

LUCRAREA DE LABORATOR NR.2**CARACTERISTICILE DIODEI CU JONCTIUNE****1. OBIECTIVE**

După executarea acestei lucrări de laborator trebuie să aveți aptitudinea :

- 1.1 De a măsura căderea de tensiune și curentul prin dioda polarizată direct.
- 1.2 De a măsura căderea de tensiune și curentul prin dioda polarizată invers.
- 1.3 De a desena caracteristica statică a unei diode.
- 1.4 De a determina rezistența dinamică a unei diode.
- 1.5 De a găsi un model pentru o diodă polarizată invers.

2. ECHIPAMENT NECESAR

- 2 multimetre de cc.
- osciloscop cu două spoturi.
- cadru de bază PU-2000.
- placă EB-111.
- placă de bază.

3. INTRODUCERE TEORETICĂ**3.1 Noțiuni de bază**

Structura și simbolul unei diode semiconductoare este prezentat în figura 2.1.

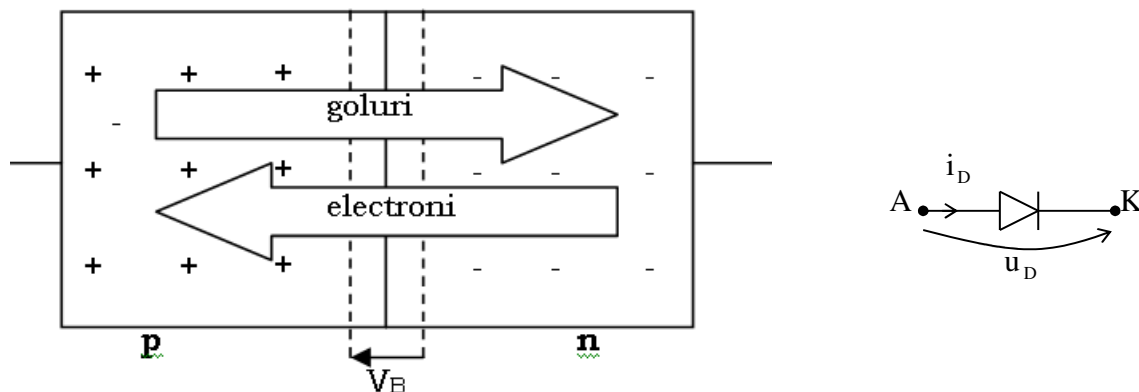


Fig.2.1.Structura și simbolul unei diode semiconductoare.

Ecuția diodei semiconductoare este dată de relația 2.1.

$$i_D = I_S \left(e^{\frac{u_D}{\eta U_T}} - 1 \right) \quad (2.1)$$

unde :

- I_S este curentul de saturație (are valori de ordinul nA la diodele cu siliciu de mică putere)
- $\eta = 2$ la Si respectiv $\eta = 1$ la Ge
- $U_T = \frac{KT}{2}$ este tensiunea termică $U_T = 25\text{mV}$ la $T = 297^\circ\text{K}$.

$$\text{În conducție directă } u_D > 0, \quad i_D \cong I_S \cdot e^{\frac{u_D}{\eta U_T}} \quad (2.2)$$

$$\text{În conducție inversă } u_D < 0, \quad i_D \cong -I_S \quad (2.3)$$

Prin logaritmarea ecuației diodei obținem expresia tensiunii pe diodă:

$$u_D = \eta \cdot U_T \cdot \ln \frac{i_D + I_S}{I_S} \quad (2.4)$$

La curenți mari se ține cont și de căderile de tensiune pe zonele neutre ale joncțiunii diodei astfel că expresia tensiunii pe diodă devine:

$$u_D = r_D \cdot i_D + \eta \cdot U_T \cdot \ln \frac{i_D + I_S}{I_S} \quad (2.5)$$

unde, r_D este rezistența zonelor neutre.

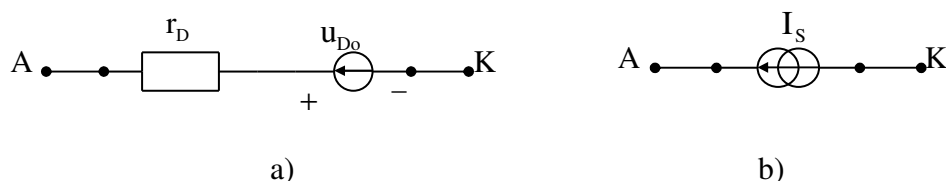
3.2 Modelele echivalente pentru dioda semiconductoare

3.2.1 Modelul de semnal mare

Regimul de semnal mare este regimul în care dioda trece în timpul funcționării circuitului de la blocare la conducție și invers, în condițiile unei amplitudini corespunzătoare a semnalului de intrare care să permită acest lucru.

Dioda are trei modele echivalente posibile:

- Modelul exact prezentat în figura 2.2.



- Fig.2.2. Modelul exact al diodei semiconductoare: a) în conducție directă și b) în stare blocată

unde, r_D este rezistența diferențială de semnal mare definită cu relația (2.6) și are valori tipice Ω -zeci de Ω :

$$r_D = (U_{Dmax} - U_{Dmin}) / (I_{Dmax} - I_{Dmin}) \quad (2.6)$$

Tensiunea $u_{D0} \cong 0,7V$ la siliciu și $0,2-0,3V$ la germaniu.

Cele două stări sunt prezentate în figura 2.3.

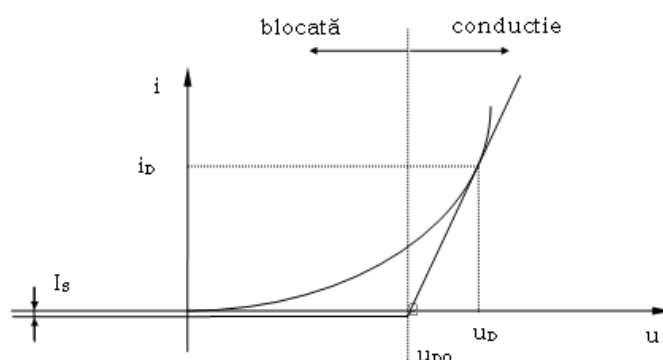


Fig.2.3. Reprezentarea grafică a stărilor diodei la modelul exact.

- Modelul aproximativ prezentat în figura 2.4.



Fig.2.4. Modelul aproximativ al diodei semiconductoare: a) în conducție directă și b) în stare blocată.

Cele două stări ale modelului aproximativ sunt prezentate în figura 2.5.

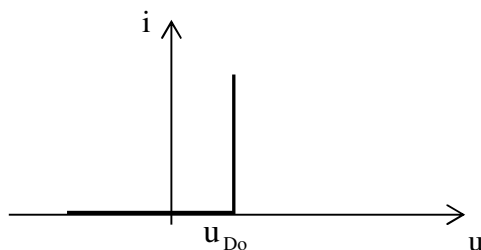


Fig.2.5. Reprezentarea grafică a stărilor diodei la modelul aproximativ.

- Modelul ideal prezentat în figura 2.6.

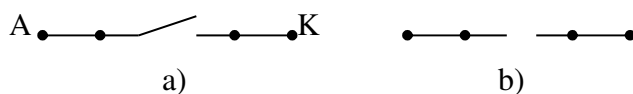


Fig.2.6. Modelul ideal al diodei semiconductoare: a) în conducție directă și b) în stare blocată.

Cele două stări ale modelului ideal sunt prezentate în figura 2.7:

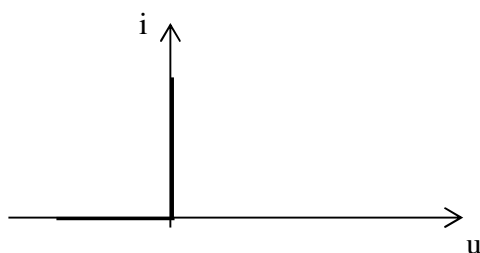


Fig.2.7. Reprezentarea grafică a stărilor diodei la modelul ideal.

3.2.2 Modelul de semnal mic

Regimul de semnal mic - este regimul asociat cu un punct static de funcționare definit de o pereche de valori I_D , U_D legate între ele prin ecuația diodei peste care se suprapune o variație de curent, respectiv de tensiune, de amplitudine mult mai mică decât valoarea continuă din punctul static de funcționare (PSF). Practic pentru a putea aproxima caracteristica diodei cu tangenta dusă la aceasta în PSF trebuie ca $u_D \leq U_T$.

Reprezentarea echivalentă a diodei este prezentată în figura 2.8:

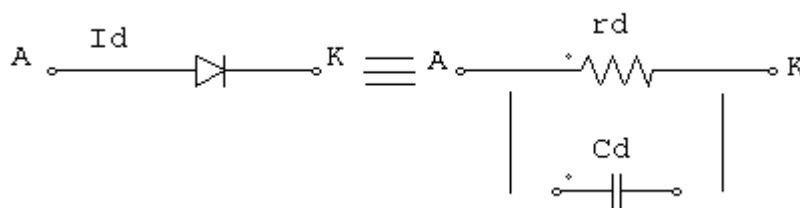


Fig.2.8. Reprezentarea echivalentă a diodei la modelul pentru semnal mic.

unde: - r_d este rezistența diferențială de semnal mic, $r_d = \frac{\eta \cdot U_T}{I_D}$ (2.7)

- I_D este curentul continuu din punctul static de funcționare al diodei

3.3 Punctul static de funcționare.

Diodele semiconductoare pot îndeplini în circuitele electronice mai multe funcții (redresare, detecție, limitare etc.), în multe din aceste situații fiind necesară stabilirea unui regim static de funcționare.

Pentru circuitul cu diodă din figura 2.9.a, punctul static de funcționare se determină prin rezolvarea sistemului de ecuații format din ecuația caracteristicii statice a diodei și ecuația dreptei statice de funcționare(2.9.b).

$$u_A = E - R \cdot i_A \quad (2.8)$$

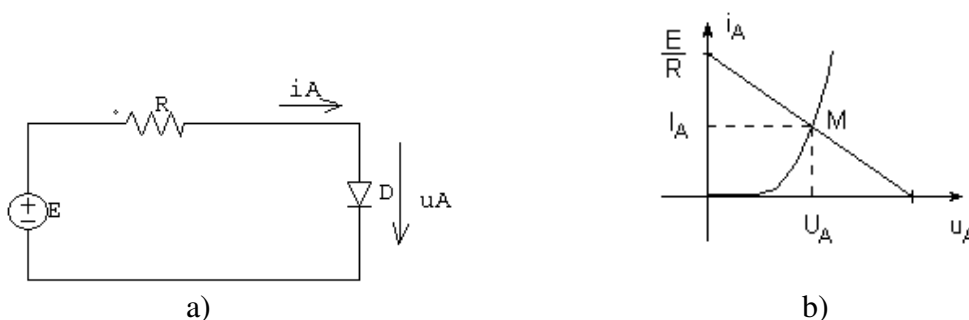


Fig.2.9.Determinarea punctului static de funcționare: a) circuitul cu diodă, b) reprezentarea grafică.

Punctul static de funcționare, M, are coordonatele $M(U_A, I_A)$, iar în acest punct de funcționare, dioda este caracterizată, din punct de vedere al semnalelor lent variabile, printr-o rezistență dinamică, determinată cu relația:

$$r_d = \frac{\eta \cdot U_T}{I_D} \quad (2.9)$$

Rezistența dinamică, r_d , se determina, experimental, prin calculul pantei caracteristicii statice în punctul static de funcționare, M, conform relației :

$$r_d = \frac{\Delta u_A}{\Delta i_A} \text{ (M)} \quad (2.10)$$

Dioda este un dispozitiv neliniar, graficul $I=f(V)$ evidențiind acest lucru. Panta tangentei la această curbă, în orice punct al ei reprezintă rezistența dinamică a diodei.

4. MODUL DE LUCRU

1. Pe placa EB-111 localizați circuitul care conține dioda D1 (stânga sus). Conectați miliampermetrul ca în figura 2.10.
2. Conectați voltmetrul ca în figura 2.10 pentru a măsura tensiunea pe diodă.

Polarizare directă

3. Ajustați din PS-1 tensiunea pe diodă de 0,2V.
4. Măsurați curentul prin circuit și treceți în tabelul 2.1..
5. Repetați etapele 3 și 4 pentru valorile din tabelul 2.1.

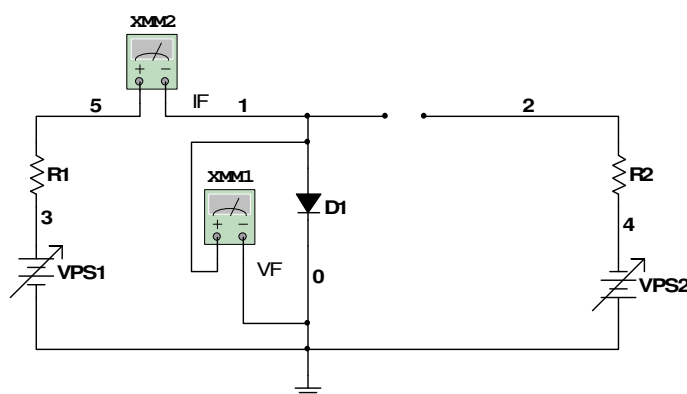


Fig. 2.10 Polarizarea directă a diodei

Tabelul 2.1. Curentul prin diodă.

V_F	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7	0,72	0,74	(V)
I_F													(mA)

6. Desenați graficul $I_F=f(V_F)$.

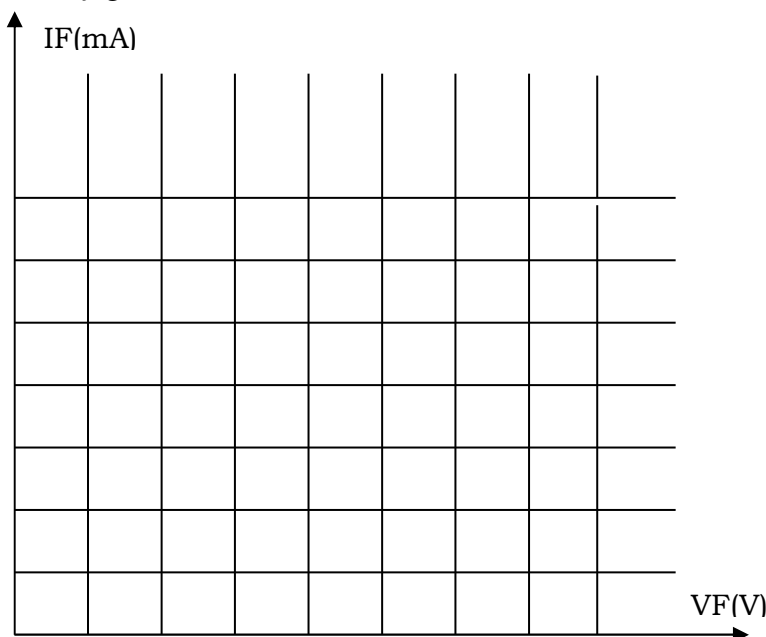


Fig. 2.11. Caracteristica diodei cu joncțiune la polarizare directă

Polarizare inversă

9. Modificați circuitul ca în figura 2.3.
10. Ajustați din PS-2 tensiunea sursei la 0V.
11. Măsurăți curentul în circuit pentru tensiunile din tabelul 2.2.

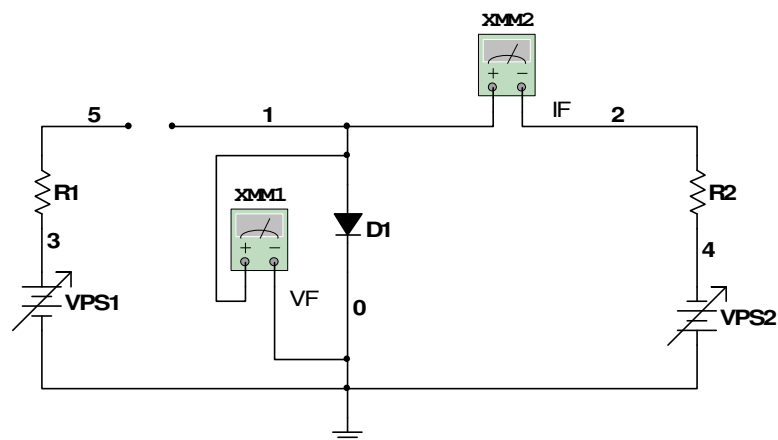


Fig. 2.12. Polarizarea inversă a diodei

Tabelul 2.2. Curentul invers prin diodă.

PS-2(V)	0	-1	-5	-10
I_F (μA)				

12. Desenați graficul pentru polarizare inversă în figura 2.13.

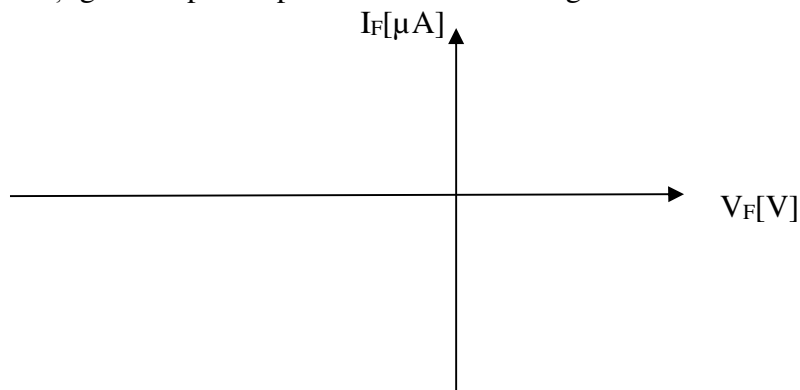


Fig.2.13.Caracteristica statică la polarizare inversă

13. Lansați programul MULTISIM.
14. Creați un proiect nou intitulat „L2- Dioda cu joncțiuni”. Atenție proiectul trebuie creat în directorul de lucru al echipei din care faceți parte(ex. EA1\Echipa1).
15. Realizați circuitele din figurile 2.10 și 2.12. și efectuați simulări pentru câte una din valorile din tabelele 2.1 și 2.2. Salvați rezultatele într-un fișier Word.