

Componente electronice pasive

1.1. Generalități

Un *circuit electronic* este alcătuit din *componente electronice* interconectate sau cuplate între ele, în scopul realizării unei *funcții*.
Exemple de funcții realizate de circuite:

- amplificare;
- generare de oscilații armonice;
- redresare;
- stabilizare de tensiune;
- modulare;
- demodulare;
- limitare de tensiune;
- filtrare, etc.



Componentele electronice se împart în două categorii:

- *pasive* și
- *active*.

Componentele electronice pasive nu pot realiza funcția de amplificare în putere.

Componentele electronice pasive sunt:

- rezistoarele;
- condensatoarele și
- bobinele.

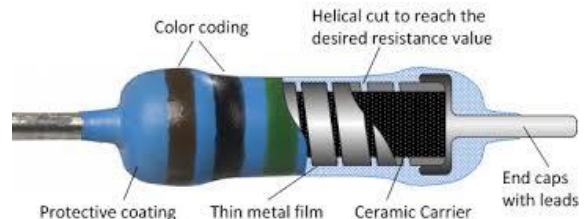
Exemple de componente active:

- tranzistoare,
- tiristoare,
- triace,
- amplificatoare operaționale.

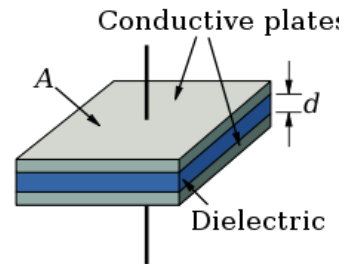
Pentium III: circa 900 de condensatoare și 1300 de rezistoare.

Definirea componentelor electronice pasive pe baza structurii fizice

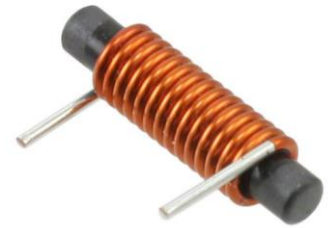
Rezistoarele sunt componente pasive de circuit, alcătuite în principal dintr-un element rezistiv fixat pe un suport izolant. Elementul rezistiv poate fi un conductor cu rezistivitate mare (aliaje pe bază de Cu, Ni, Cr, Co), o peliculă rezistivă (Ni, C) sau un conglomerat rezistiv.



Condensatoarele sunt componente pasive de circuit, alcătuite în principal din două armături conductoare, între care se află un mediu dielectric (aer, folie dielectrică, oxizi metalici).



Bobinele sunt componente pasive de circuit, alcătuite dintr-un conductor, de obicei din cupru, înfășurat sau depus pe un suport izolant, care poate conține și un miez, închis sau deschis, din material magnetic.



Definirea componentelor electronice pasive pe baza comportamentului electric ideal

În funcție de dependența dintre tensiunea electrică la borne și curentul electric prin borne.

- pentru rezistoare

$$u(t) = R \cdot i(t) \text{ sau } i(t) = \frac{u(t)}{R}$$

- pentru condensatoare

$$u(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i(t) \cdot dt \text{ sau } i(t) = C \cdot \frac{du(t)}{dt}$$

- pentru bobine

$$u(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt} \text{ sau } i(t) = \frac{1}{L} \cdot \int u(t) \cdot dt$$

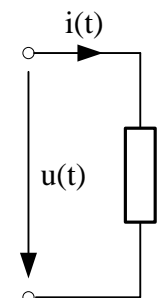
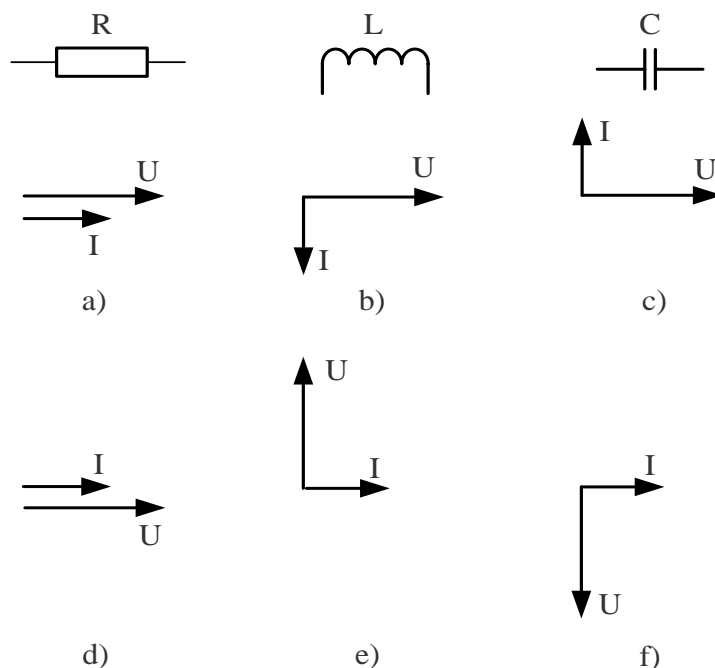


Fig. 1.1.



Diagramele fazoriale pentru rezistoare, bobine și condensatoare ideale

Parametrii generali ai componentelor electronice pasive

Aceștia pot fi clasificați, după natura lor, în:

- parametri electrici,
- parametri mecanici și
- parametri tehnologici.

Valoarea nominală, x_n , reprezintă valoarea pe care și-o propune fabricantul să o realizeze în procesul de fabricație. Valoarea reală, x , este cea care se obține în procesul de fabricație.

Toleranța admisă, t_n , reprezintă abaterea relativă sau procentuală maximă pe care o poate lua valoarea reală (x) față de cea nominală (x_n).

Toleranța componentei respective, t , este dată de relația:

$$t = \frac{x - x_n}{x_n} \cdot 100\%$$

Se cunoaște că $x_n = 1000$ și $t_n = \pm 5\%$. Valoarea măsurată trebuie să se încadreze în intervalul $[x_m, x_M]$, unde:

$$x_m = x_n \cdot \left(1 - \frac{t_n}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 950$$

$$x_M = x_n \cdot \left(1 + \frac{t_n}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 1050$$

Adică $x \in [950, 1050]$ sau $x = 1000 \pm 5\%$.

Clase de toleranțe

Valorile nominale corespunzătoare unei clase de toleranță formează o serie de valori.

$$\frac{x_{n2}}{x_{n1}} = r \leq \frac{1+t}{1-t}$$

Cele n valori nominale din decada de bază vor fi în progresie geometrică:

$$1, r, r^2, r^3, \dots, r^{n-1}$$

$$r^n = 10$$

Această relație permite calculul lui n când se impune r sau invers.

În tabelul 1.1 sunt prezentate principalele serii de valori și caracteristicile acestora. Pentru seriile E_6 și E_{12} , valorile de bază sunt prezentate în tabelul 1.2.

Tabelul 1.1

Clasa de toleranță (t_n)	Denumirea seriei	Numărul de valori nominale pe decadă (n)	Rația progresiei (r)	$\frac{1+t}{1-t}$
20%	E_6	6	$\sqrt[6]{10} \cong 1,4678$	1,5
10%	E_{12}	12	$\sqrt[12]{10} \cong 1,2115$	1,22
5%	E_{24}	24	$\sqrt[24]{10} \cong 1,1006$	1,1052
2%	E_{48}	48	$\sqrt[48]{10} \cong 1,0491$	1,040
1%	E_{96}	96	$\sqrt[96]{10} \cong 1,0242$	1,0202
0,5%	E_{192}	192	$\sqrt[192]{10} \cong 1,0120$	1,0100
0,2%	E_{384}	384	$\sqrt[384]{10} \cong 1,0060$	1,0040

Tabelul 1.2

E ₆	1		1,5		2,2		3,3		4,7		6,8	
E ₁₂	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2

$$\sqrt{1,5 \cdot 2,2} = 1,816 \cong 1,8$$

3) Domeniul temperaturilor de lucru, $[T_m, T_M]$, reprezintă intervalul maxim pentru temperatura ambiantă în care este garantată buna funcționare a componentei un timp îndelungat. T_m reprezintă temperatura ambiantă minimă, iar T_M reprezintă temperatura ambiantă maximă.

4) Coeficientul de variație cu temperatura, α_T , reprezintă variația relativă a valorii nominale x_N (care poate fi R_N , C_N , sau L_N) pentru variația cu 1° C a temperaturii.

$$\alpha_T = \frac{1}{x(T)} \cdot \frac{dx}{dT}$$

Exemplu de utilizare a coeficientului de variație cu temperatura:

$$R(T_1) = R(T_0)[1 + \alpha_T(T_1 - T_0)]$$

5) Coeficientul de disipație termică, δ_T și rezistența termică, R_{th} , exprimă capacitatea unei componente de a evacua în mediu ambiant căldura dezvoltată în interiorul ei.

Notății utilizate:

P – puterea electrică disipată de o componentă;

T – temperatura componentei;

T_a – temperatura ambiantă.

Puterea evacuată de componentă este:

$$P_{ev} = \delta_T(T - T_a) = \frac{(T - T_a)}{R_{th}}$$

1.2. Rezistoare

<https://en.wikipedia.org/wiki/Resistor>

1.2.1. Introducere

https://www.electronics-tutorials.ws/resistor/res_1.html

Rezistoarele reprezintă circa 30-40% din componentele circuitelor electronice.

Din punct de vedere constructiv, un rezistor este alcătuit în principal dintr-un element rezistiv fixat pe un suport izolant, la care se adaugă două terminale sau două suprafețe de conectare în circuit.

Clasificarea rezistoarelor

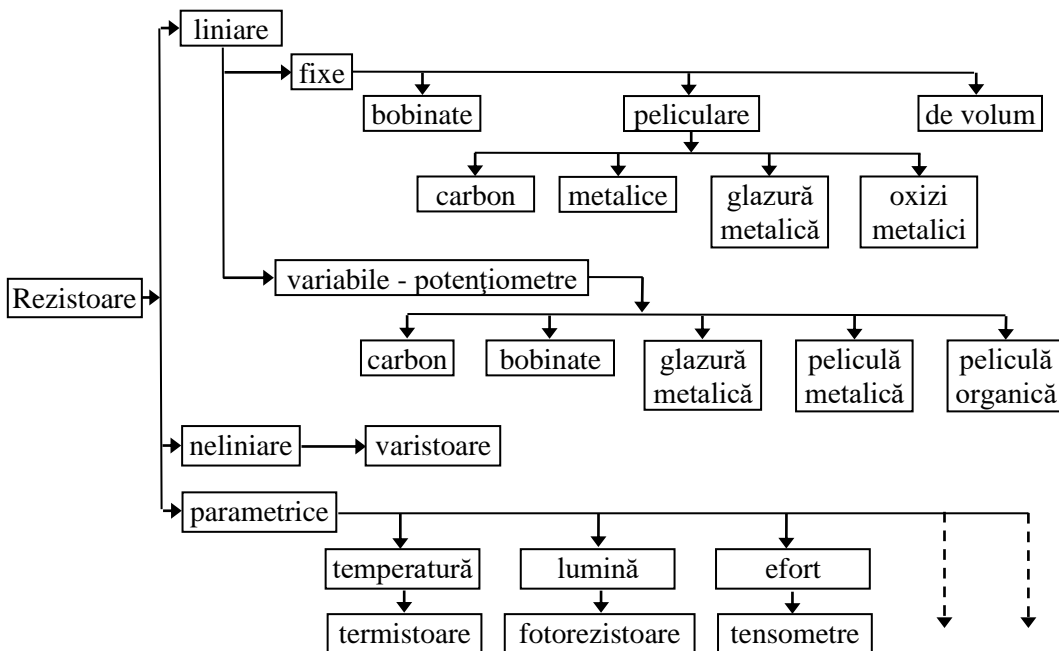


Fig. 1.4. Clasificarea rezistoarelor.

După modul de conectare în circuit, există: rezistoare cu terminale și rezistoare cu suprafețe de conectare.

Rezistoarele cu terminale se montează în circuit prin implantare sau inserție și fac parte din categoria componentelor cu montare prin inserție.

Rezistoarele cip (cu suprafețe de conectare) sunt de obicei componente tip SMD (*Surface Mounting Devices* - componente cu montare pe suprafață).

Simbolurile rezistoarelor

	rezistor, simbol general, standardizat
	rezistor, simbol tolerat
	rezistor cu prize
	sunt
	element cu încălzire
	rezistor, variabil
	potențiomtru cu contact mobil
	potențiomtru semireglabil
	termistor
	varistor

Fig. 1.5. Simbolurile rezistoarelor.

1.2.2. Rezistoare liniare fixe

Parametrii rezistoarelor liniare fixe

1) **Rezistența nominală, $R_n[\Omega]$** , este parametrul fundamental al rezistoarelor și reprezintă valoarea rezistenței electrice ce se urmărește să fie obținută în procesul de fabricație. Aceasta se înscrie, în clar sau în codul culorilor, pe corpul rezistorului.

2) **Toleranța nominală, $t_n[\%]$** , reprezintă abaterea procentuală maximă admisă a valorii reale a rezistenței electrice față de valoarea nominală.

3) **Puterea nominală, $P_n[W]$** , reprezintă puterea electrică maximă pe care o poate disipa rezistorul într-o funcționare îndelungată, la o temperatură ambiantă dată (de ex.: $40^\circ C$) fără ca acesta să își modifice caracteristicile.

Puterile nominale uzuale ale rezistoarelor sunt: 0,05W, 0,1W, 0,125W, 0,5W, 1W, 2W, 3W, 5W, 7W, 9W, 12W, 16W, 25W, 40W, 50W, 100W. Acestea se marchează pe simbolul rezistorului, ca în fig. 1.6. Astfel, pe simbolul rezistorului se marchează cu cifre romane puterea nominală, dacă aceasta este mai mare sau egală cu 1 W.

	rezistor de 0,25 W
	rezistor de 0,5 W
	rezistor de 1 W
	rezistor de 5 W
	rezistor de 7 W

Fig. 1.6. Marcarea puterilor nominale ale rezistoarelor.

4) Temperatura nominală, $T_N[^\circ\text{C}]$, este temperatura ambiantă maximă până la care rezistorul poate fi utilizat la puterea nominală, fig. 1.7.

5) Temperatura maximă, $T_M[^\circ\text{C}]$, reprezintă temperatura maximă a corpului rezistorului pentru care se garantează o funcționare îndelungată a acestuia.

6) Intervalul temperaturilor de lucru, $[T_m, T_M]$, este intervalul maxim al temperaturii ambiante pentru care se garantează o funcționare de lungă durată a rezistorului.

7) Coeficientul de variație a rezistenței electrice cu temperatura, $\alpha_R[^\circ\text{C}]$, exprimă variația relativă a rezistenței electrice a rezistorului când temperatura variază cu un grad.

$$\alpha_R = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT}$$

8) Rezistența termică, $R_{th}[^\circ\text{C}/\text{W}]$, exprimă capacitatea unui rezistor de a evacua căldura dezvoltată în urma disipației de putere. Evacuarea căldurii depinde de forma și dimensiunile rezistorului, de conductivitatea termică a suportului izolator, de poziția rezistorului în montaj, etc.

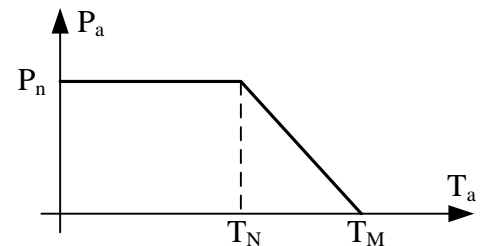


Fig. 1.7. Dependența puterii disipate admisibile de temperatura ambiantă

$$R_{th} = \frac{T_M - T_a}{P} = \frac{T_M - T_N}{P_n} \quad (1.14)$$

9) Puterea disipată admisibilă, $P_a[\text{W}]$, este puterea maximă pe care o poate disipa un rezistor la temperatura ambiantă T_a , unde $T_a \in [T_m, T_M]$. Acest parametru depinde de temperatura ambiantă, ca în fig. 1.7.

Structura constructivă a unui rezistor

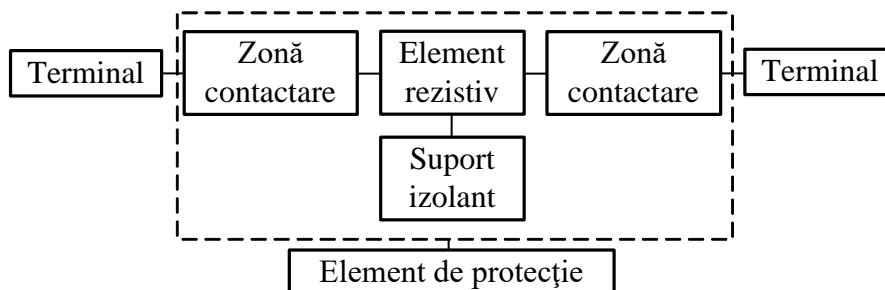


Fig. 1.8. Structura generalizată a unui rezistor.

Marcarea rezistoarelor fixe (10 10 2022)

Cei mai importanți parametri ai rezistoarelor fixe (**valoarea nominală**, **toleranța** și eventual coeficientul termic și **puterea nominală**) se marchează în clar, în codul culorilor, în cod cifric sau literal pe corpul rezistoarelor.

Color Codes	4 Band Resistors	5 Band Resistors	6 Band Resistors

Tabelul 1.3

Marcaj	0,22	2,2	2R2	22	220	2k2	22k	220k	2M2
R _N	0,22 Ω	2,2 Ω	2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2,2 kΩ	22 kΩ	220 kΩ	2,2 MΩ

Tabelul 1.4

Litera	B	C	D	F	G	J	K	M
t _N [%]	±0,1	±0,25	±0,5	±1	±2	±5	±10	±20

Tabelul 1.5

Culoarea	Prima cifră	A doua cifră	Coeficientul de multiplicare	Toleranța
Argintiu	-	-	10 ⁻²	±10 %
Auriu	-	-	10 ⁻¹	±5 %
Negru	-	0	1	-
Maro	1	1	10	±1 %
Roșu	2	2	10 ²	±2 %
Portocaliu	3	3	10 ³	-
Galben	4	4	10 ⁴	-
Verde	5	5	10 ⁵	-
Albastru	6	6	10 ⁶	-
Violet	7	7	10 ⁷	-
Gri	8	8	10 ⁸	-
Alb	9	9	10 ⁹	-
Nici o culoare	-	-	-	±20 %

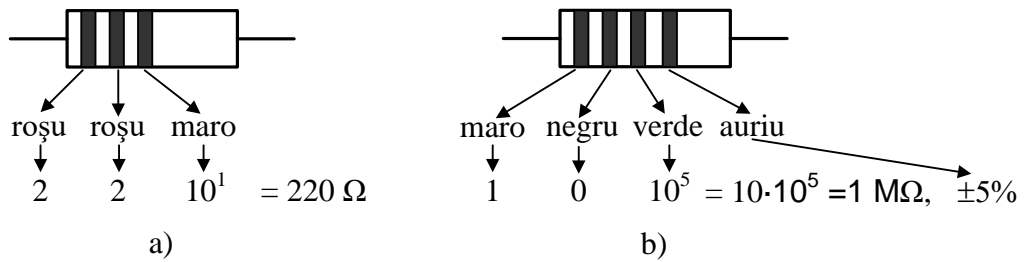


Fig. 1.9. Marcarea rezistoarelor în codul culorilor.

1.2.3. Potențiometre

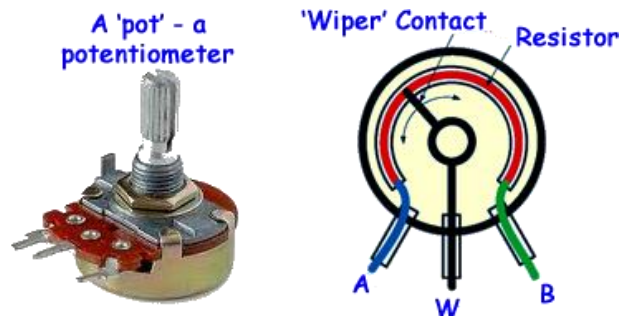
<https://en.wikipedia.org/wiki/Potentiometer>

Potențiometrele (sau rezistoarele variabile) sunt rezistoare a căror rezistență poate fi variată continuu sau în trepte între anumite limite, prin deplasarea unui contact mobil (cursor) pe suprafața elementului rezistiv.

Potențiometrele sunt utilizate ca elemente de reglaj, în circuitele în care se impune ca valoarea rezistenței să fie variabilă (reglabilă).

Structura unui potențiometru:

- element rezistiv,
- ansamblu cursor,
- colector,
- sistemul de acționare a cursorului și
- carcasă.



Parametrii potențimetrelor

1) Rezistența nominală este valoarea înscrisă pe corpul potențiometrului și reprezintă valoarea între capetele potențiometrului ce se dorește a fi realizată în procesul de fabricație.

2) Toleranța este cea corespunzătoare valorii rezistenței potențiometrului.

3) Puterea nominală se definește ca la rezistoarele liniare fixe.

4) Legea de variație a unui potențiometru reprezintă legea care exprimă dependența rezistenței electrice dintre cursor și capătul inferior al potențiometrului, de poziția cursorului [1]. Exemple de legi de variație a rezistenței potențimetrelor: liniară, logaritmică, invers logaritmică, în S.

5) Rezoluția de reglaj - caracterizează finețea reglajului și reprezintă variația rezistenței R a potențiometrului (rezistența dintre cursor și capătul inițial) la o deplasare unitară a elementului de acționare a cursorului (1° sau 1 mm, după cum potențiometrul este rotativ sau rectiliniu); se exprimă

în Ω/grad sau Ω/mm și este cu atât mai bună cu cât elementul rezistiv este mai lung.

6) Unghiul total de rotație este unghiul descris de cursor prin deplasarea de la o extremitate la alta a elementului rezistiv.

1.2.4. Rezistoare parametrice și rezistoare neliniare

Rezistoarele neliniare au o dependență neliniară a curentului de tensiune.

Rezistoarele parametrice sunt rezistoarele la care rezistența depinde de un parametru extern:

- temperatură,
- tensiune,
- flux luminos, etc.

Din categoria rezistoarelor neliniare și a celor parametrice fac parte:

- termistoarele – la care rezistența variază puternic cu temperatura;
- varistoarele – la care rezistența variază cu tensiunea electrică aplicată;
- fotorezistoarele – la care rezistența variază cu fluxul luminos;
- tensometrele (mărcile tensometrice) la care rezistența variază cu solicitarea mecanică.

1.2.4.1. Termistoare

Aceste rezistoare au o dependență a rezistenței cu temperatura neliniară și foarte puternică.

Dacă un rezistor liniar are o variație a rezistenței cu temperatura de ordinul $100 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, termistoarele au o variație de ordinul **procentelor pentru 1°C** .



Tipuri de termistoare:

- NTC (*Negative Temperature Coefficient*),
- PTC (*Positive Temperature Coefficient*).

Termistoare NTC

Legea de variație a termistoarelor NTC este de forma:

$$R_T = A \cdot e^{B/T} \quad (1.15)$$

unde: A reprezintă rezistența termistorului la temperaturi foarte mari (R_{∞});

B este o mărime ce depinde de material, numită sensibilitate termică;

T este temperatura în grade Kelvin.

Parametrii termistoarelor NTC

- 1) **Rezistența nominală, $R_{25^{\circ}\text{C}}[\Omega]$** , este rezistența termistorului la temperatura de 25°C .
- 2) **Puterea nominală, $P_N[\text{W}]$** , reprezintă puterea maximă pe care o poate disipa termistorul
- 3) **Constanta de material, $B[\text{K}]$** , are valori cuprinse în intervalul (2000, 5000)K.
- 4) **Constanta termică de timp, $\tau[\text{s}]$** , caracterizează inerția termică a termistorului.

Termistoarele NTC se utilizează:

- ca traductoare de temperatură,
- pentru limitarea unor curenți de pornire,
- pentru compensarea variației unor mărimi cu temperatura, etc.

Termistoare PTC

Legea de variație a termistoarelor PTC este de forma:

$$R_T = A + B \cdot e^{C/T} \quad \text{pentru } T \in (T_{\min}, T_{\max})$$

unde: A, B și C sunt constante de material.

Termistoarele PTC se utilizează:

- ca traductoare de temperatură,
- pentru protecția la scurtcircuit sau supratensiune,
- în limitatoare de curent, etc.

1.2.4.2. Varistoare

Varistoarele, notate în schemele de circuite cu VDR (*Voltage Depending Resistor*), sunt rezistoare a căror rezistență electrică depinde de tensiunea aplicată la borne. Caracteristica electrică a varistoarelor se poate aproxima cu relația:

$$I = K \cdot U^{\alpha}$$

în care K și α sunt constante de material. Astfel, pentru varistoare realizate cu SiC

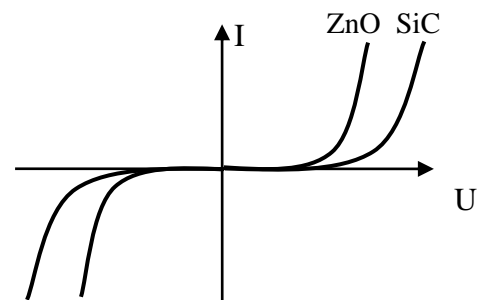


Fig.1.11. Caracteristica electrică I-U a unui varistor.

(carbură de siliciu), $\alpha = 5$, iar pentru cele realizate cu ZnO (oxid de zinc), $\alpha = 20 \dots 40$.

Parametrii varistoarelor

1) Tensiunea nominală, $U_n[V]$, reprezintă tensiunea la bornele varistorului atunci când acesta este parcurs de curentul nominal. Această tensiune se mai numește și tensiune de stabilizare.

2) Tensiunea de deschidere, $U_0[V]$, este tensiunea la care caracteristica I-U își schimbă panta. Peste această tensiune, varistorul se comportă ca element stabilizator de tensiune.

3) Curentul nominal, $I_n[A]$.

4) Puterea disipată nominală, $P_n[W]$, puterea maximă pe care o poate disipa termistorul fără să se producă transformări ireversibile ($P_n = U_n I_n$).

5) Timpul de răspuns reprezintă intervalul de timp după care se modifică rezistența, respectiv curentul, la o variație bruscă a tensiunii pe varistor.

6) Capacitatea parazită este cuprinsă în intervalul (30, 15000) pF.

7) Coeficientul de neliniaritate, α , se definește pe caracteristica I-U.



Principalele aplicații ale varistoarelor sunt:

- protecție la supratensiuni de ambele polarități,
- circuite de limitare a tensiunilor,
- stabilizatoare de tensiune continuă sau alternativă.

1.3. Condensatoare

1.3.1. Introducere

Definiție: *condensatoarele* sunt componente pasive de circuit, alcătuite în principal din două armături conductoare, între care se află un mediu dielectric.

Principalul parametru al unui condensator este capacitatea electrică, C , cu unitatea de măsură Faradul (F).

$$C = \frac{q}{U} \quad (1.19)$$

q este sarcina electrică acumulată pe armăturile condensatorului atunci când se aplică la borne o tensiune U .

Ca urmare, capacitatea de 1 F (Farad) este cea a unui condensator ce se încarcă cu o sarcină de 1 C, atunci când se aplică la bornele sale o tensiune de 1 V.

1 F fiind o capacitate foarte mare, se utilizează submultipli acestuia:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mF} &= 10^{-3} \text{ F}, \\ 1 \text{ }\mu\text{F} &= 10^{-6} \text{ F}, \\ 1 \text{ nF} &= 10^{-9} \text{ F și} \\ 1 \text{ pF} &= 10^{-12} \text{ F.} \end{aligned}$$

Părțile componente principale ale unui condensator sunt:

- *armăturile și*
- *dielectricul.*

Armăturile sunt realizate din:

- aluminiu,
- cupru,
- argint.

Dielectricii utilizați pentru condensatori sunt în general solizi, principalul parametru al acestora fiind **permitivitatea dielectrică ϵ** .

Condensatorul plan cu aer are două armături de arie S , aflate la distanța d . Capacitatea acestuia este:

$$C = \frac{\epsilon_o \cdot S}{d} \quad (1.20)$$

ϵ_o - permitivitatea dielectrică a vidului (egală cu cea a aerului).

Dacă înlocuim dielectricul aer cu un alt dielectric, rezultă:

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} \quad (1.21)$$

ϵ_r - permitivitatea dielectrică relativă a dielectricului utilizat.

Dielectricii utilizați la fabricarea condensatoarelor au parametrul ϵ_r cu valori de la ordinul unităților (mase plastice) până la ordinul sutelor de mii (ceramică).

Clasificarea condensatoarelor (07 oct.)

Din punct de vedere constructiv, condensatoarele se împart în:

- condensatoare fixe;
- condensatoare semireglabile sau trimeri capacitivi;
- condensatoare variabile.

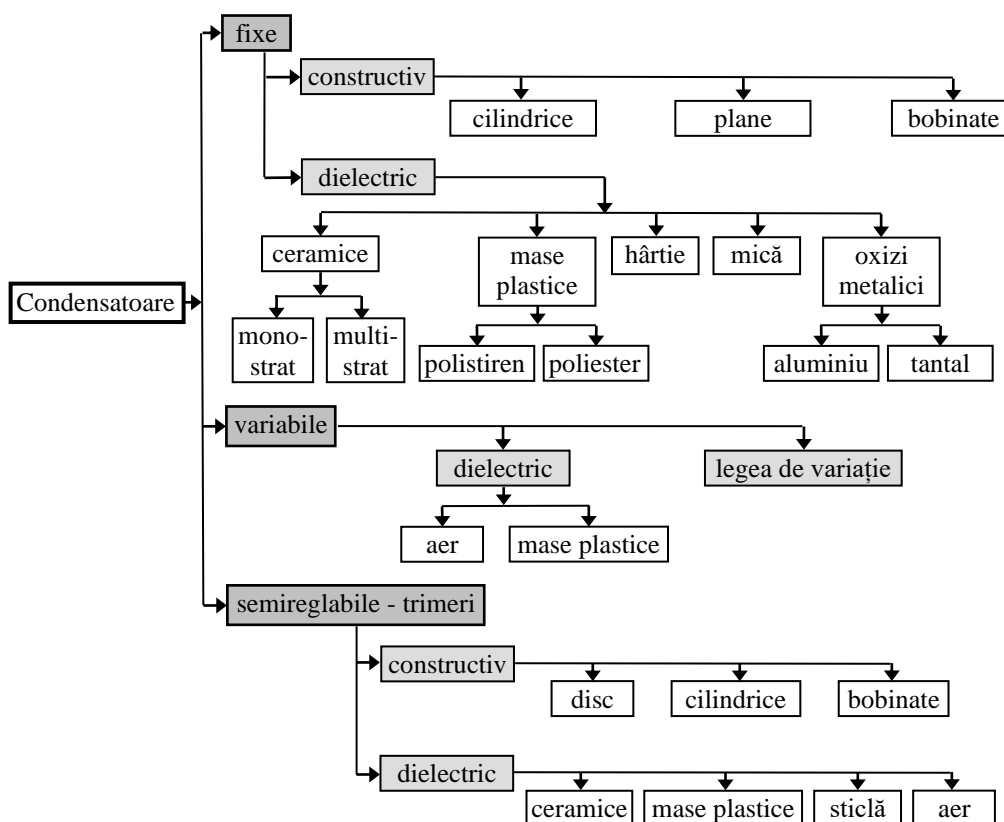


Fig. 1.12. Clasificarea condensatoarelor.

Parametrii condensatoarelor

- 1) **Capacitatea nominală**, $C_n[F]$, este capacitatea marcată pe corpul condensatorului.
- 2) **Toleranța admisă sau nominală**, $t_n[\%]$, reprezintă abaterea maximă a valorii reale a capacității față de valoarea ei nominală.
- 3) **Tensiunea nominală**, $U_n[V]$, este tensiunea continuă maximă sau tensiunea alternativă eficace maximă care poate fi aplicată în regim îndelungat la bornele condensatorului, fără ca acesta să se distrugă. Valorile uzuale pentru U_n sunt: 6, 12, 16, 25, 35, 40, 63, 100, 160, 250, 350, 400, 450, 500, 630, 1000 V.
- 4) **Tangenta unghiului de pierdere**, $\tan \delta$. Din cauza pierderilor în dielectric și a rezistențelor nenule ale armăturilor și terminalelor, într-un condensator se disipă putere activă. **Tangenta unghiului de pierdere se definește ca raportul dintre puterea activă, P_a , ce se disipă pe condensator și puterea reactivă, P_r , a acestuia.** Un condensator bun are $\tan \delta$ mic, iar unul ideal are $\tan \delta = 0$.
- 5) **Intervalul temperaturilor de lucru**, $[T_{\min}, T_{\max}]$, este intervalul maxim de temperatură în care condensatorul poate funcționa un timp îndelungat, fără a se produce schimbări ireversibile în structura dielectricului.
- 6) **Coeficientul de variație cu temperatura**, $\alpha_c[/^{\circ}C]$, reprezintă variația relativă a capacității condensatorului cu temperatura.
- 7) **Rezistența de izolație** se definește ca raportul dintre tensiunea continuă aplicată unui condensator și curentul care se stabilește prin condensator după un interval de un minut de la aplicarea tensiunii. Pentru condensatoarele mai mari de 1 μF , se poate preciza în catalog constanta de timp, τ , dată de relația:

$$\tau = R_{iz} \cdot C_n \quad (1.22)$$

Pentru condensatoarele electrolitice se precizează în catalog curentul de fugă. Acesta reprezintă curentul ce trece prin condensator în regim permanent, atunci când la bornele sale are o tensiune continuă egală cu cea nominală.

- 8) **Capacitatea specifică** se definește ca raportul dintre capacitatea condensatorului și volumul acestuia, sau aria armăturilor.

Simbolurile condensatoarelor

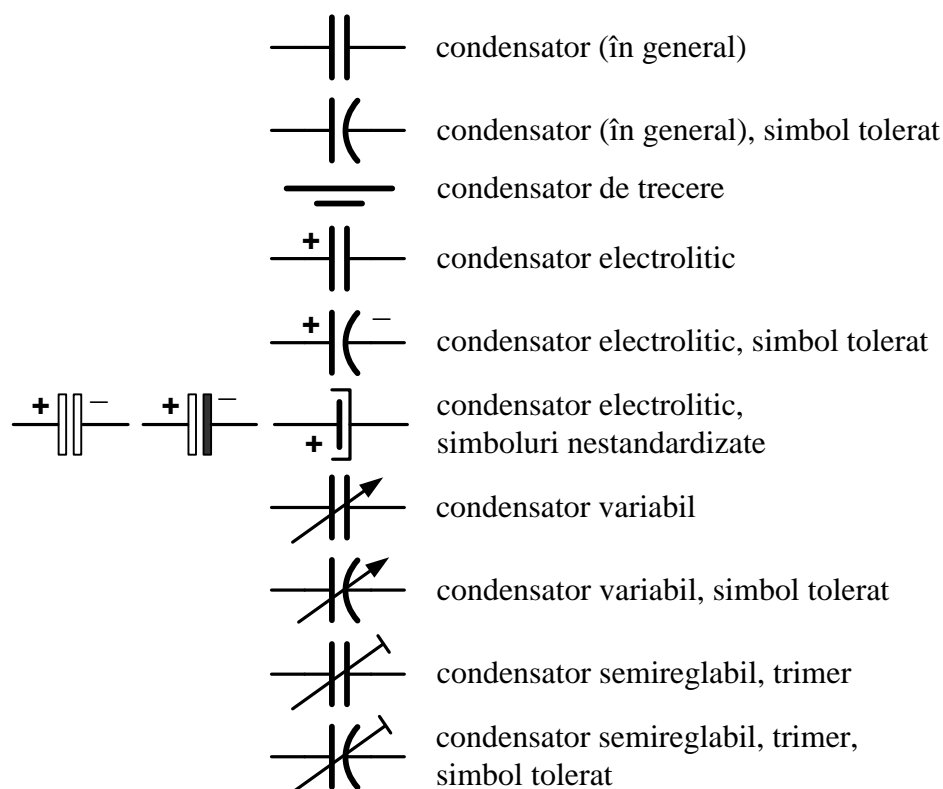


Fig. 1.13. Simbolurile condensatoarelor.

1.3.2. Condensatoare fixe

Condensatoare ceramice

Dielectric:

- ceramică tip I, ϵ_r între 60 și 120, $\text{tg } \delta < 15 \cdot 10^{-4}$, C_n între 1 pF și 10 nF
- ceramică tip II, ϵ_r între 2 000 și 10 000, $\text{tg } \delta < 350 \cdot 10^{-4}$, până la 2 μF
- ceramică tip III, ϵ_r între 10 000 și 200 000, $\text{tg } \delta < 1200 \cdot 10^{-4}$.

Condensatoarele ceramice tip I se utilizează în circuite ce lucrează la înaltă frecvență și în care stabilitatea capacității și pierderile sunt cerințe majore.

Condensatoarele ceramice tip II sunt utilizate în cuplare, decuplare în etaje de frecvență înaltă și pentru decuplarea tensiunilor de alimentare.

Condensatoarele ceramice se realizează în două variante:

- monostrat și
- multistrat.

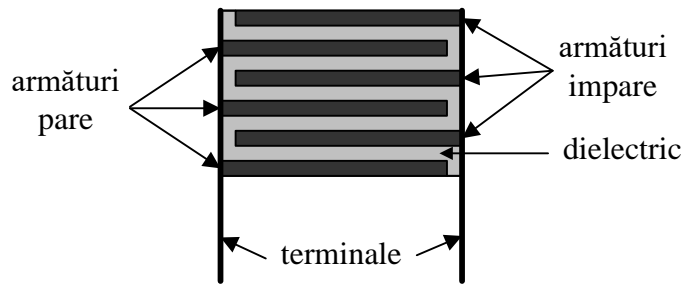


Fig. 1.14. Structura unui condensator ceramic multistrat.

Condensatoare cu polistiren (stiroflex)

Dielectric: folie de polistiren (stiroflex).

Armături: folii de aluminiu.

Condensatoarele stiroflex au pierderi mici în dielectric și o bună stabilitate a capacității cu variația temperaturii, fiind utilizate în circuitele în care se impun astfel de cerințe. Deoarece armăturile au forma unor bobine, inductanța parazită a acestor condensatoare este mare și de aceea nu pot fi utilizate la frecvențe mai mari de sute de kHz.

Condensatoare cu poliestер metalizat (myler)

Structura este asemănătoare cu cea a condensatoarelor stiroflex, dar armăturile de formă elicoidală sunt scurtcircuitate la capete, rezultând o inductanță parazită mult mai mică decât în cazul precedent. Pierderile în dielectric sunt relativ mari ($\text{tg } \delta < 50 \cdot 10^{-4}$). Condensatoarele myler sunt componente de uz general.

Condensatoare cu hârtie

Dielectricul este în acest caz hârtie impregnată, iar armăturile sunt din aluminiu. Structura fiind de forma unei bobine, pentru reducerea inductanței parazite se scurtcircuitează la capăt fiecare armătura. Condensatoarele cu hârtie sunt utilizate în special **în circuite de putere**, la frecvențe de până la 1 MHz.

Condensatoare cu mică

Structura este similară cu cea a condensatoarelor multistrat. Tensiunea nominală a condensatoarelor cu mică poate ajunge până la zeci de kV, însă au un gabarit mare. Condensatoarele cu mică sunt utilizate numai în circuite ce lucrează la **înalță frecvență și înalță tensiune**.

Condensatoare electrolitice

Dielectricul:

- $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow$ condensatoare electrolitice cu aluminiu,
- $\text{Ta}_2\text{O}_5 \rightarrow$ condensatoare electrolitice cu tantal.

Condensatoarele electrolitice sunt de tip polarizat, adică au o comportare capacitivă numai dacă tensiunea între armătura anodică (marcată cu +) și cea catodică (marcată cu -) este pozitivă.

Condensatoare electrolitice cu aluminiu

Structură:

- *armătură anodică* realizată dintr-o folie de aluminiu, asperizată pentru a avea o suprafață cât mai mare; această folie se oxidează, stratul de oxid de valori submicronice având rol de dielectric;
- *două folii de hârtie poroasă* ce reprezintă suportul pentru electrolit;
- *folie catodică de aluminiu*, ce realizează contactul electrolitului cu exteriorul.

Datorită rigidității dielectrice foarte mari a oxidului de aluminiu, 1000 kV/mm, condensatoarele electrolitice cu aluminiu au capacități specifice foarte mari, valorile capacității nominale ajungând până la 50 000 μF , sau chiar mai mult, iar tensiunea nominală poate ajunge până la 500V. Pierderile sunt relativ mari, ($\text{tg } \delta < 0,75$). Au inductanță parazită mare.

Condensatoarele electrolitice cu aluminiu se utilizează:

- la filtrarea tensiunii de la etajele redresoare;
- în cuplarea și decuplarea etajelor de joasă frecvență;
- la filtrarea tensiunilor de alimentare a etajelor de joasă frecvență sau de bandă largă.

Condensatoare electrolitice cu tantal

Permitivitatea dielectricului (Ta_2O_5) este aproape dublă față de cea a oxidului de aluminiu.

Structură:

- *armătura anodică* realizată dintr-un bloc cilindric din pulbere de tantal, sinterizat în jurul unui fir subțire de tantal metalic; se obține astfel o suprafață de $1 \text{ m}^2/\text{cm}^3$;
- *dielectricul* constituit dintr-o peliculă de pentaoxid de tantal;
- *armătura catodică* dintr-un electrolit solid.

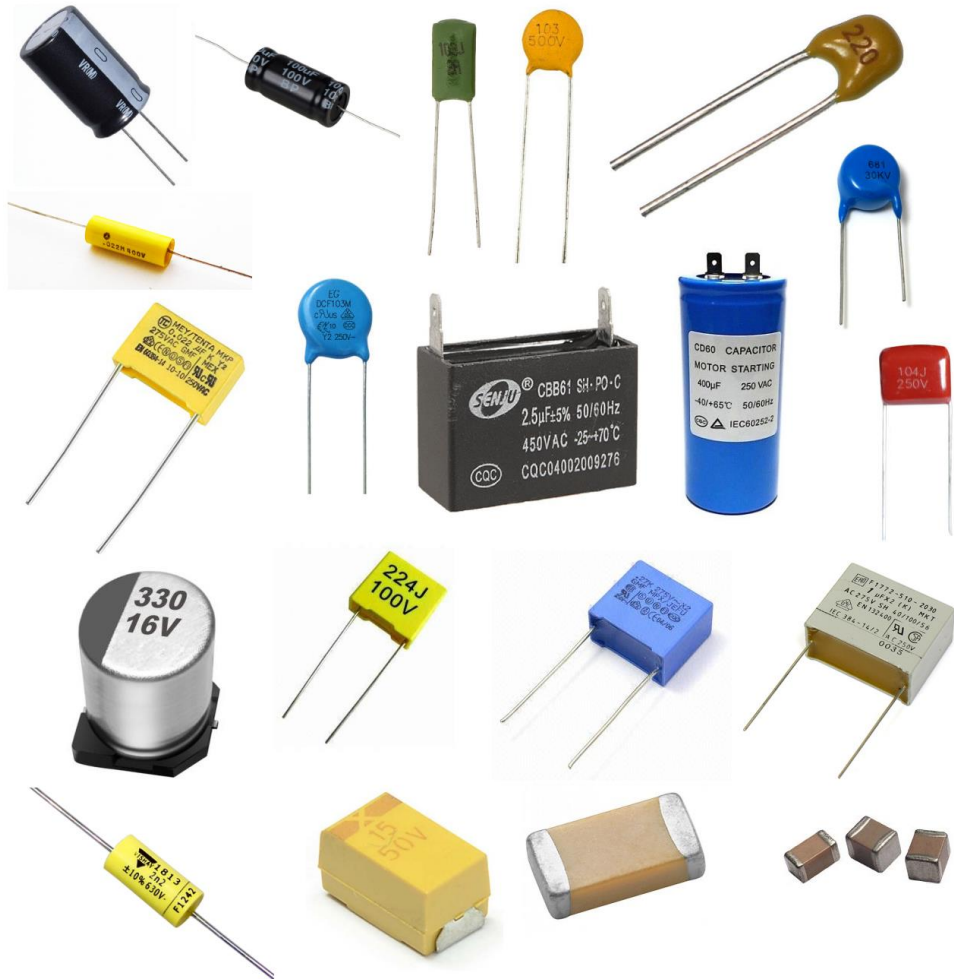
Variante constructive:

- tip *picătură* și
- tip *tubular*.

Condensatoarele electrolitice cu tantal au performanțe superioare celor cu aluminiu:

- curenți de fugă mai mici,
- variații mai mici ale capacității cu temperatura,
- inductanțe parazite mici.

În schimb, tensiunea nominală nu depășește 100V.



© www.powerelectronicstalks.com

1.3.3. Condensatoare variabile și semivariabile

Condensatoarele variabile permit reglarea capacității între o valoare minimă, C_{min} , și o valoare maximă, C_{max} .

Condensatoarele variabile se utilizează în circuite acordate tip LC, permițând modificarea (reglarea) frecvenței de rezonanță.

Dielectricul condensatoarelor variabile poate fi aer (gabarit mare) sau materiale plastice (pierderi mai mari).

Există structuri de condensatoare cu una sau cu mai multe secțiuni (mai multe condensatoare variabile ce se reglează simultan).

Condensatoarele semivariabile (trimerii) se utilizează pentru reglajul fin al circuitelor acordate de frecvență înaltă. Ele pot avea formă tubulară, cilindrică sau plană, iar dielectricul poate fi un material ceramic, un material plastic sau aerul.

Capacitățile reglabile ale trimerilor sunt de ordinul 1 pF – 50 pF.

Marcarea condensatoarelor

- în clar;
- în codul culorilor;
- în cod cifric.

Tabelul 1.6

Culoarea	Coeficientul de variație cu temperatura [ppm/°C]	Prima cifră	A doua cifră	Coeficientul de multiplicare	Toleranța	
					C ≤ 10 pF	C > 10 pF
					[pF]	[%]
Negru	0	-	0	1	± 2	± 20
Maro	-33	1	1	10	± 0,1	± 1
Roșu	-75	2	2	10 ²	± 0,25	± 2
Portocaliu	-150	3	3	10 ³	-	± 2,5
Galben	-220	4	4	10 ⁴	-	± 100
Verde	-330	5	5	10 ⁵	± 0,5	± 5
Albastru	-470	6	6	-	-	-
Violet	-750	7	7	-	-	-
Gri	-2200	8	8	10 ⁻²	-	-20 +30
Alb	+120	9	9	10 ⁻¹	± 1	± 10
Auriu	+100					

Semnificația liniilor de marcaj:

- 1 - coeficientul de temperatură;
- 2 – prima cifră semnificativă;
- 3 – a doua cifră semnificativă;
- 4 – coeficientul de multiplicare;
- 5 – toleranța.

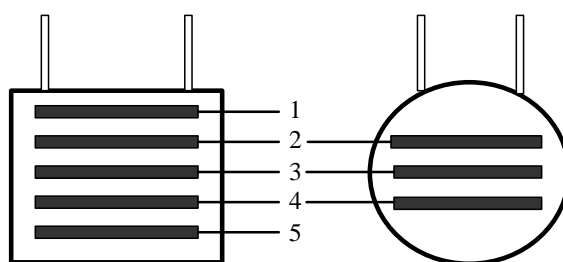


Fig. 1.15. Marcarea în codul culorilor a condensatoarelor ceramice.

1.4. Bobine

Introducere

Constructiv, bobinele sunt componente pasive de circuit alcătuite, în principal, dintr-un conductor înfășurat sau depus pe un suport izolant. Bobinele pot avea și miez magnetic.

Funcțional, bobina este o componentă pasivă de circuit pentru care, în cazul ideal, între tensiunea $u(t)$ la bornele sale și curentul $i(t)$ ce o parcurge există relația [2]:

$$u = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (1.23)$$

Parametrul cel mai important al unei bobine este inductanța, L .

$$L = \frac{\Phi}{i} \quad (1.24)$$

Φ este fluxul magnetic produs de bobină atunci când este parcursă de curentul i .

Pentru bobina cu circuit magnetic omogen se cunoaște că inductanța L este dată de relația [1]:

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot S}{l} \quad (1.25)$$

μ - permeabilitatea magnetică;

N - numărul de spire;

S - secțiunea circuitului magnetic;

l - lungimea circuitului magnetic.

Simbolurile bobinelor







Simbol standardizat	Simbol tolerat	
		Bobină fără miez
		Bobină cu miez de fier
		Bobină cu miez din ferită

Fig. 1.16. Simbolurile bobinelor.

Structura constructivă a bobinelor

- carcasa,
- bobinajul,
- miezul și
- ecranul.

Carcasa este suportul pe care se înfășoară conductorul bobinei. Materialele utilizate pentru carcasă trebuie să aibă proprietăți electroizolante foarte bune, pierderi dielectrice reduse și să se poată prelucra ușor. Exemple de materiale: pertinaxul, textolitul, bachelita, materialele termoplastice (polistiren, policlorvinil, polietilenă, teflon) și materialele ceramice [2].

Bobinajul constituie elementul principal al unei bobine. El se realizează de obicei din cupru. Forma conductorului, dimensiunile și izolatorul folosit depinde de aplicație (curent maxim, tensiune maximă, frecvență de lucru, etc.)

Miezul are rolul de a mări inductivitatea bobinei, permițând totodată și reglarea acesteia. Materialele folosite uzual sunt: ferosiliciu și permalloy la frecvențe joase și feritele, pentru frecvențe înalte.

Ecranul este un element opțional. El are rolul de a reduce cuplajele cu circuitele exterioare bobinei.

Parametrii bobinelor

1) Inductanța proprie:

$$L = \frac{\Phi}{i}$$

2) Rezistența totală de pierderi, r , ce înglobează pierderile în conductorul de bobinaj (pierderile în cupru), pierderile în miezul magnetic și pierderile în dielectricul carcasei.

3) Capacitatea parazită a bobinei, C_p .

4) Frecvența proprie de rezonanță, f_r , dată de relația:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_p}} \quad (1.26)$$

5) Factorul de calitate, Q , definit ca raportul dintre puterea reactivă și puterea activă la bornele bobinei, la o anumită frecvență (uzual 100 Hz sau 1 kHz).

$$Q = \frac{\omega \cdot L}{r} \quad (1.27)$$

6) Tangenta unghiului de pierderi, $\tan \delta$.

$$\tan \delta = \frac{1}{Q} = \frac{r}{\omega \cdot L} \quad (1.28)$$

7) Coeficientul de variație cu temperatura a inductanței, α_L .

$$\alpha_L = \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dT} \quad (1.29)$$

Tema 1.1

- a. Pentru circuitul din fig. 1.17 se cere rezistența echivalentă între A și B, $R_{AB} = ?$.
 Sa se calculeze curentul prin fiecare rezistor dacă între bornele A și B se conectează o baterie de 12V.

Rezolvare

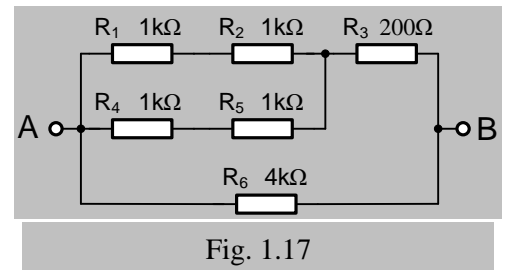
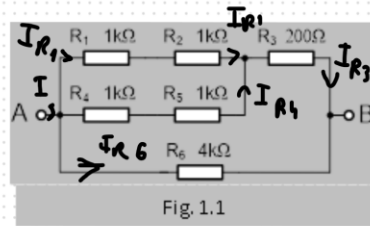


Fig. 1.17

$$U_{AB} = 12V \quad I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{12V}{0,92k\Omega} = 13,04mA$$

$$I_{RG} = \frac{U_{AB}}{R_G} = \frac{12V}{4k\Omega} = 3mA$$



$$I - I_{RG} \approx 13 - 3 = 10mA$$

$$I_{R1} = \frac{R_{4,5}}{R_{1,2} + R_{4,5}} (I - I_{RG}) = \frac{2}{2+2} \cdot 10 = 5mA$$

$$R_{AB} = ?$$

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 1+1 = 2k\Omega$$

$$R_{4,5} = R_4 + R_5 = 1+1 = 2k\Omega$$

$$R_{1,2,4,5} = \frac{R_{1,2} \cdot R_{4,5}}{R_{1,2} + R_{4,5}} = \frac{2 \cdot 2}{2+2} = 1k\Omega$$

$$R_{1,2,3,4,5} = R_{1,2,4,5} + R_3 = 1k\Omega + 200\Omega = 1,2k\Omega$$

$$R_{1,2,3,4,5,6} = R_{1,2,3,4,5} \parallel R_6 = \frac{R_{1,2,3,4,5} \cdot R_6}{R_{1,2,3,4,5} + R_6} = \frac{1,2 \cdot 4}{1,2+4} = \frac{4,8}{5,2} \approx 0,92$$

$$I_{R4} = 5mA$$

$$I_{R3} = I_{R1} + I_{R5} = 10mA$$

Bibliografie

1. O. Dragomirescu, D. Moraru, *Componente și circuite electronice pasive*, Ed. BREN, București, 2003.
2. N. Drăgulănescu, C. Miroiu, D. Moraru, *ABC Electronica în imagini. Componente pasive*, Ed. Tehnică, București, 1990.
3. N. Drăgulănescu, *Agenda radioelectronistului*, ediția a II-a, Ed. Tehnică, București, 1989.
4. I. Liță, M. Răducu, *Componente și circuite pasive, Îndrumar de laborator*, Ed. Universității din Pitești, Pitești, 1997.
5. S. Pașca, N. Tomescu, I. Sztojanov, *Electronică analogică și digitală, vol. I*, Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2004.