupru – crom) sunt aliaje caracterizate prin duritate mare și rezistență la coroziune.

**Aluminiul** este un material conductor cu o pondere de utilizare ridicată. Utilizările în domeniul electrotehnic (electronic) sunt extrem de variate: material de bază la confecționarea conductoarelor electrice neizolate sau izolate, carcase pentru mașini și aparate electrice, șasiuri pentru aparate etc. Aluminiul de puritate mare sub formă de folii subțiri sau ca strat depus se folosește la condensatoare.

Cu mici adaosuri de elemente străine s-au putut modifica sensibil caracteristicile aliajelor cu o scădere mică a conductivității. Astfel se cunosc o serie de aliaje pe bază de aluminiu: aluminiu-siliciu, aluminiu-cupru, aluminiu-magneziu etc.

Aliajul duraluminiu (AlCu4MgMn – compoziție 4 % Cu, 0.5 % Mn, 0.5 % Mg, restul Al) are caracteristici mecanice foarte bune, mult superioare aluminiului pur. Aliajul pe bază de aluminiu – siliciu cunoscute sub denumirea de silumin, conțin 11...13.5 % siliciu. Acesta este indicat pentru turnarea unor piese sau carcase, șasiuri etc. cu forme complicate și pereți subțiri.

**Materialele rezistive** au numeroase aplicații ca rezistențe de încălzire, reostate, rezistențe bobinate, șunturi, filamente la lămpi cu incandescență etc. Acestor materiale li se cere rezistivitate mare, coeficient de temperatură mic, durată lungă de funcționare, rezistență la diferiți agenți etc. Se pot aminti dintre acestea: wolfram (W), molibden (Mo), aliaj crom – nichel (Cr – Ni), aliaj fier – crom – aluminiu (Fe – Cr – Al), aliaj cupru – nichel (Cu - Ni) etc. Pentru rezistențe de precizie sunt indicate sârme de diferite dimensiuni. Rezistențe cu coeficient de temperatură practic constant pe un interval mare de temperatură se obțin pe bază de amestec de carbon cu o masă izolatoare (de ex. caolina). Trebuie amintite și rezistențele din pelicule de oxizi metalici realizate prin depuneri în vid.

Într-o mare parte a circuitelor electrice **contactele** sunt cele mai solicitate piese, ele trebuind să funcționeze absolut sigur, orice defecțiune putând avea consecințe grave. Pentru o funcționare bună, contactele trebuie să posedă proprietăți electrice, mecanice, termice și chimice corespunzătoare condițiilor de lucru impuse. **Argintul și aliajele sale** (Ag-Cd, Ag-Au), **aurul și aliajele sale** (Au-Ag-Cu, Au-Co, Au-Ni), **platina și aliajele sale** sunt câteva din materialele utilizate. Metalurgia pulberilor oferă posibilități largi de elaborare a unor materiale pornind de la pulberile metalelor.

**Materialele semiconductoare** au o aplicabilitate extremă în domeniul electronic motiv pentru care și fac obiectul disciplinei de tehnologie electronică.

### 1.3.3. Materiale electroizolante

**Materialele electroizolante** au o importanță deosebită în construcția de aparate, pe de o parte pentru că sunt într-o continuă dezvoltare și pe de altă parte pentru că acestea sunt dintre primele care cedează într-un circuit electric, aparat sau mașină. Numărul mare de materiale electroizolante face în general dificilă alegerea lor în cadrul unui proiect. Clasificarea acestor materiale se poate realiza după:

- Stabilitatea termică și compoziția chimică împarte materialele în clase de izolație caracterizate prin temperaturi de funcționare maxime admisibile.
- Enciclopedia materialelor electroizolante;

- Natura chimică.

#### 1.3.4. Materialele nemetalice

**Materialele nemetalice** constituie o clasă extrem de importantă de materiale utilizată în industria electrotehnică și cea electronică.

**Materialele plastice** au o utilizare extrem de largă datorită proprietăților lor anticorozive, electroizolante, greutatea specifică mică, proprietăților mecanice corespunzătoare, costului scăzut și a unui aspect exterior plăcut. Unele caracteristici ale materialelor plastice – scăderea rezistenței mecanice cu creșterea temperaturii, coeficient scăzut de transmitere a căldurii, coeficient de dilatare ridicat etc. – limitează aplicabilitatea acestor materiale.

**Termoplastele** se înmoaie dacă sunt încălzite la o anumită temperatură și se solidifică din nou la răcire. Piese realizate din aceste materiale se obțin prin *injecție și presare cu mare precizie*. Este posibilă și realizarea unor inserții metalice în masa turnată astfel ca rezistența piesei să crească și posibilitatea asamblării fără altă prelucrare. Este necesar să se precizeze câteva dintre proprietățile acestor materiale în comparație cu metalele:

- Rezistență scăzută la creșterea temperaturii;
- Modulul de elasticitate longitudinal E este cu mult mai redus decât cel al metalelor (de 100 ... 300 mai mic decât cel al oțelului de exemplu);
- Deformațiile datorate unor sarcini exterioare cresc în timp;
- Termoplastele sunt higroscopice;
- Sunt izolatoare din punct de vedere electric.

Dintre aceste materiale se pot menționa: policlorura de vinil (PCV), polistirenul, poliamidele și poliuretanii, materialele plastice fluorurate (teflonul), rășinile poliesterice nesaturate.

Termoplastele sunt folosite pe scară largă ca și elemente izolatoare, la confecționarea unor elemente constructive dure, roți dințate, carcase de aparate, carcase de bobine, socluri, borne pentru aparate etc.

**Termoreactivele** sunt materiale plastice care nu trec în stare plastică prin încălzire dar prezintă totuși o ușoară înmuiere (până la aprox. 120 °C) după care se întăresc din nou. Unul dintre materialele termoreactive cele mai cunoscute este bachelita. Acest material prezintă dezavantajul că este casant.

Tab. 1.3.1 redă analiza caracteristicilor unor materiale nemetalice stratificate.

**Tab. 1.3.1**

Material de bază	Material de adaus	Caracteristici	Observații
Hârtie (folii)	Rășini fenolice	Material standard pentru solicitări obișnuite de larg consum	Pertinax Foarte utilizat Ieftin

Țesătură din fibră de sticlă	Rășini epoxidice	Material standard pentru aparatură profesională	Sticlotextolit Foarte utilizat Mai scump
Țesătură din fibră de sticlă	Rășini melaminice	Proprietăți mecanice foarte bune, rezistent la uzare	Rar utilizat
Țesătură din fibră de sticlă	Rășini siliconice	Comportare excelentă la temperaturi joase și la frecvențe înalte	Scump Rar folosit
Țesătură din fibră din sticlă	Rășini poliesterice	Însușiri electrice bune, calități mecanice medii	Preț mediu Rar folosit
Țesătură din fibră de sticlă	Politetrafluoretilenă	Însușiri electrice și termice foarte bune, calități mecanice medii	Foarte scump Rar folosit

**Materialele ceramice** (keramon = argilă în limba greacă) sunt materiale cu o aplicabilitate ridicată în domeniul electric datorită stabilității lor chimice și dielectrice într-un domeniu larg de temperatură. Ceramicile utilizate în domeniul electric sunt: porțelanul electrotehnic, steatita, ceramica cu oxid de aluminiu. Aceste materiale nu ard, pot fi dense și impermeabile la apă sau poroase, refractare. Se utilizează sub formă de piese masive (izolatoare, suporturi pentru rezistoare, piese pentru aparate de încălzire electrică, pentru condensatoare etc.).

**Materialele siliconice** reprezintă combinații ale unor substanțe organice cu substanțe anorganice. Prin realizarea lor s-a urmărit obținerea unor materiale care să posedă proprietățile electrice bune ale materialelor organice și stabilitatea chimică și termică a materialelor anorganice.

Uleiurile și unsoarele siliconice, cauciucurile siliconice au o largă aplicabilitate în industria electrotehnică și cea electronică. Lacurile siliconice, izolații electrice, lubrifianți la temperaturi ridicate, fluide la dispozitive de amortizare, material de încapsulare a unor aparate de măsură s.a. sunt câteva dintre aceste aplicații.

**Cauciucul natural și sintetic** este utilizat atât ca element de izolare cât și ca element elastic și de amortizare, ca element component a transmisiilor mecanice (transmisii prin curea), element pentru etanșări fixe sau mobile.

**Pietrele prețioase** au fost utilizate încă din antichitate (la confecționarea bijuteriilor) datorită durtății lor ridicate și rugozității foarte bună obținută prin șlefuire. Aceste materiale sunt ideale pentru confecționarea lagărelor. Pietrele sintetice au aceleași proprietăți fizico-chimice ca și pietrele naturale. Rubinele și safirele sunt pietrele cele mai întrebuințate în industrie.

#### 1.4. Bibliografie

- [2.1] Dolga I., Dănăiață P., Revencu M., *Desen tehnic pentru electrotehnică* (+CD-rom), Editura "Politehnica", Timișoara, 2002  
 [2.2] Dolga L., *Desen tehnic în domeniul electric*, Editura "Eurobit", Timișoara, 1999  
 [2.3] Popescu M., ș.a., *Materiale electrotehnice. Proprietăți și utilizări*, Editura Tehnică, București, 1976