

Diode semiconductoare

1. Conținutul lucrării

Prezentarea diodelor semiconductoare; trasarea caracteristicilor statice ale unor tipuri de diode semiconductoare uzuale.

2. Aparatura necesară

Multimetru MF-35;	2 bucăți
Platforma de experimentare	P2

3. Considerații teoretice

3.1 Juncțiunea pn

Diodele semiconductoare sunt dispozitive electronice bazate pe o joncțiune pn căreia i se atașează două contacte ohmice (fig.1). În funcție de structura și de profilul de dopare cu impurități a domeniilor semiconductoare, rezultă o serie de proprietăți specifice ale joncțiunii pn. Aceste proprietăți stau la baza realizării unei game foarte variate de diode semiconductoare.

Materialele cu proprietăți semiconductoare au la temperatura de 0°K, banda de valență complet ocupată cu electroni, iar banda de conducție complet neocupată. Semiconductorii pot fi elemente chimice pure (Ge, Si) sau rezultă din combinații chimice (GaP, GaAs, PbS etc.). Semiconductorii fără impurități se numesc **semiconductori intrinseci**. În acești semiconductori, purtătorii de sarcină electrică sunt electronii din banda de conducție și golurile din banda de valență.

Semiconductorii care se obțin prin introducerea în rețeaua cristalină a germaniului, sau siliciului, chimic pur, a unor atomi străini se numesc **semiconductori extrinseci**, **dopați** sau **dotați** cu impurități.

În semiconductorii dopați cu impurități donoare (elemente pentavalente), transportul curentului este asigurat de electroni, semiconductorii numindu-se de **tip n**. În semiconductorii dopați cu impurități acceptoare (elemente trivalente) purtătorii de curent sunt golurile, semiconductorii numindu-se de **tip p**.

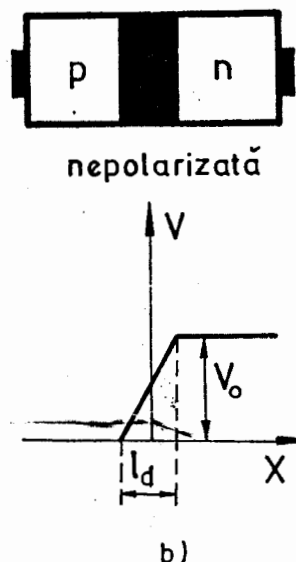


Fig. 1

Există metode tehnologice prin care, într-un singur monocristal (de Ge sau Si) se realizează regiuni semiconductoare de tip p și de tip n. Dacă la suprafața de separație, dintre o regiune de tip p și o regiune de tip n, variația distribuției impurităților și schimbarea tipului de conductibilitate, se face pe o distanță $l \geq 10^{-6} \text{m}$, se obține o joncțiune pn.

Polarizarea joncțiunii pn este posibilă, dacă acesteia i se atașează două contacte ohmice. Prin aplicarea unei tensiuni exterio-

oare, cu polaritatea pozitivă la regiunea de tip p și polaritatea negativă la domeniul n, joncțiunea pn este polarizată direct, fig. 2a. În acest caz, câmpul electric în regiunea de trecere scade, iar bariera de potențial se reduce. Prin joncțiune apare un curent direct, datorat componentelor de purtători majoritari de sarcină electrică, având același sens cu sensul convențional adoptat pentru (I_A). Dacă tensiunea exterioară V_A este aplicată cu polaritatea negativă pe domeniul p și cu polaritatea pozitivă pe domeniul n se spune că joncțiunea pn este polarizată invers (fig. 2b). În acest caz, bariera de potențial

crește la valoarea $V_0 + V_A$. Ca urmare, prin joncțiune circulă un curent datorat componentelor de purtători minoritari, de valoare neglijabilă, cu sens contrar sensului convențional adoptat.

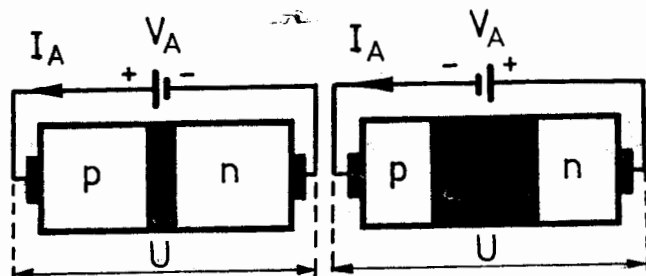
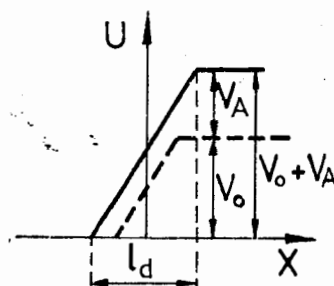
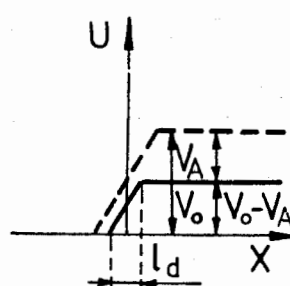


Fig. 2a

Fig. 2b



3.2. Tipuri de diode semiconductoare

Necesitățile practice diversificate au condus la apariția diferitelor tipuri de diode, dintre care sunt prezentate în continuare, câteva.

3.2.1. Dioda redresoare

Dioda redresoare utilizează proprietatea joncțiunii pn de a conduce, practic, numai atunci când este polarizată direct. Caracteristica statică reală a diodei redresoare, reprezentând dependența curentului anodic, I_A , de tensiunea anod-catod, V_{AK} , este prezentată în fig. 3. Se observă că la polarizarea directă, pentru valori ale tensiunii ce depășesc 0,2V la Ge și 0,6V la Si, curentul

crește rapid. La polarizarea inversă, pentru valori ale tensiunii mai mici decât tensiunea de străpungere, V_{str} , curentul este neglijabil. Dacă tensiunea inversă aplicată diodei depășește valoarea V_{str} , dioda pierde proprietatea de conducție unidirecțională (se străpunge, în general distructiv). Având în vedere diferențele foarte mari între comportarea diodei la polarizarea directă, res-

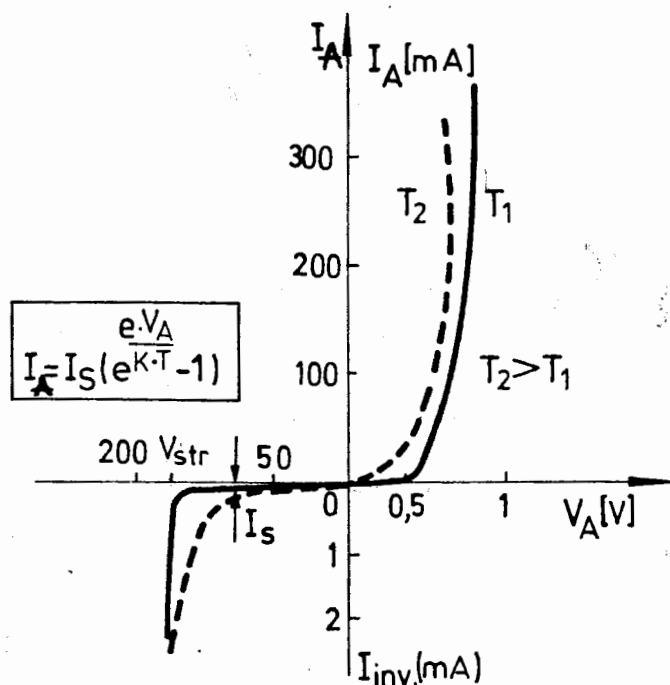


Fig. 3

pectiv inversă, o caracterizare aproximativă a acestora, (fig. 4a), este suficientă în multe aplicații.

3.2.2. Dioda cu contact punctiform

Dioda cu contact punctiform este constituită dintr-un cristal de Ge sau Si, de tip n, pe suprafața căruia se realizează un contact metalic din wolfram sau molibden. În jurul vârfului metalic se creează o regiune de tip p, deci apare o microjoncțiune de suprafață foarte mică (aprox. 10^{-4} mm²) și grosime redusă. O astfel de joncțiune prezintă o capacitate mică, de ordinul 0,1 pF, ceea ce face ca diodele cu contact punctiform să fie utilizate la frecvențe înalte

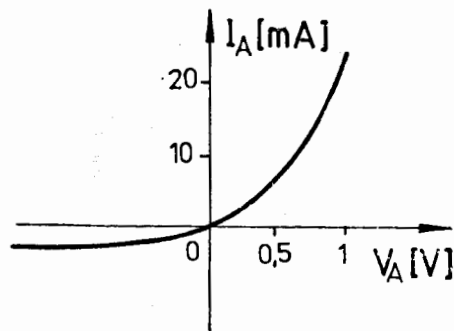


Fig. 5

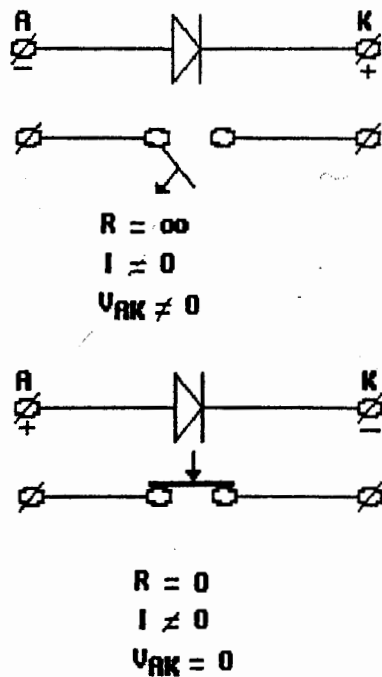


Fig. 4a

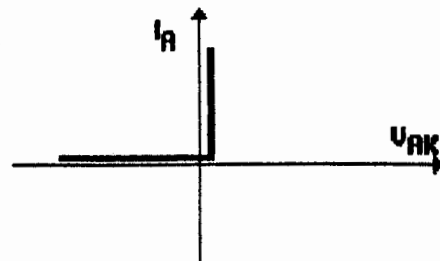


Fig. 4b

(la detecție, în circuitele de comutație). Caracteristica statică a diodei cu contact punctiform este prezentată în fig.5.

3.2.3. Fotodioda

Fotodioda este o joncțiune pn astfel realizată încât să facă posibilă incidența razelor de lumină în domeniul zonei de difuzie. Caracteristica statică a fotodiodei este prezentată în fig.6.

În regim de fotodioda, joncțiunea pn este polarizată invers. Incidența razelor de lumină în zona de difuzie formează perechi electron-goș, fapt ce determină o creștere a curentului invers. I_{inv} , care corespunde unui flux luminos incident nul, se numește **curent de întuneric**. Sensibilitatea fotodiodei se definește ca raportul între fotocurentul invers și iluminare :

$$S = \frac{I_{inv}}{E} \text{ } [\mu A / lx]$$

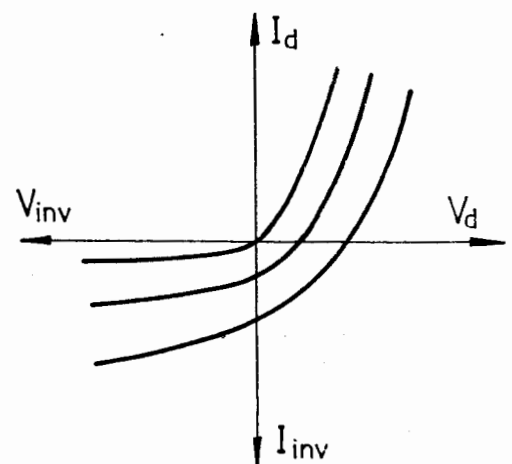


Fig. 6

Ea depinde de lungimea de undă a radiațiilor și este cuprinsă între $0,01 + 0,1 \mu A/lx$

3.2.4. Date de catalog

Principalii parametri de catalog ai diodelor redresoare sunt:

$I_{med} = I_0$ - curentul mediu redresat maxim, curentul ce depinde de puterea disipată admisibilă maximă, $P_{Dmax}(P_{tot})$ și
 $V_{invmax} = V_{RWM}$ - tensiunea inversă de vârf de lucru maximă.

Exemplu :

F107 - dioda redresoare cu Si, cu $I_0=0,75 A$ și $V_{RWM}=100 V$

F407 - dioda redresoare cu Si, cu $I_0=0,75 A$ și $V_{RWM}=800 V$

3.2.5. Verificarea diodelor cu ohmmetrul

Diodele în stare de funcționare prezintă o rezistență mică la polarizare directă și o rezistență mare la polarizare inversă. Diodele sunt străpunse când rezistențele măsurate în ambele sensuri sunt mici și întrerupte, dacă prezintă rezistențe foarte mari la măsurare, în ambele sensuri. Măsurătorile efectuate cu ohmmetrul servesc și la identificarea terminalelor în cazul în care nu există nici un marcaj pe dioda. Astfel, de exemplu, atunci când ohmmetrul indică o rezistență mică, borna negativă a ohmetrului este conectată la catodul diodei.

4. Desfășurarea lucrării

4.1. Verificarea diodelor cu ohmmetrul

Se identifică terminalele și se verifică cu ohmmetrul diodele redresoare EFR.136, respectiv F107.

4.2. Se execută montajul din figura 7. Se modifică tensiunea

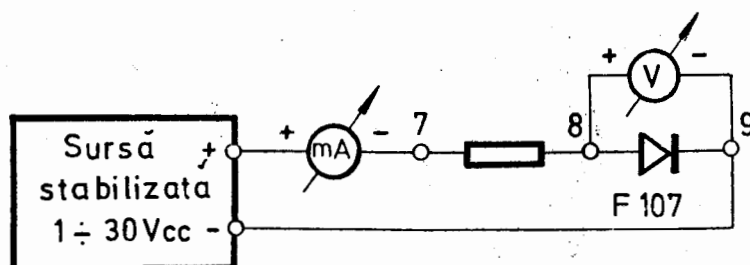


Fig. 7
sursei de alimentare, în așa fel încât să se obțină trepte de

maximum 0,1 V pentru tensiunea măsurată la bornele diodei. (Numărul punctelor determinate pe porțiunea inițială trebuie să permită trasarea caracteristicii). Se completează tabelul:

I [mA]	
U [V]	

Pe baza datelor din tabel se trasează caracteristica statică $I = f(U)$ a diodei, redresoare F107.

4.3. Se execută montajul din figura 8. Se procedează ca la

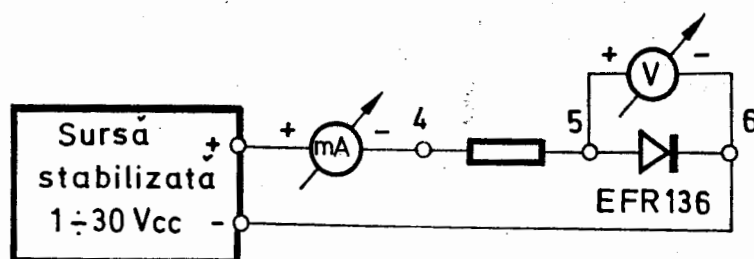


Fig. 8

punctul precedent. Se completează tabelul:

I [mA]	
U [V]	

Se trasează caracteristica statică a diodei, redresoare EFR136.

4.4. Se execută montajul din figură.

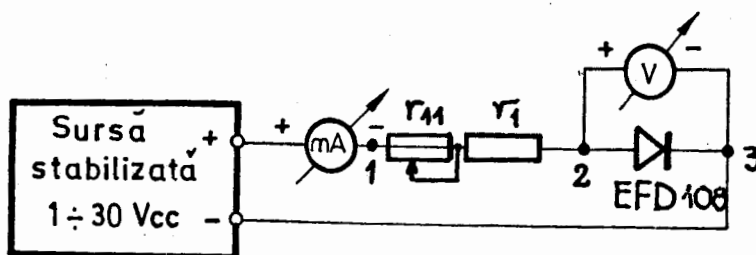


Fig.9

Se reglează tensiunea sursei la 1 V_{c.c.} și se rotește potențiometrul

r_{11} (de la minim spre maxim), pe parcurs făcându-se câteva citiri ale curentului și tensiunii pe diodă. Pe baza datelor obținute se trasează caracteristica $I=f(U)$ a diodei cu contact punctiform EFD 108.

5. Întrebări

1. Ce înțelegem prin polarizare directă sau inversă a unei diode?
2. Ce sunt purtătorii majoritari și cei minoritari ai unei diode?
3. Care dintre diodele studiate sunt cu Si și care cu Ge? Arătați cum se poate determina practic acest lucru?
4. Ce este o fotodiodă?