

Funcția de redresare a diodei semiconductoare

I. Considerații teoretice

Dioda semiconductoare este un dispozitiv electronic constituit prin jonctiunea unui semiconductor cu conducție electronică (tip n) cu un semiconductor cu conducție de goluri (tip p). Deoarece energia necesară ieșirii electronului din regiunea n (W_n) este mai mică decât energia necesară ieșirii electronului din regiunea p (W_p), o parte din electronii aflați în regiunea n difuzează în regiunea p, iar o parte din golurile aflate în regiunea p difuzează în regiunea n. Acest proces de difuzie care are loc în jonctiunea p-n la echilibru termic, duce la apariția în jonctiune a unui câmp electric intern, numit câmp electric de contact E_c (cărui îi corespunde un potențial de contact U_c) care va împiedica continuarea procesului de difuzie. Pentru ca un gol din regiunea p să ajungă în regiunea n, sau un electron din regiunea n să ajungă în regiunea p trebuie să învingă o barieră de potențial U_c , adică are nevoie de o energie $W = eU_c$.

Jonctiunea pn în regim de polarizare directă

Dacă se aplică jonctiunii p-n un câmp electric exterior \vec{E}_e de sens contrar câmpului electric de contact \vec{E}_c , adică regiunea p a jonctiunii se conectează la borna plus a unei baterii electrice iar regiunea n la borna minus a bateriei, sarcinile electrice libere din cele două regiuni (purtații majoritari) se vor deplasa înspre jonctiune străbătând-o și dând naștere unui curent electric intens, ceea ce este echivalent cu micșorarea rezistenței electrice a jonctiunii p-n. Din punct de vedere energetic aplicarea câmpului electric exterior \vec{E}_e de sens contrar câmpului de contact \vec{E}_c , înseamnă micșorarea barierei de potențial la valoarea $U_e - U_c$, astfel că energia necesară unui electron pentru a trece din regiunea n în regiunea p este $W' = e(U_e - U_c)$. Acest mod de conectare a jonctiunii pn la o sursă de tensiune electrică exterioară se numește *regim de polarizare directă*.

Jonctiunea pn în regim de polarizare inversă

Aplicând jonctiunii pn un câmp electric exterior \vec{E}_e de același sens cu câmpul de contact \vec{E}_c (ceea ce înseamnă conectarea regiunii p a jonctiunii la polul minus al bateriei, iar regiunea n la polul plus al bateriei electrice) sarcinile electrice libere (purtații majoritari) vor părăsi jonctiunea, numărul purtaților de sarcină din jonctiune va scădea mult, ceea ce este echivalent cu creșterea rezistenței electrice a jonctiunii. În acest caz, prin jonctiune va trece un curent electric foarte slab numit curent invers, datorat purtaților de sarcină minoritari (electronii liberi din regiunea p și golurile libere din regiunea n). Din punct de vedere energetic aplicarea câmpului \vec{E}_e de același sens cu \vec{E}_c înseamnă creșterea barierei de potențial la valoarea $U_e + U_c$. În mod corespunzător crește și energia necesară purtaților majoritari pentru a trece dintr-o regiune în alta, la valoarea $W'' = e(U_e + U_c)$.

Caracteristica curent-tensiune a unei jonctiuni p-n

Caracteristica este reprezentată în figura 4. În regim de polarizare directă curentul ce trece prin jonctiune are valori importante, tensiunea de polarizare directă nedeșind câțiva volți. În regim de polarizare inversă, curentul prin jonctiune are valori foarte mici (fracțiuni de microamperi), păstrând o valoare practic constantă (saturație) care nu depinde de valoarea tensiunii inverse aplicate din exterior până la ordinul a sute de volți. Dacă însă tensiunea inversă aplicată depășește o anumită valoare U_s curentul prin jonctiune crește brusc, având loc fenomenul de străpungere a jonctiunii pn, iar tensiunea inversă la care apare se numește 'tensiune de străpungere U_s .

Din neliniaritatea și asimetria caracteristicii curent-tensiune a jonctiunii pn rezultă posibilitatea de utilizare a diodei semiconductoare ca redresor de curent alternativ. În acest sens, diodele semiconductoare sunt utilizate în scheme pentru redresarea atât a unei alternanțe cât și a ambelor alternanțe.

II. Metodica experimentală

a) Instalația experimentală

În figura alăturată este dată schema utilizată pentru redresarea unei singure alternanțe, iar în figura 2 se dă un montaj utilizat pentru redresarea ambelor alternanțe, așa numita punte Graetz cu patru diode, unde:

U_a -sursă de tensiune electrică alternativă(12÷24 V),

D, D_1 , D_2 , D_3 , D_4 -diode semiconductoare,

R- rezistență variabilă conectată în circuit ca reostat,

R_s -rezistență de sarcină,

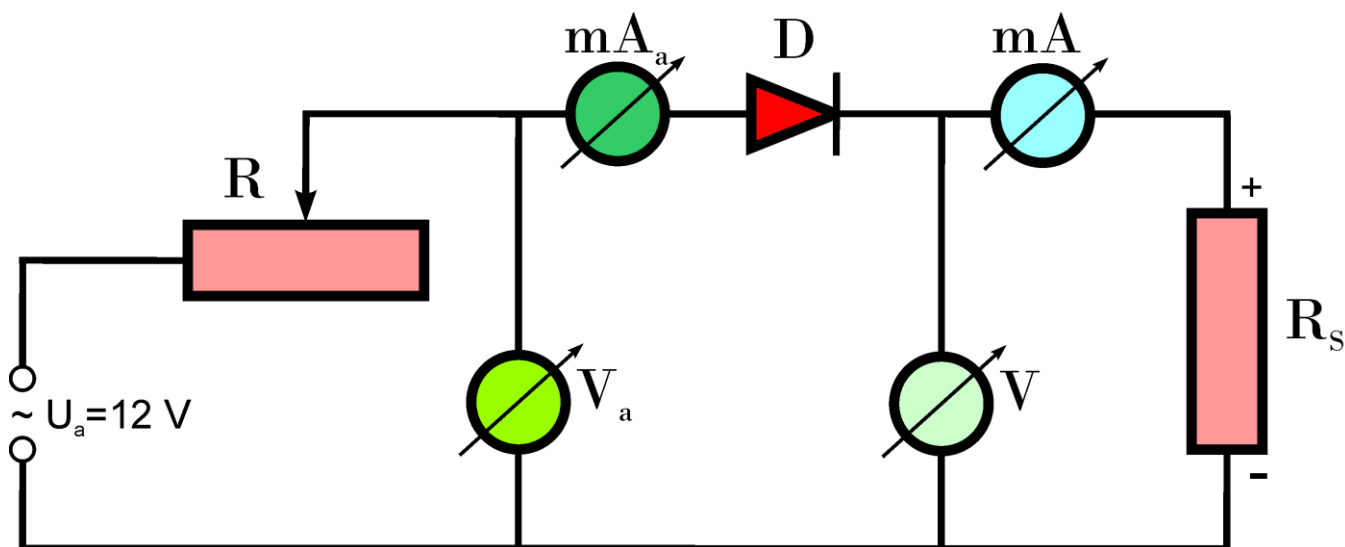


Figura 1.

V_a , mA_a -voltmetru, respectiv miliampermetru de curent alternativ,

V , mA - voltmetru, respectiv miliampermetru de curent continuu.

b) Modul de lucru

1. Se realizează montajul din figura 1, după care este verificat de cadrul didactic prezent.

2. Se conectează circuitul la sursa de alimentare de curent alternativ, având grijă ca reostatul R să aibă cursorul pe poziția de rezistență maximă în circuit. Cu ajutorul reostatului R se aplică la intrarea circuitului o tensiune alternativă ale cărei valori U_a și I_a , se citesc pe scala instrumentelor de măsură de curent alternativ, notându-se apoi și indicațiile aparatelor de curent continuu (redresat). Crescând succesiv valorile tensiunii aplicate la intrarea circuitului se fac 5-6 determinări.

3. Se realizează montajul din figura 2 pentru redresarea ambelor alternante și se repetă operațiile de la punctul 1 și 2.

4. Datele obținute pentru fiecare din cele două montaje se trec în tabelul corespunzător.

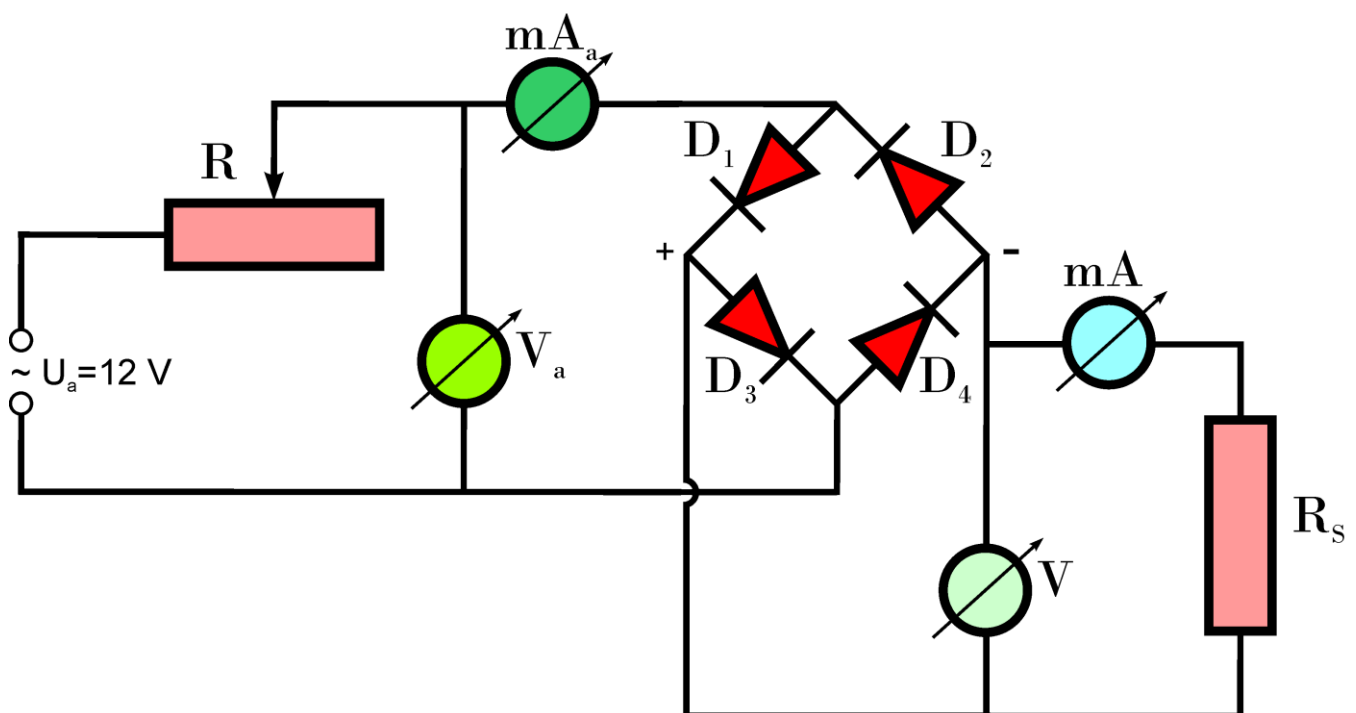


Figura 2

Tabele de date si rezultate

O alternanta redresata:

U_a (V)	I_a (A)	P_a (W)	U (V)	I (A)	P (W)	η (%)	$\frac{\Delta\eta}{\eta}$ (%)

Ambele alternante redresate:

U_a (V)	I_a (A)	P_a (W)	U (V)	I (A)	P (W)	η (%)	$\frac{\Delta\eta}{\eta}$ (%)

III. Prelucrarea datelor experimentale

a) Determinarea mărimilor fizice și trasarea graficelor

1. Considerând factorul de putere $\cos\varphi = 0.8$ se calculează în ambele cazuri puterea curentului alternativ:

$$P_a = U_a \cdot I_a \cdot \cos\varphi \quad (1)$$

2. Se calculează puterea curentului redresat:

$$P = U \cdot I \quad (2)$$

3. Se determină randamentul redresării pentru fiecare montaj:

$$\eta_{\%} = \frac{P}{P_a} \cdot 100 \quad (3)$$

4. Se reprezintă grafic pe hârtie milimetrică, caracteristicile:

$$\text{a) } I = f(P_a); \text{ b) } U = f(P_a); \text{ c) } P = f(P_a)$$

atât pentru o alternanță cât și pentru ambele alternante redresate.

b) Calculul erorilor

Având în vedere relațiile (1), (2) și (3) rezultă:

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta U_a}{U_a} + \frac{\Delta I_a}{I_a} \quad (4)$$