

Manual de electronică ”VET”

Jonel Barbu

December 2020

Introducere

Electronica se ocupă cu studiul dispozitivelor electronice și al circuitelor care includ aceste elemente (circuite electronice), folosite în procese de comandă, reglare, măsurare, ingineria, tehnologia și aplicațiile care se ocupă cu emisia, fluxul și controlul electronilor în vid și materie. Manualele de electronică sunt cam lungi și plictisitoare de aceea m-am gândit să fac un manual de electronică mai scurt dar să conțină tot ce este important. Acest manual este pentru elevii care vreau să învețe electronica, conține partea de introducere în electronică cum ar fi: ce este curentul, rezistorul, dioda sau ce sunt porțile logice.

În 1 capitol este descris ce este electronica iar în subcapitole termeni de bază cum ar fi:

1.1.Ce este curentul electric-curentul electric este o măsură a cantității de încărcare electrică transferată pe unitate de timp iar Unitatea de măsură este amper. Curentul poate fi continuu(DC) sau alternativ(AC) și poate să producă fenomene fizice diferite de exemplu: apariția unui câmp magnetic, căldura etc.

1.2.Ce este tensiunea electrică-este o măsură fizică și unitatea de măsură este volt (V) iar instrumentul de măsură pentru tensiunea electrică este voltmetru.

1.3.Ce este rezistența electrică-este o mărime fizică prin care se exprimă proprietatea unui conductor electric de a se opune trecerii prin el a curentului electric, unitatea de măsură este Ω .

1.4.Puterea electrică este o mărime care arată cât de rapid 'curge' energia electrică dintr-un loc în altul sau cât de rapid se transformă ea într-o altă formă de energie .Puterea electrică poate fi activă, reactivă sau aparentă.

În al 2 capitol este descrisă legea lui ohm, energia electrică și legea lui joule.

În capitolul 3 este descris rezistorul, cum se calculează rezistența în funcție de culoarea rezistorului sau în funcție de tipul relației. Rezistorul poate fi într-o relație paralelă sau serială.

În capitolul 4 este descris capacitorul, tipurile de capacitoare, parametrii tehnicii al capacitorului și cum se calculează capacitatea totală în funcție de relație. Capacitorul poate fi într-o relație serială sau paralelă.

În capitolul 5 vom afla informații despre inductor de exemplu: inductorul este o componentă electronică care conține inductanța electrică, adică abilitatea pentru a stoca energia în câmpul electric. Inductorul constă dintr-un fir care este înfășurat simplu sau transversal în unul sau mai multe straturi. Inductanța este posibilitatea bobinei pentru a stoca energia în câmpul magnetic care încojoară atunci când curentul electric trece prin bobină. Inductorul poate fi de tip permanent sau variabil. Poate fi într-o relație paralelă sau serială.

În capitolul 6 este descrisă structura cristalină a unui semiconductor, cum se obține semiconductorul de tip n sau p și sunt descrise tipurile de mișcări.

În capitolul 7 vom afla informații despre joncțiune cum ar fi: cum obținem joncțiune pn, când este polarizată direct joncțiunea și ce se întâmplă când este polarizată direct sau când este polarizată indirect și ce se întâmplă când este polarizată indirect. În capitolul 8 sunt descrise diodele, tipurile de diode, caracteristica diodei siliciu și caracteristica diodei germaniu. Iar în ultimul capitol 9 vom afla informații despre porți logice: cum ar fi ce este o poartă logică, construcția și funcționarea diodei.

Cuprins

1	Introducere în electronică	5
1.1	Curentul electric	5
1.1.1	Curent continuu	5
1.1.2	Curent alternativ	6
1.1.3	Efecte	6
1.2	Tensiunea electrică	6
1.2.1	Măsurarea tensiunii electrice	6
1.3	Rezistența electrică	7
1.4	Puterea electrică	7
1.4.1	Puterea electrică activă	7
1.4.2	Puterea electrică reactivă	8
1.4.3	Puterea electrică aparentă	9
2	Legea lui Ohm	9
2.1	Rezistența electrică a unui conductor	9
2.2	Legea lui Ohm pentru întreg circuitul	9
2.3	Puterea electrică	9
2.4	Energia electrică	9
2.5	Legea lui Joule	9
3	Rezistor	10
3.1	Codul culorilor pe rezistente electrice	10
3.2	Rezistor într-o rețea paralel	12
3.3	Rezistor într-o rețea serială	12
4	Condensator electric	12
4.1	Condensator într-o relație paralelă	15
4.2	Condensator într-o relație serială	15
5	Inductor	16
5.1	Producția	16
5.2	Principiul de lucru	16
5.3	Tipuri	16
5.4	Tipuri de relați	16
6	Structura crsitalină a unui semiconductor	17
6.1	Siliciu	17
6.2	Semiconductori de tip N și P	17
6.3	Semiconducturi de tip N	18
6.4	Semiconductori de tip P	18
6.5	Tipul de mișcare	18
7	Joncțiune PN	20
7.1	Joncțiunea PN în polarizare directă	21
7.2	Joncțiunea PN în polarizare inversă	21
7.3	Defecțiunea joncțiuni pn (breakthrough)	21
7.4	Caracteristica joncțiuni pn	22
8	Dioda	23
8.1	Caracteristica Dioda	25
8.1.1	Dioda siliciu	25
8.1.2	Dioda germanium	25

9	Porți logici	26
9.1	Construcție și funcționare	26

1 Introducere în electronică

Domeniul electronica se ocupă cu studiul și construcția elementelor electronice cu care se controlează fluxul de curent și cu conectare componentelor electronice în circuite complexe care realizează funcția dorită. Elementele de bază ale electronicii moderne sunt diodele și tranzistoarele care sunt conectate în circuite discrete sau integrate. Pe lângă aceasta, electronica se ocupă și cu proiectarea circuitelor electronice în anumite scopuri, prin dezvoltarea algoritmilor de proiectare, dezvoltarea și aplicarea computerului suport pentru procesul de proiectare, prin implementarea circuitelor electronice care implementează diverse metode necesare în alte domenii ale ingineriei electrice etc. Domeniul electronica are aproximativ 100 de ani și dezvoltarea acestui domeniu este extrem de dinamic. Datorită dezvoltării tehnologiei, se găsesc în mod constant altele noi materiale și construiesc noi componente, ceea ce influențează foarte mult schimbarea procedurilor de proiectare.

1.1 Curentul electric

Curentul electric este o măsură a cantității de încărcare electrică transferată pe unitate de timp. Reprezintă fluxul de electroni printr-un material conductor, cum ar fi un fir metalic. Se măsoară în amperi. Unitatea SI a curentului electric este amperul, definit ca 1 coulomb / secundă. Curentul este o cantitate, adică este același număr indiferent de direcția fluxului, fără un număr pozitiv sau negativ. Cu toate acestea, în analiza circuitului, direcția curentului este relevantă. Simbolul convențional pentru curent este I , care provine din sitagă franceză intensité de courant, adică intensitatea este adesea denumită pur și simplu curent. Simbolul a fost folosit de André-Marie Ampère, după care unitatea de curent electric este numită. El a folosit simbolul I în formularea legii forței lui Ampère în 1820. Notăția a călătorit din Franța în Marea Britanie, unde a devenit standard, deși cel puțin un jurnal nu s-a schimbat de la utilizarea lui C la I până în 1896.

1.1.1 Curent continuu

Curentul continuu (DC) este fluxul unidirecțional al sarcinii electrice. Sarcina electrică curge într-o direcție constantă, distigându-se de curent alternativ (AC). Un curent folosit anterior pentru curent continuu a fost curentul galvanic. Curentul continuu este produs de surse precum baterii, termocupluri, celule solare și mașini electrice de tip comutator de timp dinamic. Curentul continuu poate curge într-un conductor, cum ar fi un fir, dar poate circula și prin semiconductori, izolatori sau chiar printr-un vid ca în fasciculele de electroni sau ioni.

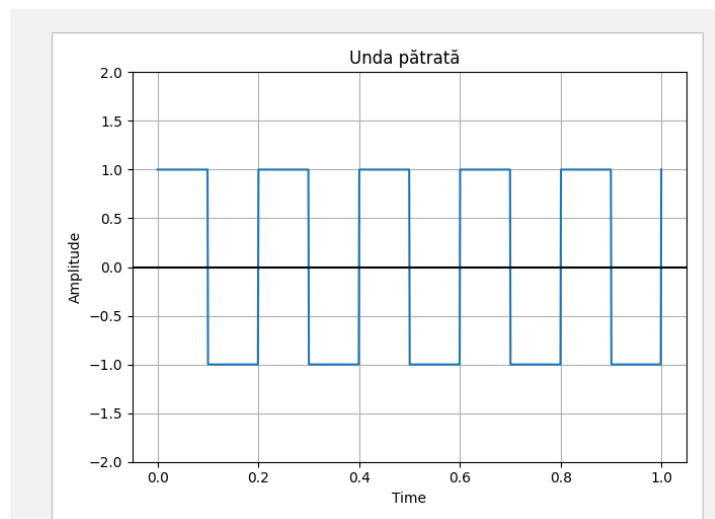


Figura 1: graficul al curentului continuu

1.1.2 Curent alternativ

În curent alternativ mișcarea sarcinii electrice inversează periodic direcția. În curent continuu, fluxul de încărcare electrică este doar într-o singură direcție. AC este forma de energie electrică livrată întreprinderilor și rezidențelor. Forma de undă obișnuită a unui circuit de alimentare de curent alternativ este o sinusoidală. Anumite aplicații utilizează diferite forme de undă, cum ar fi undele triunghiulare sau pătrate. Semnalele audio și radio transmise pe firele electrice sunt, de asemenea, exemple de curent alternativ. Un obiectiv important în aceste aplicații este recuperarea informațiilor codificate (sau modulate) pe semnalul de curent alternativ.

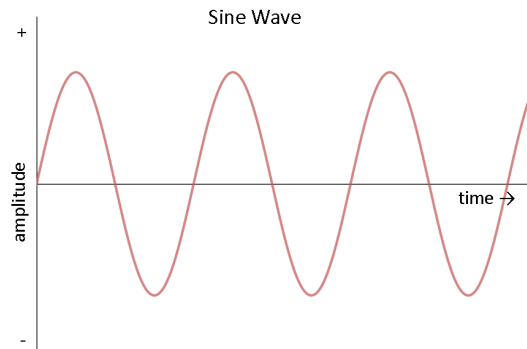


Figura 2: graficul al curentului alternativ

1.1.3 Efecte

Curentul electric poate produce fenomene fizice diferite:

- Căldură, fenomen cunoscut sub numele de efect termic sau efect Joule:
- Apariția unei forțe asupra conductoarelor străbătute de el aflate în câmp magnetic, cunoscute sub denumirea de forțe electromagnetice sau forțe electrodinamice:
- Apariția unui câmp magnetic (rotativ) în jurul conductoarelor pe care le străbate.
- Transportul de substanțe (electroliza) atunci când purtătorii de sarcini electrice care determină curentul electric continuu sunt ionii dintr-o soluție sau topitură de electrolit.

1.2 Tensiunea electrică

Tensiunea electrică (U) între două puncte ale unui circuit este o mărime fizică a cărei unitate de măsură în S.I este voltul: $[U]_{S.I.} = V$.

1.2.1 Măsurarea tensiunii electrice

Instrumentul de măsură pentru tensiunea electrică este voltmetrul.

Pentru a măsura tensiunea electrică între două puncte ale unui circuit se leagă voltmetrul în paralel, între cele două puncte.

Pentru ca un receptor legat la un generator să funcționeze normal trebuie ca tensiunea generatorului să fie egală cu tensiunea receptorului.

Atenție! Corpul omenesc este conductor. Nu atingeți niciodată bornele prizei deoarece o tensiune electrică mai mare de 24V este periculoasă!

1.3 Rezistența electrică

Rezistența electrică este o mărime fizică prin care se exprimă proprietatea unui conductor electric de a se opune trecerii prin el a curentului electric. În electrotehnică, ea este o măsură care determină ce valoare de tensiune este necesară pentru ca un anumit curent electric să treacă printr-un circuit (conductor) electric dat. Unitatea de măsură a rezistenței electrice, în SI, este ohm-ul, notat cu Ω .

$$R = p \cdot \frac{l}{S}$$

unde:

- p este rezistivitatea materialului din care este făcut conductorul, măsurată în ohm metru;
- l este lungimea conductorului, măsurată în metri;
- S este secțiunea transversală a conductorului, măsurată în metri pătrați;

Într-un circuit electric simplu(ochi), valoare rezistenței lui se calculează cu ajutorul legii lui Ohm, fiind egală cu raportul dintre tensiunea U aplicată la bornele circuitului și intensitatea I a curentului care circulă prin circuit.

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

Inversa acestei mărimi este mărimea conductanță electrică.

1.4 Puterea electrică

Puterea este mărimea care arată cât de rapid “curge” energia dintr-un loc în altul sau cât de rapid se transformă ea într-o altă formă de energie. În cazul energiei electrice, viteza cu care aceasta “curge” este proporțională atât cu tensiunea cât și cu intensitatea curentului electric care o transportă. Deci, relația matematică a puterii electrice este:

$$P = U \cdot I$$

unde:

- P – puterea electrică. Se exprimă în W (wați);
- U – tensiunea electrică. Se exprimă în V (volți);
- I – intensitatea curentului electric. Se exprimă în A (amperi).

1.4.1 Puterea electrică activă

Este puterea reală consumată de un circuit. Într-un circuit în care avem rezistențe, bobine și condensatori, puterea electrică activă este consumată doar de rezistențele electrice deoarece acestea nu pot stoca energie electrică (toată energia electrică pe care o primesc trebuie neapărat să se consume cumva, adică să se transforme în altă formă de energie – în cazul acesta în căldură).

Formula de calcul a puterii active este cea de mai sus. O rescriu în continuare împreună cu celelalte variante perfect echivalente:

$$P = U \cdot I$$

sau $P = I^2 \cdot R$ sau $P = \frac{U^2}{R}$ unde:

- P – puterea electrică. Se exprimă în W (wați);
- U – tensiunea electrică. Se exprimă în V (volți);
- I – intensitatea curentului electric. Se exprimă în A (amperi);
- R este rezistența electrică a circuitului. Se exprimă în Ω (ohmi).

1.4.2 Puterea electrică reactivă

Pe scurt, este puterea electrică plimbată de colo până colo de către bobinele și condensatorii dintr-un circuit. Mai pe larg, putem privi bobinele și condensatorii ca pe niște oglinzi: primesc energie electrică însă mai devreme sau mai târziu o reflectă înapoi în circuit. Din acest motiv condensatoarelor și bobinelor li se mai spun componente reactive – pentru că reacționează la trecerea curentului electric folosind energia electrică acumulată anterior.

Într-un circuit în care avem rezistențe, bobine și condensatori, puterea electrică reactivă apare doar datorită prezenței în circuit a bobinelor și condensatorilor deoarece acestea sunt singurele componente care înmagazinează energia electrică primită, putând ulterior să o reintroducă în circuit. Ca să fim mai la obiect, uite cum se întâmplă:

- Energia electrică primită de o bobină se transformă în energie magnetică. Când tensiunea de la bornele bobinei tinde să devină constantă sau chiar să scadă, energia magnetică stocată în bobină se transformă din nou în energie electrică producând un curent electric de sens contrar celui care există inițial prin bobină;
- Energia electrică primită de un condensator este folosită pentru a muta sarcini electrice de la o bornă la alta a condensatorului. Când tensiunea de la bornele condensatorului tinde să scadă, energia (s-o numim electrostatică) din condensator se transformă înapoi în energie electrică sub forma unui curent care are același sens cu cel inițial. Altfel spus, când tensiunea de a borne scade, condensatorul se descarcă și bagă înapoi în circuit energia electrică pe care a primit-o mai devreme.

Formula de calcul a puterii electrice reactive este:

$$Q = I^2 \cdot X$$

sau $Q = \frac{U^2}{X}$ unde:

- Q – putere electrică reactivă. Se exprimă în VAR (volt-amperi reactivi);
- I – intensitatea curentului electric. Se exprimă în A (amperi);
- U – tensiunea electrică. Se exprimă în V (volți);
- X – reactanța electrică. Se exprimă în Ω (ohmi).

Ecuția de calcul a reactanței inductive este:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Ecuția de calcul a reactanței capacitive este:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

unde:

- X_L – reactanța inductivă. Se exprimă în Ω (ohmi);
- X_C – reactanța capacitivă. Se exprimă în Ω (ohmi);
- f – frecvența curentului alternativ care circulă prin respectiva componentă. Se exprimă în Hz (herți);
- L – inductanța bobinei sau inductanța echivalentă (în cazul în care circuitul conține mai multe bobine). Se exprimă în H (henry);
- C – capacitatea condensatorului sau capacitatea echivalentă (în cazul în care circuitul conține mai multe bobine). Se exprimă în F (farazi).

Acestate fiind zise, X din ecuația puterii reactive:

- se înlocuiește cu X_L dacă în circuit avem doar bobine;
- se înlocuiește cu X_C dacă în circuit avem doar condensatori.

1.4.3 Puterea electrică aparentă

Este puterea care include atât puterea electrică activă cât și cea reactivă. Relația de calcul este următoarea:

$$S = U \cdot I$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

$$S = \frac{U^2}{Z}$$

unde:

- S – puterea electrică aparentă. Se exprimă în VA (volt-amperi);
- U – tensiunea electrică. Se exprimă în V (volți);
- I – intensitatea curentului electric. Se exprimă în A (amperi);
- Z – impedanța electrică a circuitului. Pe scurt, impedanța electrică este suma dintre rezistența electrică echivalentă a circuitului, reactanța capacitivă și reactanța inductivă. La fel ca și componentele sale impedanța electrică se exprimă în Ω (ohmi).

2 Legea lui Ohm

Intensitatea curentului electric ce străbate o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele ei când rezistența electrică a porțiunii de circuit este constantă.

2.1 Rezistența electrică a unui conductor

Rezistența electrică (R) a unui conductor este mărimea fizică scalară egală cu raportul între tensiunea (U) aplicată la capetele lui și intensitatea curentului (I) ce-l străbate.

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

2.2 Legea lui Ohm pentru întreg circuitul

$$I_{\text{scurtcircuit}} = \frac{E}{r}$$

2.3 Puterea electrică

Produsul între tensiunea electrică (U) aplicată la bornele unui consumator și intensitatea curentului electric (I) ce-l străbate reprezintă puterea electrică (P) a consumatorului respectiv în timpul funcționării.

$$P = U \cdot I$$

Unitatea de măsură a puterii electrice în S.I.: watt (W).

2.4 Energia electrică

Energia electrică consumată în timpul t, de un receptor străbătut de un curent cu intensitatea I, atunci când la bornele lui se aplică o tensiune U este:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Unitatea de măsură pentru energia electrică în S.I.: joule (J).

2.5 Legea lui Joule

La trecerea curentului electric printr-un conductor, căldura degajată este egală cu produsul între pătratul intensității curentului electric (I), rezistența electrică (R) a conductorului și durata (t) trecerii curentului electric prin conductor.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = U \cdot I \cdot t \text{ și } U = I \cdot R \Rightarrow W = I^2 \cdot R \cdot t$$

Deci: Q = W (Căldura degajată la trecerea curentului electric prin conductor este egală cu energia electrică consumată de conductor).

3 Rezistor

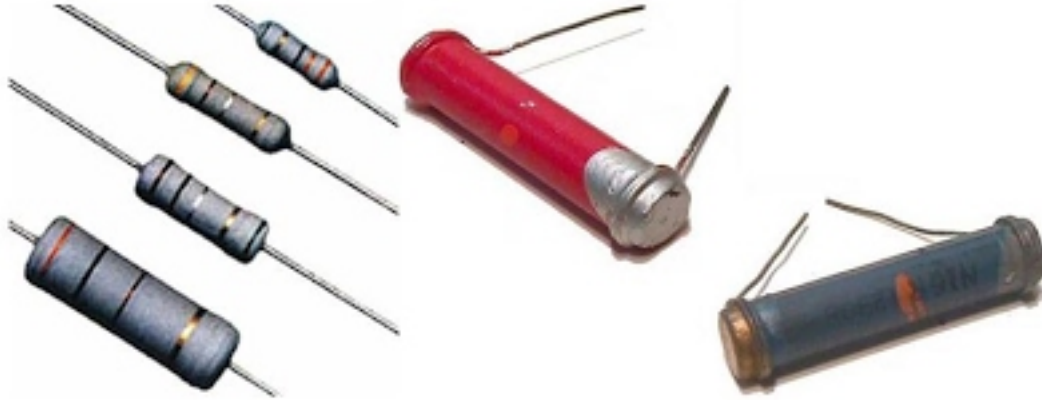


Figura 3: Rezistor

Rezistorul este o piesă componentă din circuitele electrice și electronice a cărei principală proprietate este rezistența electrică. Rezistorul obișnuit are două terminale; conform legii lui Ohm, curentul electric care curge prin rezistor este proporțional cu tensiunea aplicată pe terminalele rezistorului $I = \frac{U}{R}$. Cel mai important parametru al unui rezistor este rezistența sa electrică, exprimată în ohmi.

Rezistoarele sunt complet caracterizate prin relația între tensiunea la borne și intensitatea curentului prin element, atunci când dependența $U=f(I)$ este liniară. Rezistoarele se pot clasifica după mai multe criterii.

După materialul folosit, se realizează: rezistoare din metale sau aliaje metalice (fire sau benzi); rezistoare peliculare cu carbon, (pelicule depuse pe un suport izolat); rezistoare cu peliculă de metal-oxid; rezistoare cu lichid, bazate pe rezistența unui strat de lichid între două plăci metalice cufundate în lichid. Un rezistor variabil este un rezistor a cărui rezistență electrică poate fi ajustată prin deplasarea mecanică a unui contact (cursor) electric intermediar; cel mai adesea rezistoarele de acest tip au trei terminale: capetele rezistorului (între care rezistența este maximă și constantă) și conexiunea la contactul mobil(cursor). Dacă contactul mobil nu face punct comun cu unul din capete, atunci uzual se vorbește despre "un potențiomtru", care este un divizor variabil de tensiune.

În circuit, rolul rezistorului poate fi:

- producerea căderii de tensiunii dorite între două puncte din circuit;
- determinarea curentului dorit printr-o altă piesă a circuitului;
- divizarea unei tensiuni într-un raport dat (circuit divizor de tensiune);
- terminarea unei linii de transmisie(ca rezistență de sarcină).

3.1 Codul culorilor pe rezistente electrice

Codare cu culori a rezistorului utilizează benzi colorate pentru a identifica cu ușurință o valoare a rezistorului și o toleranță în procente.

Există multe tipuri diferite de rezistor disponibile care pot fi utilizate atât în circuitele electrice cât și electronice pentru a controla fluxul de curent sau pentru a produce o cădere de tensiune în mai multe moduri diferite. Dar pentru a face acest lucru, rezistorul propriu-zis trebuie să aibă o anumită valoare "rezistivă" sau "rezistență". Rezistoarele sunt disponibile într-o gamă de valori diferite ale rezistenței, de la fracțiunile unui ohm (Ω) la milioane de ohmi.

Evident, ar fi imposibil de a avea rezistori disponibili din fiecare valoare posibilă, de exemplu, 1Ω , 2Ω , 3Ω , 4Ω , etc, pentru că literalmente zeci de sute de mii, dacă nu zeci de milioane de diferite rezistoare

ar trebui să existe pentru a acoperi toate posibile valori. În schimb, rezistoarele sunt fabricate în așa numitele "valori preferate", cu valoarea lor de rezistență imprimată pe corpul lor cu cerneală colorată.

Deci, pentru a depăși acest lucru, rezistoarele mici utilizează benzi vopsite colorat pentru a indica atât valoarea lor rezistivă, cât și toleranța lor, cu dimensiunea fizică a rezistorului indicând puterea nominală. Aceste benzi vopsite colorat produc un sistem de identificare, cunoscut în general sub denumi-rea de cod de culori a rezistoarelor. Valorile rezistenței, toleranței și puterii nominale sunt în general tipărite pe corpul rezistorului cu numere sau litere atunci când corpul rezistoarelor este suficient de mare pentru a citi imprimarea, cum ar fi rezistoarele de putere mari. Dar când rezistorul este mic, cum ar fi un tip de carbon sau peliculă de 1/4W, aceste specificații trebuie să fie arătate în altă manieră, deoarece imprimarea ar fi prea mică pentru citire.

O schemă internațională și universal acceptată a codului de culori a rezistorului a fost dezvoltată acum mulți ani ca o modalitate simplă și rapidă de identificare a unei valori ohmice a rezistoarelor indiferent de mărimea sau starea aceste-ia. Se compune dintr-un set de inele sau benzi individuale colorate în ordine spectrală reprezentând fiecare cifră a valorii rezistenței.

Marcajul codului de culori al rezistorului este citit întotdeauna pornind de la stânga la dreapta, cu banda de toleranță, mai mare în lățime, orientată spre partea dreaptă indicând toleranța sa. Prin potrivirea culorii primei benzi cu numărul asociat din coloana numerică a diagramei de culori sub prima cifră este identificată și aceasta reprezintă prima cifră a valorii rezistenței.

Din nou, prin potrivirea culorii celei de-a doua benzi cu numărul asociat în coloana cifră a diagramei de culori se obține a doua cifră a valorii rezistenței și așa mai departe. Deci, codul de culori al rezistorului este citit de la stânga la dreapta, după cum se arată mai jos:

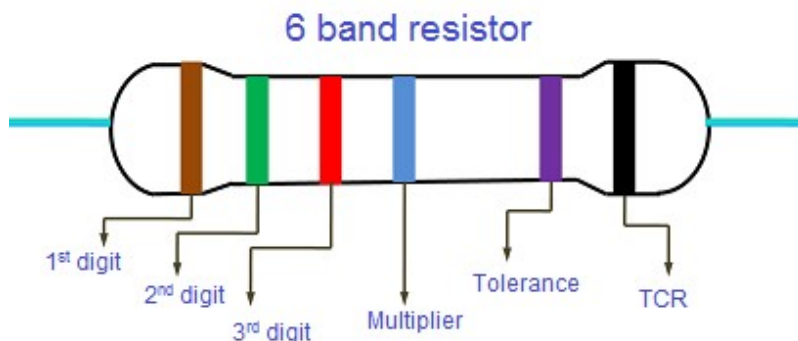


Figura 4: Schema rezistor

Codul culorilor pentru marcarea rezistențelor						
Culoare	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Multiplicator	Toleranța	Tcr
Negru	0	0	0	X1		250
Maro	1	1	1	X10		100
Roșu	2	2	2	X100		50
Portocaliu	3	3	3	X1000		15
Galben	4	4	4	X10000		25
Verde	5	5	5	X100000		20
Albastru	6	6	6	X1000000		10
Violet	7	7	7			5
Gri	8	8	8			1
Albă	9	9	9			
Auriu					±5% toleranța	
Argintiu					±10% toleranța	

Calculul valorilor rezistorului

Sistemul Codului de culori este total bine și bun, dar trebuie să înțelegem cum să-l aplicăm pentru a obține valoarea corectă a rezistorului. Banda colorată din "stânga" sau cea mai semnificativă este banda

cea mai apropiată de un cablu de conectare, iar benzile cu coduri de culoare se citesc de la stânga la dreapta după cum urmează: Banda 1, Banda 2 ,Banda 3, Multiplicator, Toleranța ,Tcr = Culoare, Culoare, Culoare x 10culoare în Ohm (Ω) , Toleranța, Tcr

De exemplu, un rezistor are următoarele marcaje colorate;
Roșu, galben, albastru, verde, argintiu, galben = $2\ 4\ 6\ \times 10000 + 5\% + 25 = 2.46\text{M} \pm 10\%$ toleranța 25ppm

3.2 Rezistor într-o rețea paralelă

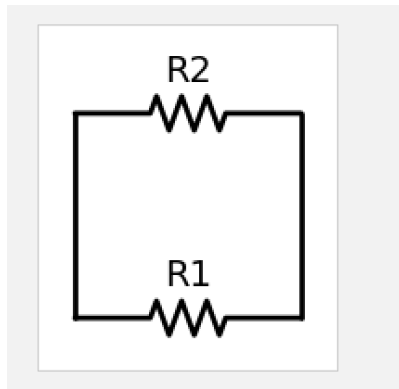


Figura 5: Schema rezistor într-o rețea paralelă

Rezistorul R1 și R2 sunt într-o rețea paralelă și pentru a determina rezistența totală(R_T) se va aplica următoarea formulă:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

3.3 Rezistor într-o rețea serială

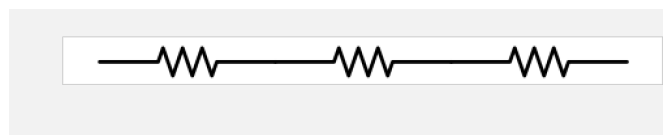


Figura 6: Schema rezistor într-o rețea serială

În această situație avem trei rezistori care sunt într-o rețea serială să îi denumim R1, R2 și R3 pentru a determina rezistența totală(R_T) se va aplica următoarea formulă $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ Iar în cazul nostru va fi $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

4 Condensator electric

Un condensator este un dispozitiv electric pasiv ce înmagazinează energie sub forma unui câmp electric între două armături încărcate cu o sarcină electrică egală, dar de semn opus. Acesta mai este cunoscut și sub denumirea de capacitor.

Mărimea fizică asociată unui capacitor este capacitatea electrică. Unitatea de măsură, în sistemul internațional, pentru capacitatea electrică este faradul (notat F).

Principiul de funcționare

Un condensator electric este alcătuit din două conductoare electrice separate de o zonă neconductoare.

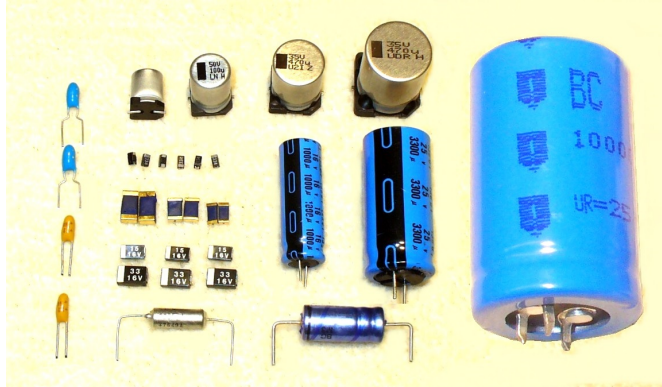


Figura 7: Pe imagină se află diferite tipuri de condensator

Tipuri

Condensatoarele pot fi de mai multe feluri (electrolitice, cu tantal, ceramice, cu poliester etc.), ele fiind realizate atât în tehnologie SMD cat și tehnologie THD.

Condensatorul poate fi folosit în filtre trece-sus dacă este plasat în serie cu circuitul de sarcină, respectiv trece-jos dacă este plasat în paralel cu circuitul de sarcină.

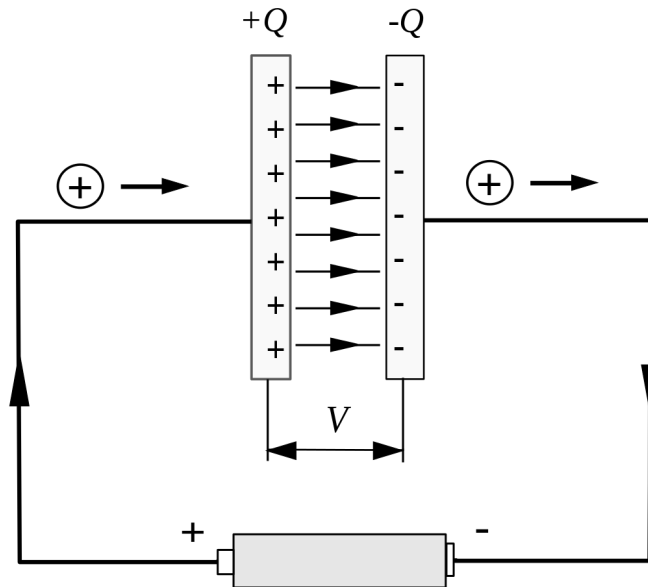


Figura 8: Schema condensator

Energia stocată

$$E = \int_0^Q V dq = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} VQ$$

Parametrii tehnici ai condensatoarelor

- Gama temperaturilor nominale: intervalul temperaturilor ambiente în care funcționează condensatorul.

- Temperatura maximă: temperatura punctului celui mai cald al suprafeței exterioare a condensatorului.
- Temperatura minimă: temperatura punctului celui mai rece al suprafeței exterioare a condensatorului.
- Capacitatea nominală: valoarea capacității electrice marcată pe condensator.
- Toleranțe ale capacității nominale, (%): deviațiile maxime admisibile ale valorii reale a capacității de la valoarea nominală.
- Tensiunea nominală, U_n : tensiunea continuă maximă sau tensiunea alternativă eficace ce poate fi aplicată permanent pe terminalele condensatorului (la borne).
- Tensiunea de categorie, U_c : tensiunea ce poate fi aplicată pe un condensator care funcționează la temperatura maximă a categoriei.
- Tangenta unghiului de pierderi, $tg\delta$: raportul dintre puterea activă și puterea reactivă a condensatorului pentru o tensiune sinusoidală de o anumită frecvență.
- Rezistența de izolație, R_{iz} : raportul dintre tensiunea continuă aplicată la terminalele condensatorului și curentul ce-l străbate, măsurat după un timp ante stabilit, de regulă 1...5 minute.
- Rigiditate dielectrică: tensiunea maximă continuă pe care trebuie să o suporte condensatorul minimum 1 minut fără să apară străpungeri sau conturnări.
- Coeficient de temperatură: variația relativă a capacității pentru o variație de temperatură de 1 grad centigrad.
- Curent de fugă, I_f : curentul de conducție ce trece prin condensator atunci când i se aplică o tensiune continuă pe terminale.
- Impedanța, Z : valoarea exprimată în Ω a sumei tuturor componentelor electrice (rezistență ohmică, reactanță capacitivă și inductivă) din schema echivalentă a unui condensator real.
- Curent ondulatoriu, I/I_0 : valoarea eficace a curentului alternativ maxim admis la frecvența de 50...60 Hz sau 100...120 Hz la care condensatorul electrolitic poate fi supus permanent sub tensiune nominală.

4.1 Condensator într-o relație paralelă

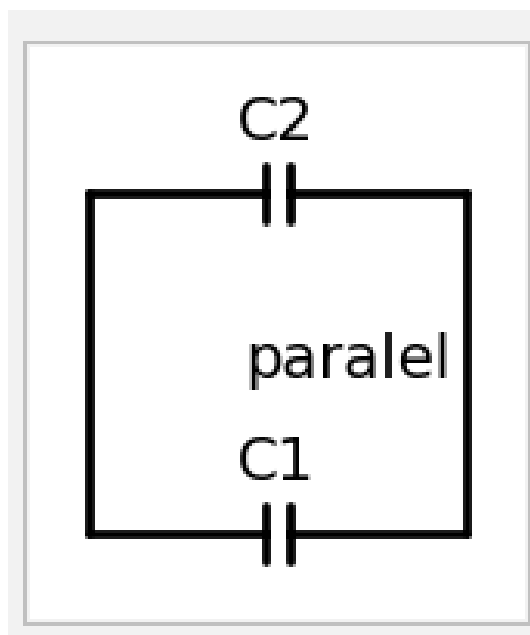


Figura 9: Condensator într-o relație paralelă

Condensatorul C1 și C2 sunt într-o rețea paralelă și pentru a determina Capacitatea totală(CT) se va aplica următoarea formulă:

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

4.2 Condensator într-o relație serială



Figura 10: Condensator într-o relație serială

Condensatorul C1 și C2 sunt într-o rețea serială și pentru a determina Capacitatea totală(CT) se va aplica următoarea formulă: $\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

5 Inductor

Inductor(sau bobină inductivă, bobină, bobină sufocare) este o componentă electronică care conține inductanța electrică, adică abilitatea pentru a stoca energia în câmpul electric. Bobinele inductive sunt înfășurări de sârmă care de multe ori folosește în circuitele cu frecvență radio cum ar fi Am receptoare și emițătoare radio. Bobinele se folosesc adesea pentru filtrație, adică eliminarea tuturor frecvențelor, cu excepția celor necesare, ca în cazul recepționării undelor radio. Se găsesc și în multe alte dispozitive electrice. De exemplu, în sursele de alimentare mai complexe, acestea sunt utilizate pentru a reduce „zgomotul” la 50 Hz, care apare adesea pe liniile de alimentare primite. Principala diferență între bobinele care se reflectă în materialul din care este realizat miezul. Aerul și fierul sunt cele mai frecvent utilizate. Spre deosebire de rezistor și condensator, bobinele sunt rareori găsite ca produse finite, deoarece proprietățile bobinei depind de aplicația specifică.

5.1 Producția

O bobină constă dintr-un fir care este înfășurat simplu sau transversal în unul sau mai multe straturi. Suportul sau corpul bobinei este fabricat din hârtie impregnată, lemn, material sintetic sau similar. De obicei are forma unui cilindru gol. Conductorul din care este realizată bobina este cel mai adesea cupru, izolat cu lac, mai rar cu bumbac sau mătase. Sârmă sau tub de cupru placat cu argint este utilizat pentru bobine proiectate pentru frecvențe foarte mari. Numai bobinele speciale pentru undele ultra-scurte sunt fără corp. Ghidul trebuie apoi să fie suficient de rigid pentru a-și păstra forma. Miezul bobinei poate fi realizat din aer, fier, sau multe alte materiale(aerul și fierul sunt cele mai utilizate).

5.2 Principiul de lucru

Inductanța este posibilitatea bobinei pentru a stoca energia în câmpul magnetic care o înconjoară, atunci când curentul electric trece prin bobină. Inductanța se exprimă în henry(H), numită după Joseph Henry, sau mai des în milihenry(mH, a mia parte din Henry) și microhenry(μ H). Valoarea inductivă este de fapt posibilitatea bobinei de a micșora tensiunea semnalului AC. În cazul bobinelor cu inducție mai mică sunt marcate cu culori, la fel ca și la rezistori. Pentru bobine mai mari, valoarea inductanței este adesea tipărită direct pe componentă.

5.3 Tipuri

Bobinele pot fi permanente sau variabile. În ambele tipuri, un fir subțire este înfășurat în jurul miezului izolator. Numărul de înfășurări ale firului, materialul din care sunt realizate miezul și diametrul firului, determină valoarea inductanței bobinei. Bobinele constante au o inductanță constantă, în timp ce cele variabile au un buton a cărui rotație ajustează inductanța. Bobinele pot fi împărțite în funcție de scop în bobine pentru circuite de joasă frecvență și de înaltă frecvență și, în funcție de proiectare, acestea sunt împărțite în: bobine cu miez și bobine fără miez. Plăcile de transformare izolate reciproc sunt utilizate ca miezuri pentru bobine de joasă frecvență, în timp ce miezuri speciale de înaltă frecvență sunt utilizate pentru bobine de înaltă frecvență. Bobinele cilindrice cu un singur strat sunt cele mai des utilizate în circuitele oscilante.

5.4 Tipuri de relații

Bobinele pot fi conectate în serie și paralel. Inductanța finală a conexiunii depinde de inductanța bobinelor individuale și de interconectarea acestora. În cazul conexiunii în serie a bobinelor, inductanța totală este egală cu suma tuturor inductoarelor bobinelor individuale: $L_u = L_1 + L_2 + \dots + L_n$
În cazul unei conexiuni paralele de inductoare sau bobine, inductanța totală este egală cu reciprocitatea sumei valorilor reciproce ale inductanței lor bobinelor individuale: $\frac{1}{L_u} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$

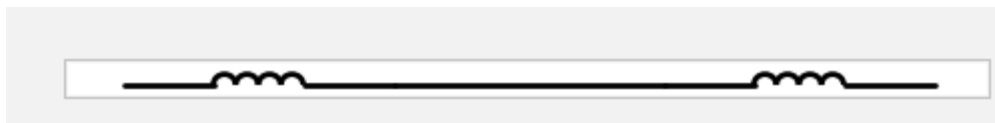


Figura 11: Condensator într-o relație serială

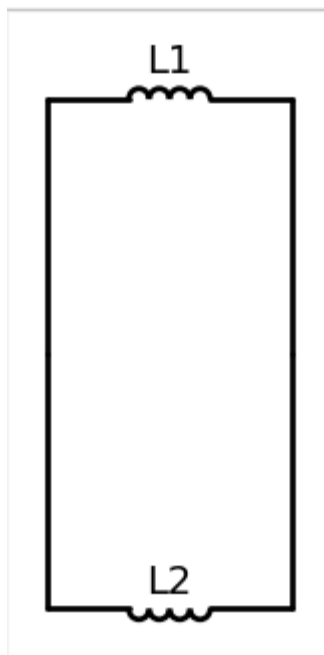


Figura 12: Condensator într-o relație paralelă

6 Structura cristalină a unui semiconductor

Atomi de siliciu formează o relație covalentă. Creează în comun perechi electronice astfel încât fiecare dintre ei să realizeze o configurație electronică stabilă, are 8 valențe electronice. Atomi sunt aranjați corespunzător în spațiu și aceea se numește structura cristalină (zăbrele). Relația covalentă este foarte puternică. Nu există electroni liberi și siliciu pur nu conduce electricitatea. Din cauza creșterii temperaturii energia electronilor crește și câțiva electroni părăsesc relația covalentă și devin un număr liber al acestor electroni care sunt foarte puțini și siliciu încă nu conduce electricitatea, electroni care se eliberează prin această metodă se numesc electroni proprii. Locul în relația covalentă unde lipsește un electron se numește cavitate. Cavitata se comportă ca particule încărcate pozitiv.

6.1 Siliciu

Siliciul este un element chimic din grupa a IV-a a tabelului periodic al elementelor. Prima dată a fost identificat de Jöns Jakob Berzelius în anul 1823. Siliciul este folosit ca materie primă în construcția dispozitivelor semiconductoare și în fabricarea celulelor solare. Compușii siliciului au diverse utilizări: argila și caolinul sunt materii prime pentru fabricarea produselor ceramice și a cimentului, iar dioxidul de siliciu în fabricarea sticlei.

6.2 Semiconductori de tip N și P

Pentru a devine siliciu conducător se adaugă primează în dependență de care element se adaugă siliciului. Se obțin două tipuri de semiconductori N și P.

6.3 Semiconducturi de tip N

Semiconductori de tip N se obțin când se în structura cristalină se adaugă elemente din grupa a cincea al tabelului periodic. Antimon -sb-Fosfor-P.

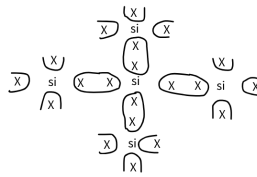


Figura 13: Structura a unui semiconductor de tip N

Atomul antimoniului și cinci valențe electronice va forma relația covalentă cu atomi de siliciu și al 5 electron va rămâne liber. Electroni liberi care provin din atomul primează 'primase' se numesc amestecături și există foarte mulți. Pe lângă ei în semiconductor există și electroni proprii și dar electroni sunt transportatori principali de încărcare. Cavitățile sunt doar proprii și sunt puține și ele sunt purtători de încărcare secundară. Primează din a 5 grupa periodică dau siliciului electronii liberi și se numesc donatori.

6.4 Semiconductori de tip P

Semiconductorul de tip P se obține când se siliciului adaugă elementul din grupa a treia al tabelului periodic Aluminium -Al sau Bor -B

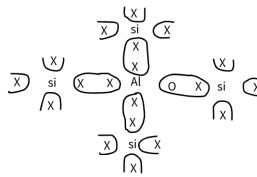


Figura 14: Structura a unui semiconductor de tip P

Atomul de aluminium are 3 valențe electronice și formează 3 perechi electronice cu atomi de siliciu rămâne a patra pereche neumplută adică are cavități și sunt multe. Transportatori principali de încărcare sunt cavitățile (amestecături proprii) și cei secundari transportatori de încărcare sunt electroni (doar proprii). Impuritățile din al treilea grup cu un singur nume se numesc Acceptor.

6.5 Tipul de mișcare

1. Haotic-toate direcțiile și mișcarea se poate realiza în orice direcție.

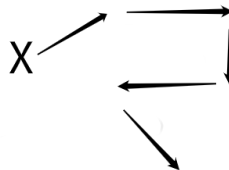


Figura 15: Mișcarea Haotică

2. Mișcare difuzională apare din cauza mari de concentrație. Încărcăturile se deplasează de la zona mai mare la cea cu concentrație mai mică

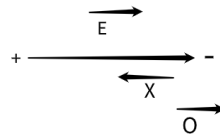


Figura 16: Mișcare difuzională

3. Sarcinile direcționale se mișcă într-un mod direcțional când există câmpul electric. Electroni se mișcă în contra sens de câmp iar cavitățile în sensul câmpului.



Figura 17: Sarcinile direcționale

X—Electroni
E—Câmpul electric
O—Cavitataea

7 Joncțiune PN

Jonctiunea P-N

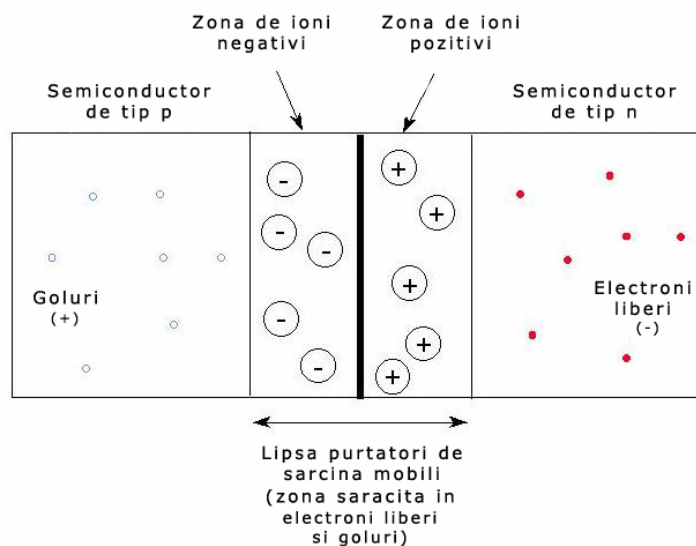


Figura 18: Schema joncțiunii PN

Joncțiune PN apare când se în placheta de siliciu pe de o parte introduce impurități din a 3 grupa a tabelului periodic iar cealaltă parte introduce impurități din a 5 grupa a tabelului periodic datorită diferenței mari de concentrație va apărea mișcarea difuzională. Cavitățile trec din P în N electroni și din N în P. Atomi din P tip al cărui cavități au trecut din N devin ioni încărcăți negativ. Atomi din N tip al cărui electroni au trecut în P devin ioni pozitiv încărcăți. Ioni pozitivi și negativi împreună construiesc sarcina spațială. Ei construiesc câmp electric intern care este regizat din N către P. Câmpul electric intern se opune încărcări difuzională cu cât mai mult trece din N în P și invers, câmpul electric devine din ce în ce mai puternic, la un moment dat câmpul va avea o valoare mare care nici sarcina electrică nu a să poată să o stăpânească și difuzia se oprește. Tensiunea electrică care există între ioni pozitivi și ioni negativi se numește bariera potențială(UP).

7.1 Joncțiunea PN în polarizare directă

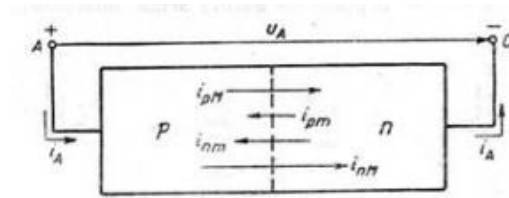


Fig. 3.2. Joncțiunea p-n polarizată direct.

Joncțiunea PN este directă polarizată atunci când se partea pozitivă a sursei se conectează cu P tip și partea negativă a sursei se conectează cu N tip.

Dacă tensiunea externă este mai mică decât tensiunea barierei potențială și câmpul electric extern este mai mic decât cel intern, atunci câmpul electric are aceeași sens ca și cel intern doar are mai mică intensitate. Bariera potențială sa micșorat însă Sarcina electrică încă nu poate să stăpânească. Nu trece curentul electric prin joncțiunea PN!

Dacă tensiunea externă este mai mare de cât tensiunea barierei potențială și câmpul electric extern este mai mare decât cel intern, atunci câmpul electric are sens la fel ca și cel extern. Acest câmp va ajuta difuzia. Bariera potențială a dispărut. Există mișcare dirijată a unui număr mare de sarcini și trece curentul electron prin joncțiunea PN. Acest curent electric provine din mișcarea transportatorilor primari a sarcini electrice și ordinea mărimi este mili amperi(mA) tensiunea barierei potențiale este aproximativ 0,6V.

7.2 Joncțiunea PN în polarizare inversă

Joncțiunea PN este polarizată invers atunci când se partea negativă a sursei se conectează cu P și partea pozitivă a sursei se conectează cu N.

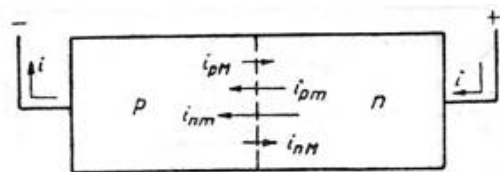


Fig. 3.3. Joncțiunea pn polarizată invers.

Câmpul electric are aceeași sens ca și cel intern însă are mai mare intensitate. Bariera potențială a crescut și transportatori primari nu pot stăpâni aceasta. Însă pentru transportatori secundari nu există sarcina electrică a barierei potențiale, câmpul electric transmite electroni din P în N și cavitățile din N în P această mișcare direcțională se numește curent invers ea are intensitate mică ordinea mărimi este nano amperi(nA).

7.3 Defecțiunea joncțiuni pn (breakthrough)

"Breakthrough" este apariția rupturii a unei legături covalente eliberând un număr mare de electroni ajunge la o creștere bruscă a curentului, cauzele care duc la "Breakthrough" sunt diferite și de aceea există:

1. Termic
2. Avalanche breakthrough
3. zener breakthrough

1.Termic Apare și prin polarizarea directă și prin polarizarea inversă. Când curentul electric trece prin joncțiunea pn, joncțiunea pn se încălzește, și energia electronilor crește și mulți electroni părăsesc relația covalentă. Cu cât mai mulți electroni liberi, înseamnă mai mult curent și mai multă încălzire, în măsura în care nu este prevăzută nicio răcire va ajunge la distrugere.

2.Avalanche breaktrough Apare în polarizare inversă, câmpul electric accelerează electroni liberi care se ciocnesc cu atomi, le dau energia lor și se eliberează de noi electroni, numărul de electroni liberi crește brusc și curentul brusc crește și acest "breakthrough" poate ajunge la distrugere joncțiuni pn.

3.Zener breakthrough 'Zener breakthrough' apare prin polarizarea inversă a semiconductorului cu mare o concentrație mare impurități. Acești semiconductori au o structură cristalină inegală și câmpul electric ușor scoate electroni din relația covalentă, și ajunge la creșterea bruscă a curentului electric.

7.4 Caracteristica joncțiuni pn

Caracteristica curent-tensiune a joncțiuni pn arată cum cum curentul electric prin joncțiunea pn depinde de tensiunea conectată. Polarizarea directă se desenează în primul pătrat iar polarizarea inversă în al treilea.

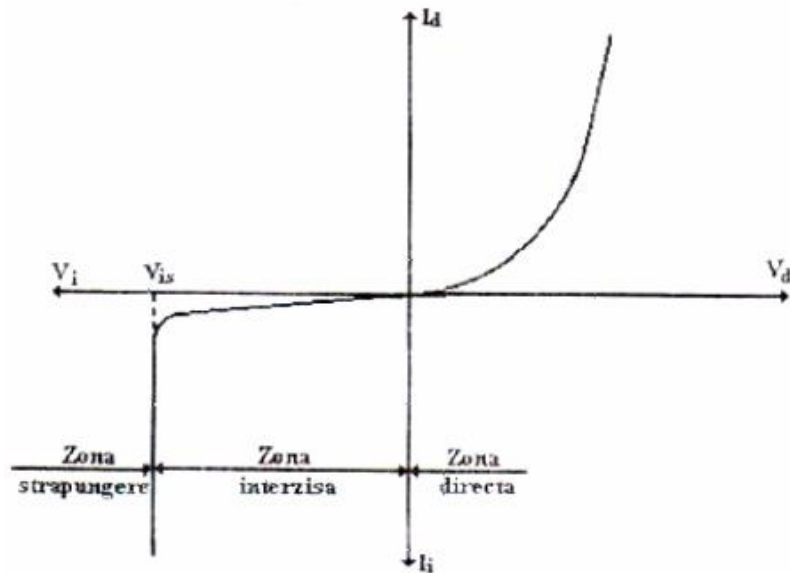


Figura 19: Graficul joncțiuni PN

Polarizarea directă: Dacă tensiunea este mai mică de cât tensiunea barierei potențiale, curentul nu curge. Dacă tensiunea este mai mare de cât tensiunea barierei potențiale, curentul curge. Cum crește tensiunea așa crește și curentul electric.

Polarizare inversă; când joncțiune pn este polarizată invers atunci curentul nu curge doar în cazul când ajunge la 'breakthrough' atunci curentul crește brusc.

8 Dioda

Cele mai utilizate diode sunt diodele semiconductoare. Diodele semiconductoare sunt realizate dintr-o singură pn joncțiune. Joncțiunea p-n este regiunea dintre două tipuri de material semiconductor unul de tip p și altul de tip n în interiorul aceluiași cristal semiconductor. Cea mai utilizată funcție a diodei este de a permite trecerea unui curent electric într-o direcție (numit și curent direct al diodei), blocând totodată trecerea curentului în direcția opusă (numit și curent invers al diodei). Acest comportament unidirecțional este numit redresare și este utilizat la convertirea curentului alternativ în curent continuu.

Pentru caracteristica volt-amperică a joncțiunii semiconductoare s-a stabilit următoarea dependență matematică: $i_d = I_s \left(e^{\frac{e u_d}{kT}} - 1 \right)$

în care:

e— sarcina elementară, $1,6 \cdot 10^{-19} C$

k— constanta Boltzmann, $1,38 \cdot 10^{-23} J \cdot K^{-1}$

Raportul

$$\frac{kT}{e}$$

are dimensiunile unei tensiuni care, la temperatura ambiantă de $20^\circ C$,

are valoarea de aproximativ 26mV. T- temperatura joncțiunii, K

Polarizare inversă :

$$U_d < 0 \rightarrow \frac{e u_d}{kT} < < 1$$

$$i_d \cong -I_s$$

Polarizare directă:

$$U_d < 0 \rightarrow \frac{e u_d}{kT} >> 1$$

$$i_d \cong -I_s e^{\frac{e u_d}{kT}}$$

Există diferite tipuri de diode :

- Diodă cu gaz
- Diodă cu vid
- Diode semiconductoare
- Diodă cu contact punctiform
- Diodă laser
- Diodă PIN
- Diodă Schottky
- Dinistor
- Fotodiodă
- LED
- OLED
- Redresor

Există diferite tipuri de diode semiconductoare care sunt clasificate în următorul mod:

1. După materialul din care se realizează:

- Diodă cu germaniu

- Diodă cu siliciu

2. După caracteristicile joncțiunii:

- diodă redresoare
- diodă stabilizatoare de tensiune (diodă Zener)
- diodă de comutație
- diodă cu capacitate variabilă (varactor sau varicap)
- diodă tunel
- diodă diac
- diodă Gunn

Dioda conține două conexiuni Anoda și Catoda.



Figura 20: Simbolul diodei

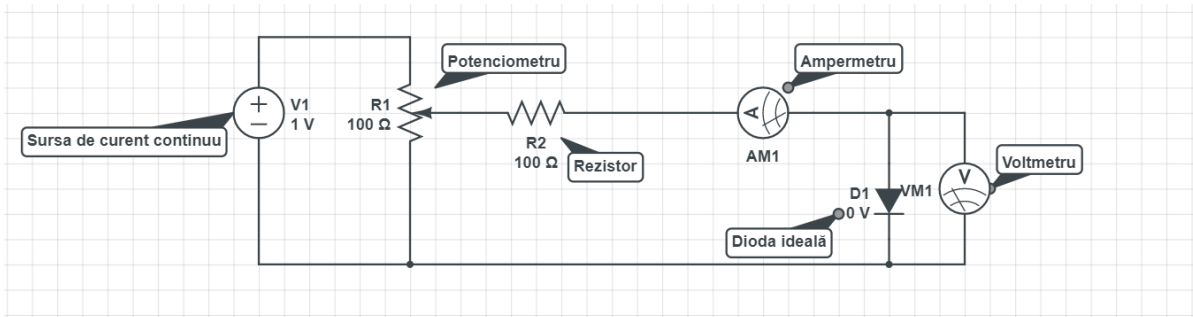


Figura 21: Schema polarizare directă

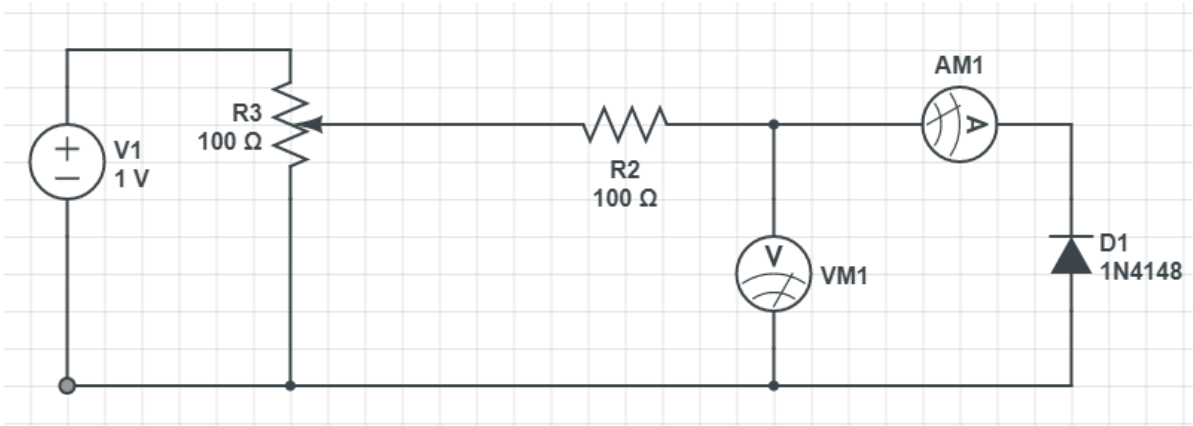


Figura 22: Schema polarizare inversă

8.1 Caracteristica Dioda

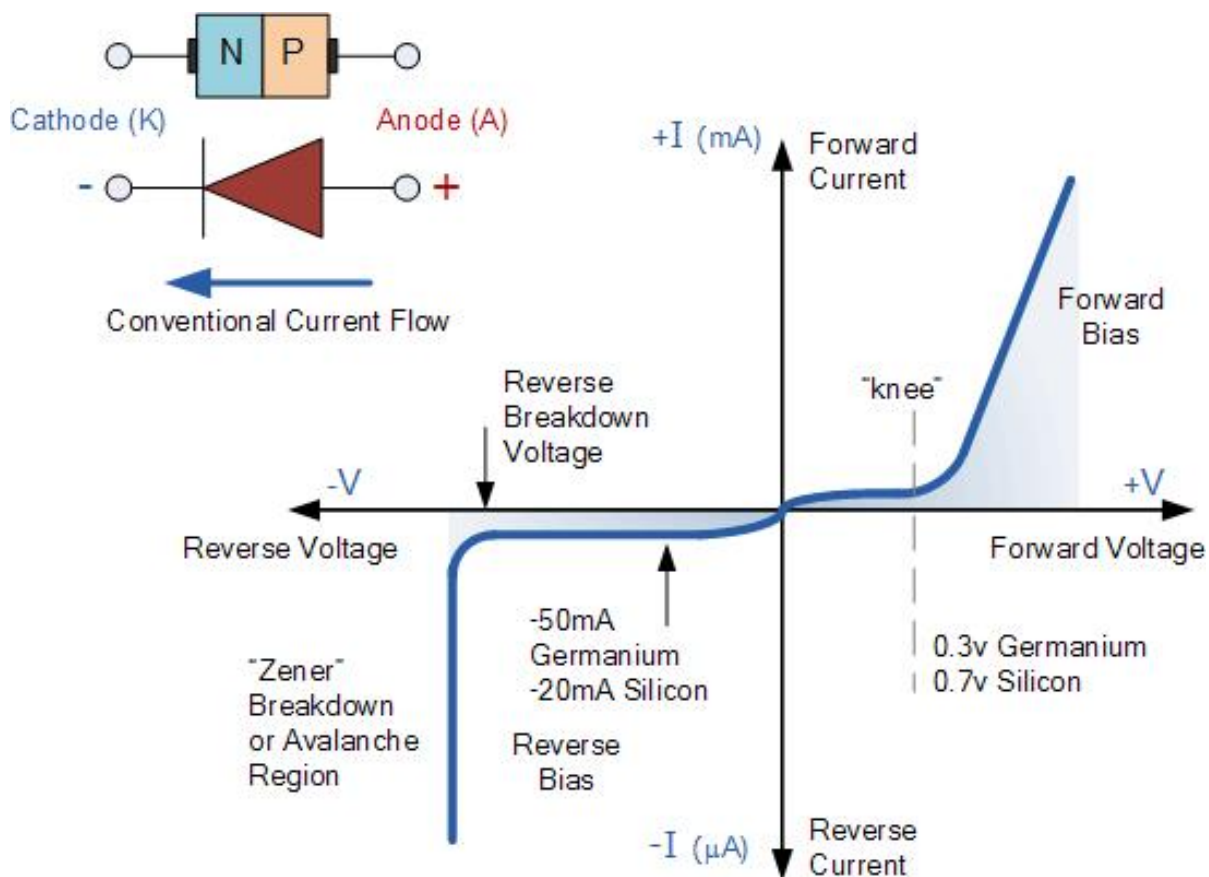


Figura 23: Caracteristica Diodelor

8.1.1 Dioda siliciu

Când dioda este polarizată direct are nevoie de 0,6V pentru a funcționa ,teoretic 0,6V iar in practica are ne voie de aproximativ 0,6V. Iar când este polarizata invers va funcționa când ajunge la breakdown.

8.1.2 Dioda germanium

Când dioda este polarizată direct are nevoie de 0,3V pentru a funcționa ,teoretic 0,6V iar in practica are ne voie de aproximativ 0,3V. Iar când este polarizata invers va funcționa când ajunge la breakdown

9 Porți logici

O poartă logică este un dispozitiv electronic numeric elementar implementând o funcțiune logică abstractă elementară. Porțile logice sunt structurile de bază care permit realizarea unor funcții logice și matematice mult mai complexe în circuitele integrate digitale. O poartă logică poate fi modelată ca o rețea de comutatoare controlate electric (de exemplu cu tranzistoare MOS). La început porțile logice erau realizate din diode (lămpi electronice sau semiconductoare) și rezistențe electrice (discrete).

9.1 Construcție și funcționare

O poartă logică are una sau mai multe intrări digitale/binare (semnale reprezentând 0 logic sau 1 logic), și are ca ieșire o funcție simplă a acestor intrări, de exemplu ȘI logic sau SAU logic. O poartă logică nu are stări interne, intermediare. Aceasta înseamnă că pentru o combinație de valori binare (0 și 1) existentă la intrări, corespunde la ieșirea porții numai o anumită (definită) stare (valoare binară). Altfel exprimat, o poartă logică nu este, electronic, un circuit secvențial ci un circuit combi național ("de combinare"),

Porțile logice elementare sunt: Poarta ȘI(AND), poarta SAU(OR), poarta ȘI-NU(NAND), poarta SAU-NU(NOR), poarta SAU-EXCLUSIV(XOR). Porțile ȘI-NU engleză: NAND) și SAU-NU (engleză: NOR) sunt numite și porți universale, pentru că cu ajutorul lor pot fi reproduse (combi național) oricare din funcțiile celorlalte porți. Ele sunt din acest punct de vedere, porți fundamentale.

Porțile logice au cel puțin două intrări (cu excepția inversorului NU, engleză: NOT), putându-se ajunge până la 10 intrări, și o singură ieșire.

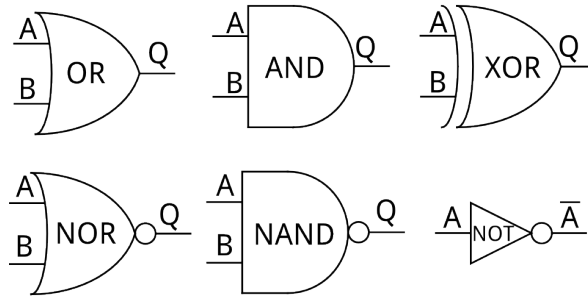


Figura 24: Simbolurile pentru porțile logice

Poarta logică AND(Și)			
Operație $A \cdot B$	A	B	Q
	0	0	0
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1

Tabela 1: Tabela poarta logică AND

Poarta logică OR(Sau)			
Operație $A + B$	A	B	Q
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	1

Tabela 2: Tabela poarta logică OR(sau)

Poarta logică NAND			
Operație(\overline{AB})	A	B	Q
	0	0	0
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1

Tabela 3: Tabela poarta logică NAND

Poarta logică NOR			
Operație($\overline{A + B}$)	A	B	Q
	0	0	1
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	0

Tabela 4: Tabela poarta logică NOR

Poarta logică XOR			
Operație $A \cdot B + A \cdot \overline{B}$	A	B	Q
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0

Tabela 5: Tabela poarta logică XOR

Poarta logică NOT		
Operație \overline{Q}	intrare	ieșire
	1	0
	0	1

Tabela 6: Tabela poarta logică NOT