

Rezistoare

Proprietatea fizica a materialelor de a se opune intr-o masura mai mare sau mai mica trecerii curentului electric poarta numele de **rezistenta electrica**

Componentele electronice pasive construite special spre a avea o anumita rezistenta electrica se numesc **rezistoare** (in practica, in locul denumirii de rezistor se mai foloseste inca denumirea de rezistenta).

Rezistorul este componenta electronica de circuit, cu doua borne, care are proprietatea, potrivit careia, intre tensiunea la bornele lui si curentul care-l parcurge, exista relatia, descoperita de G.S.Ohm si cunoscuta sub denumirea de **legea lui Ohm** :

$$U = R I , \text{ unde } R \text{ este marimea rezistorului.}$$

Unitatea de masura a rezistentei electrice este ohmul (Ω). In practica se utilizeaza si multipli acestei marimi: kiloohmul ($K\Omega$) si megaohmul ($M\Omega$), intre acestea existand relatiile: $1K\Omega = 1\ 000\ \Omega$; $1M\Omega = 1\ 000\ K\Omega = 1\ 000\ 000\ \Omega$

Relatia de definitie a rezistentei electrice este : $R = \frac{U}{I}$ in care U este diferenta de potential (tensiunea) constanta, continua, aplicata la capetele rezistorului si I este curentul constant care strabate rezistorul.

Rezistenta nominala - Este marimea valorii rezistentei, marcata in cifre sau in dungi colorate, pe corpul rezistorului. Acestei valori i se asociaza intodeauna toleranta, exprimata in procente din valoare.

Puterea disipata nominala, P_{dn} [W] - Este puterea maxima - in curent continuu sau alternativ - pe care o poate disipa un rezistor, in conditii de mediu exterior determinate, pe o perioada indelungata de timp, fara ca rezistenta nominala sa se modifice. Daca rezistorul este supus unei puteri mai mari decat puterea nominala, pot apare fenomene ca variatia inadmisibila a parametrilor sai, reducerea duratei de functionare sau distrugerea elementului rezistiv. Rezistoarele utilizate cel mai frecvent in in montajele electronice au puterea de disipatie cuprinsa in limitele 0,1-2W.

Tensiunea nominala, U_n [V] - Este tensiunea continua sau valoarea eficace a tensiunii alternative aplicata la bornele rezistorului, in conditii normale ale mediului inconjurator, fara ca rezistorul sa se distruga. Marimea tensiunii nominale depinde de dimensionarea si constructia rezistorului, de proprietatile elementului rezistiv si de puterea nominala. Tensiunea corespunzatoare puterii nominale de disipatie, P_n, poate fi determinata cu relatia: $U = \sqrt{P_n R_n}$ unde R_n este rezistenta nominala a rezistorului. Tensiunea la care se incearca rezistoarele este mai mare decat tensiunea nominala de 1,5-2 ori.

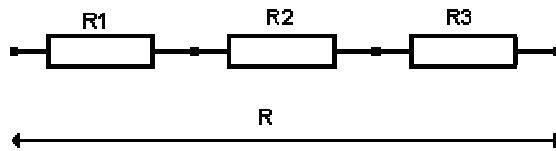
Rezistenta rezistorului in curent alternativ - Marimea rezistentei rezistorului difera, in curent alternativ, de valoarea masurata in curent continuu, datorita existentei capacitatii si inductantei distribuite pe lungimea elementului rezistiv, a efectelor de suprafata si a pierderilor dielectrice in suportul rezistorului si in straturile de protectie. Din acest motiv rezistenta totala a rezistorului in curent alternativ, si in special la frecvente inalte, are un caracter complex si variaza cu modificarea frecventei, rezistorul real comportandu-se in acest caz, in parte ca o inductanta si in parte ca o capacitate.

Tensiunea de zgomot - Este valoarea eficace a tensiunii aleatoare care apare la bornele rezistorului, atunci cand este parcurs de un curent continuu. Valoarea acestei componente, a

tensiunii de zgomot, numita impropriu zgomotul termic,este proportionala cu cfrecventa si temperatura. Pentru rezistoarele de mare rezistenta electrica, zgomotul termic poate fi mai mare decat zgomotul propriu decat zgomotul propriu al montajelor, influentand semnificativ asupra sensibilitatii constructiilor electronice realizate. Raportul dintre tensiunea de zgomot si tensiunea de curent continuu aplicata la bornele rezistorului defineste factorul de zgomot al rezistorului, marime care se exprima in $\mu V/V$ sau in decibeli. Factorul de zgomot al rezistoarelor peliculare utilizate in echipamentele electronice se gaseste in limitele $1-5\mu V/V$ pentru rezistoarele de uz general si sub $1\mu V/V$ pentru rezistoarele speciale. Acest factor de zgomot creste odata cu cresterea temperaturii si a valorii rezistentei.

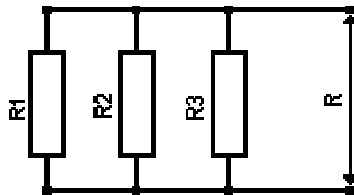
La **conectarea in serie** a mai multor rezistoare,rezistenta totala se maresteste si este data de relatia:

$$R = R1 + R2 + R3 + \dots$$

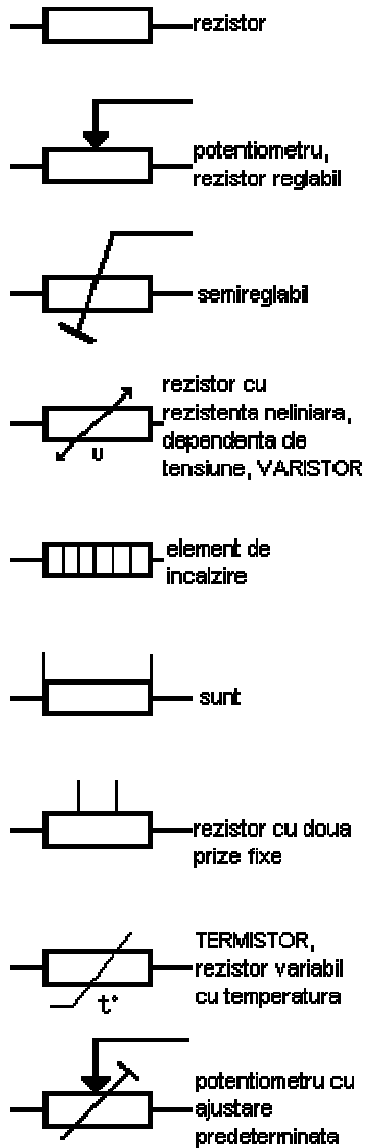


La conectarea in paralel a doua sau mai multe rezistoare rezistenta totala se micsoreaza fata de valoarea oricareia dintre rezistente si este data de relatia:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots$$



Simboluri



Bobine

In sens larg, prin bobina se intelege un element de circuit format dintr-un conductor electric astfel infasurat, incat se formeaza una sau mai multe spire.

O spira are doua conductoare active: unul de ducere si unul de intoarcere, raportat la sensul curentului prin spira.

Ca forme obisnuite, intalnim bobine cilindrice, paralelipedice sau toroidale. Clasificarea bobinelor se poate face si dupa alte criterii, asa cum va reiesi in cele ce urmeaza.

Pentru bobine nu exista o productie de serie standardizata, in general, fiind fabricate de utilizator in functie de necesitate. Principalele caracteristici ale unei bobine sunt: inductanta (L);

factorul de calitate (Q_L) sau tangenta unghiului de pierderi $\operatorname{tg}\varphi_L$, care reprezintă raportul dintre puterea reactivă și puterea activă disipată în bobina:

$$Q_L = \frac{\omega L}{R} \quad ; \quad (1.14)$$

capacitatea parazită a bobinei;

puterea, tensiunea și curentul maxim admis pentru a nu produce transformări ireversibile în bobina.

Bobinele se pot realiza fără miez magnetic (în general pentru inductivități mici) și pe miezuri magnetice de diferite forme (bara, tor, oală și alte forme închise U+I, E+I etc.). Constructiv ele se pot realiza fix (inductanță constantă pe timpul funcționării), variabile (prin poziționarea unui miez magnetic) sau bobine cuplate magnetic (fix sau variabil). Realizarea unei bobine se face prin înfășurarea unui fir conductor pe carcasa având diferite secțiuni și proprietăți dielectrice foarte bune. Există mai multe tipuri de bobinaje (într-un singur strat, multistrat, piramidal, sectionat, fagure) fiecare imprimând anumite caracteristici bobinei.

Conductorul de bobinaj este, în marea majoritate a cazurilor, alcătuit din fir de cupru monofilă sau multifilă (pentru frecvențe mari).

Pentru frecvența ultraintoasă, datorită efectului pelicular, se folosesc conductoare de cupru argintat, practic curentul trecând prin pelicula de argint. În bobinele de putere se utilizează și conductoare de aluminiu.

Ecranarea bobinelor. Diminuarea efectului câmpurilor electromagnetice exterioare se face prin ecranarea cu materiale feromagnetice pentru câmpuri perturbatoare de joasă frecvență și materiale bune conductoare de electricitate pentru frecvențe înalte.

Împotriva tensiunilor parazite prin cuplaje capacitive se utilizează ecrane electrostatice (Cu, Al) legate la punctul de masă.

În figura 1.8 sunt reprezentate câteva simboluri ale unor tipuri de bobine.

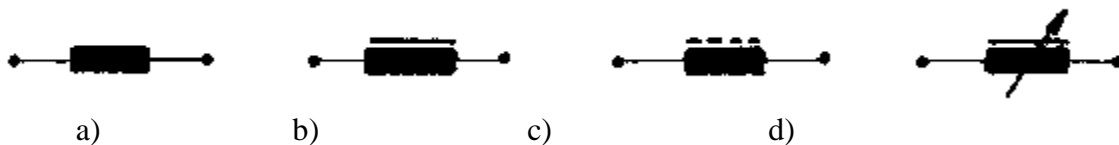


Fig. 1.8. Simboluri ale bobinelor: a) fără miez; b) cu miez feromagnetic; c) cu miez ferimagnetic (ferită); d) cu inductanță variabilă continuă și miez magnetic

În tehnica radio se folosește un tip de bobină numite *variometre*, care reprezintă un ansamblu de două bobine fără miez care asigură modificarea cuplajului magnetic (inductanță mutuală) dintre ele. O bobină este fixă (stator), iar cealaltă este mobilă (rotor) având același ax cu prima. Se utilizează în circuitele de acord de ieșire ale emițătoarelor radio și cele de intrare ale radioreceptoarelor gonio.

Parametrii bobinelor

Tensiunea nominală U_n este tensiunea maximă pentru care se dimensionează izolația bobinei
Tensiunea de serviciu U_s este tensiunea care se aplică la capetele înfășurării bobinei într-un anumit regim de lucru.

Rezistența R a bobinei este o mărime care se poate evidenția dacă bobina este alimentată cu tensiune continuă. Din legea lui Ohm, rezultă:

$R=$

Inductia proprie a bobinei L depinde de dimensiunile acesteia de numarul de spire si de materialul miezului magnetic, conform relatiei:

$$L=mN^2$$

Inductia proprie a bobinei se mai poate calcula in functie de fluxul magnetic si de curentul care strabat bobina, conform relatiei:

$L=$

Impedanta Z a bobinei se manifesta la alimentarea acesteia cu tensiunea alternativa si se poate calcula cu relatia:

$Z=$

Reactanta inductiva $X_L=2\pi fL$

Impedanta se poate calcula in functie de rezistenta si de reactanta inductiva:

$$Z^2=R^2+X_L^2$$

Factorul de calitate Q este raportul dintre reactanta inductiva si rezistenta.

CALCULUL BOBINELOR CONCENTRATE

Pentru realizarea unei bobine corespunzatoare necesitatilor de functionare a unui produs, documentatia trebuie sa cuprinda si o serie de parametrii impusi sau calculati: desenul de ansamblu al bobinei, desenul carcusei, tensiunea nominala a bobinei (inaltimea si lungimea sectiunii longitudinale), diametru conductorului bobinei, rezistenta electrica a bobinei, curentul nominal, puterea activa maxima, suprafata de racire a bobinei, sensul infasurare, tratamente termice, acoperiri, impregnari.

Redam mai jos un calcul simplificativ pentru bobine concentrate de curent continuu si de curent alternativ.

Calculul simplificativ al bobinelor de curent continuu. Bobinele de curent continuu au un numar de spire mare si se realizeaza din conductoare de cupru cu diametrul mic.

Curentul care trece prin bobina se calculeaza cu legea lui Ohm.

$$I=U/R$$

Rezistenta rezulta din relatia:

$$R=r/l/S$$

Lungimea l a sarmei de relatia de mai sus se calculeaza in functie de numarul de spire n , si de diametrul D_m (diametrul mediu al bobinei) adica:

$$l=pD_m^n$$

unde:

$$D_m=$$

Sectiunea conductorului se calculeaza cu relatia

$$S=$$

Unde I este densitatea de curent [A/mm²]

Calculul se face utilizand oricare dintre relatiile de mai sus, in functie de datele care se cunosc: diametrul sarmei, rezistenta bobinei, tensiunea bobinei etc.

Calculul bobinelor de curent alternativ. Valoarea curentului care trece prin bobina se calculeaza cu relatia:

$$I=$$

Determinarea rezistentei ohmice se face cu aceeasi relatie ca si in curent continuu.

Calculul numarului de spire se face in functie de inductia B din miezul magnetic si de sectiune S a miezului de fier, pentru o frecventa f a curentului:

$$n=$$

unde:

$$S=K_u ab$$

$K_u = 0,9 \dots 0,95$ si reprezinta coeficientul de impachetare a tolelor, iar a si b – lungimea si latimea miezului.

Pentru a se calcula bobinele pentru alta tensiune, este necesar sa se cunoasca tensiunea U_1 pentru care se recalculeaza, numarul de spire n_1 si diametrul d_1 al conductorului de bobinaj.

Noul numar de spire n_2 se calculeaza cu relatia:

$$n_2=n_1$$

Diametrul d_2 al conductorului se recalculeaza cu relatia:

$$D_2=d_1$$

Legea lui Ohm sau *legea conducției electrice*, stabilește legăturile între intensitatea curentului electric (I) dintr-un conductor, tensiunea electrică (U) aplicată și rezistența electrică (R) a sa. Legea lui Ohm este valabilă pentru conductori electrici la capetele cărora se aplică tensiuni electrice. Legea lui Ohm spune că într-un conductor *intensitatea* (I) curentului electric este direct proporțională cu *tensiunea* (U) aplicată și invers proporțională cu *rezistența* (R) a conductorului. Formula matematică a legii lui Ohm este:

$$I = \frac{U}{R},$$

unde

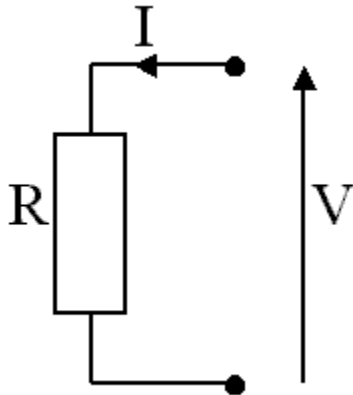
I este intensitatea curentului, măsurată în amperi (A);

U este tensiunea aplicată, măsurată în volți (V);

R este rezistența circuitului, măsurată în ohmi (Ω).

Cu alte cuvinte, în cazul unui *rezistor* a cărui rezistență este constantă, dacă *tensiunea* crește, *intensitatea* curentului va descrește și invers. Un astfel de rezistor care respectă fidel legea lui Ohm se numește *rezistor ohmic*.

$$R = \frac{U}{I}$$

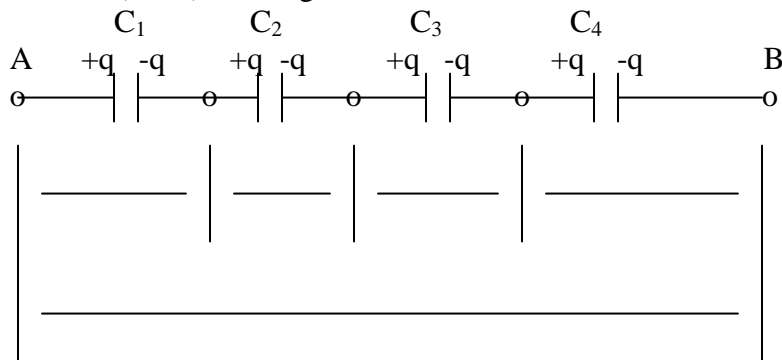


Relația R cu I și U în "Legea lui Ohm"

Condensatoare

Grupare condensatoarelor este o operație care se efectuează ori de câte ori avem nevoie, într-o experiență, de anumite valori ale capacității și de care nu dispunem la acel moment. Există două modalități de grupare a condensatoarelor și anume: în serie și în paralel.

Gruparea în serie (în cascada). În acest tip de grupare, condensatoarele se leagă unul după celălalt (în șir) ca în figura următoare.



$$\begin{array}{cccc}
 U_1 & U_2 & U_3 & U_4 \\
 & & & U
 \end{array}$$

In aceasta grupare fiecare condensator are aceiasi sarcina q datorita fenomenului de inductie electrostatica, dar in schimb, diferenta de potential pe fiecare condensator este diferita, fiind invers proportionala cu capacitatea condensatoarelor astfel:

$$U_1 = \frac{q}{C_1} ; \quad U_2 = \frac{q}{C_2} ; \quad U_3 = \frac{q}{C_3} ; \quad U_4 = \frac{q}{C_4}$$

Capacitatea echivalenta la bornele AB, a acestei grupari, capacitate pe care vrem sa o determinam, este capacitatea acelu condensator care – inlocuind gruparea si avand aplicata intre armaturi o diferenta de potential U egala cu suma diferentelor de potential aplicate condensatoarelor din grupare – se incarca cu aceiasi sarcina q:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \quad \text{inlocuind vom obtine;}$$

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} + \frac{q}{C_4} \quad ; \text{ impartim relatia cu } q \text{ si vom obtine:}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \quad \text{unde } C \text{ reprezinta capacitatea echivalenta a gruparii}$$

in serie a condensatoarelor.

Pentru cazul in care legam n condensatoare, atunci relatia de devine:

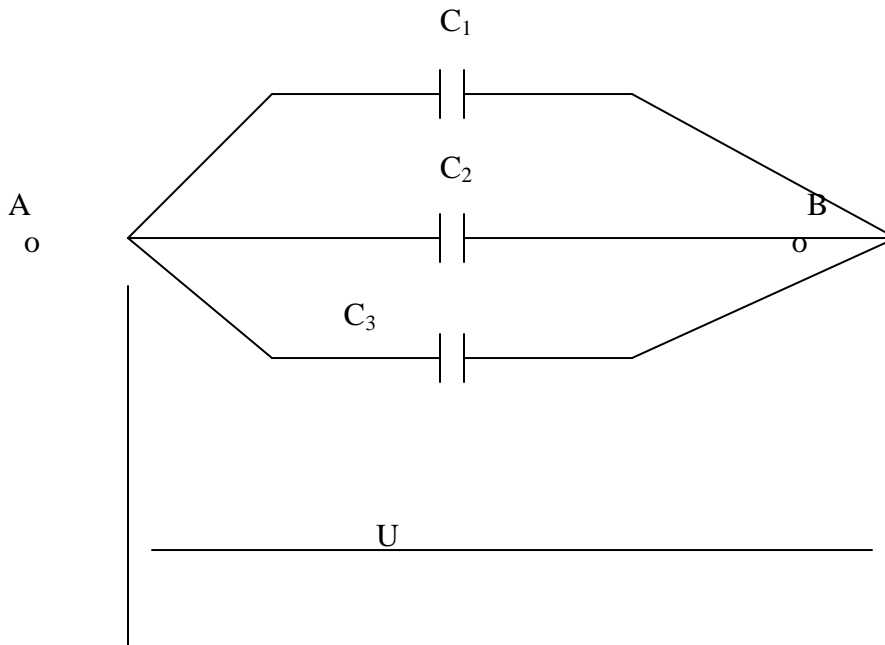
$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad \text{iar pentru cazul in care se leaga doar doua}$$

condensatoare, capacitatea echivalenta se calculeaza cu relatia:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Observatie: Legarea condensatoarelor in serie este justificata mai ales atunci cand se folosesc tensiuni mari, pe care un singur condensator nu le-ar putea suporta.

Gruparea in paralel (in suprafata). Aceasta grupare se realizeaza legand impreuna intr-un punct (in punctual A de exemplu) cate o armatura a fiecarui condensator si in alt punct (de ex. in punctual B) celelalte armaturi ale condensatoarelor, ca in figura de mai jos.



In cazul acestui tip de grupare, se observa ca fiecare condensator este conectat la aceiasib diferenta de potential U si va avea corespunzator sarcina:

$$q_1 = C_1 U; \quad q_2 = C_2 U; \quad q_3 = C_3 U;$$

Capacitatea echivalenta ce trebuie determinata este capacitatea acelu condensator care – pus in locul gruparii si aplicandu-i-se diferenta de potential U – se incarca cu o sarcina egala cu suma sarcinilor cu care s-au incarat condensatoarele din grupare:

Deci la bornele AB vom avea:

$$q = CU; \quad \text{unde} \quad q = q_1 + q_2 + q_3$$

inlocuind vom obtine:

$$CU = C_1 U + C_2 U + C_3 U \quad \text{impartim relatian cu } U \text{ si vom obtine relatia:}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad \text{cu care se calculeaza capacitatea echivalenta a gruparii condensatoarelor in paralel.}$$

Pentru n condensatoare grupate in paralel avem:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$