

Lucrarea 11

Dispozitive optoelectronice

1.Scopul lucrării

În lucrare se studiază caracteristicile statice pentru următoarele dispozitive optoelectronice: fotodioda, fototranzistorul, dioda luminescentă și optocuplorul.

2.Considerații teoretice

În general purtătorii apar într-un semiconductor datorită excitării electronilor din banda de valență sau de pe nivelele donoare și deplasarea acestora în banda de conducție. Dacă semiconductorul este iluminat apar purtătorii de sarcină suplimentari cu energie mai mare (purtători liberi). Deci iluminând un semiconductor concentrația purtătorilor liberi devine

$$n = n_0 + \Delta n$$

$$p = p_0 + \Delta p$$

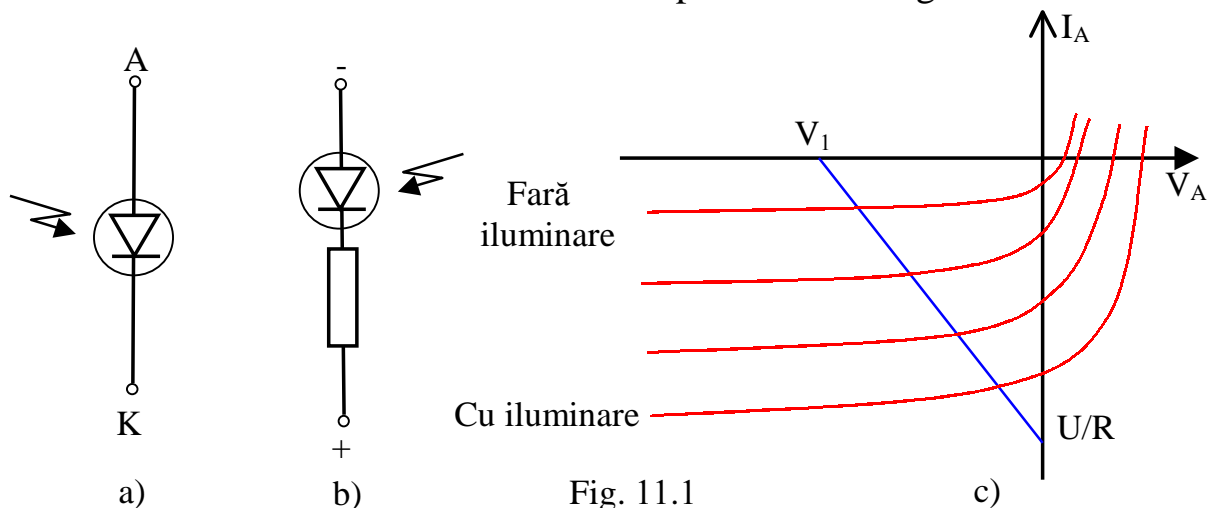
unde n_0, p_0 sunt concentrațiile de echilibru ale electronilor și golurilor, iar $\Delta n, \Delta p$ sunt concentrațiile electronilor și golurilor apărute ca urmare a injectiei optice.

Dispozitivele optoelectronice se împart în: dispozitive fotodetectoare, dispozitive fotoemitoare și modulatori optoelectronici.

Funcționarea dispozitivelor fotodetectoare se bazează pe absorbția radiației electromagnetice în corpul solid și generarea de purtători de sarcină prin efect fotoelectric. Efectul fotoelectric poate fi extern când purtătorii părăsesc materialul și intern când purtătorii se eliberează din rețeaua cristalină.

2.1 Fotodioda

Fotodioda este un dispozitiv optoelectronic realizat dintr-o joncțiune **pn** sau un contact metal-semiconductor polarizat invers, cu regiunea de trecere excitată de un flux luminos. Simbolul, modul de polarizare și caracteristicile statice ale fotodiodei sunt prezentate în fig. 11.1.



Caracteristica curent-tensiune reprezintă cele trei zone în care poate funcționa fotodioda:

-cadranul trei, în regim de polarizare inversă externă sau regim de fotodiodă în care curentul este proporțional cu iluminarea.

-cadranul patru, în regim de polarizare exterioară nulă sau regimul de fotoelement, în care prin fotodiodă circulă un curent dependent de fluxul luminos incident.

-cadranul unu adică polarizare directă în care fotodioda se comportă ca o joncțiune pn normală.

Parametrii specifici unei fotodiode sunt:

-curentul de întineric I_{L0} , este curentul prin fotodiodă la iluminare nulă;

-tensiunea inversă maximă $V_{R\max}$, este tensiunea inversă maximă ce o poate suporta fotodioda fără să apară multiplicarea curentului în avalanșă:

-rezistența dinamică la polarizare inversă $R_D = \frac{dU_A}{dI_A}$

-sensibilitatea integrală ce se poate defini astfel $S_\Phi = \frac{\Delta I_L}{\Delta \Phi} [\mu A / lm]$ sau

$S_E = \frac{\Delta I_L}{\Delta E} [\mu A / lx]$ și reprezintă variația curentului la o variație a fluxului luminos sau a iluminării.

2.2 Fototranzistorul

Fototranzistorul este un dispozitiv optoelectronic realizat pe o structură de tranzistor, a cărui comandă se realizează pe cale optică de către un flux luminos ce cade pe regiunea bazei sau pe oricare altă regiune (emitor sau colector).

Pentru cazul în care comanda se realizează în bază fototranzistorul are simbolul și caracteristicile statice de ieșire date în figura 11.2:

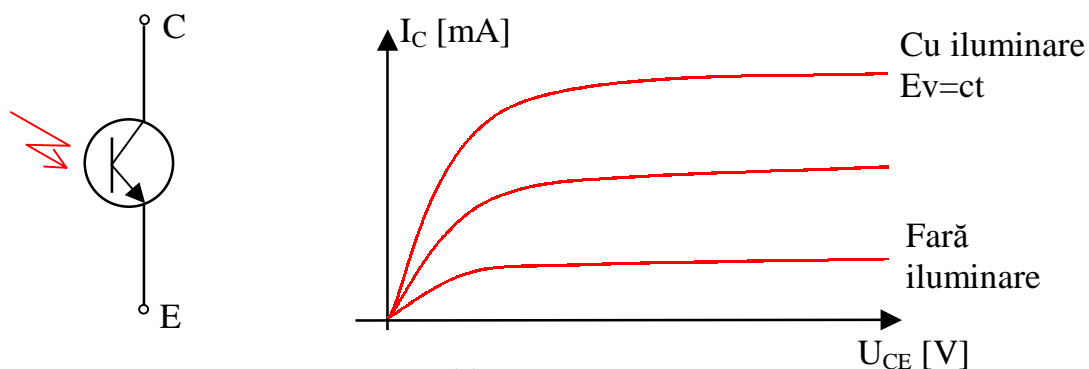


Fig. 11.2

Sensibilitatea integrală a fototranzistorului este mai mare ca la fotodiode datorită amplificării în curent β . Parametrii fototranzistoarelor se aseamănă cu ai fotodiodelor și ai tranzistoarelor obișnuite.

2.3 Dioda luminiscentă

Este un dispozitiv fotoemițător fiind realizată dintr-o joncțiune pn de construcție specială, care emite radiație luminoasă pe seama energiei rezultate din recombinarea purtătorilor de sarcină. Ea se polarizează direct, emițând o lumină în spectrul vizibil, ce depinde de materialul semiconductorului utilizat și natura impurităților. Se realizează de obicei din GaP cu impurități de Zn (roșu) sau N(verde). Simbolul, caracteristica curent-tensiune și caracteristica spectrală sunt prezentate în figura 11.3

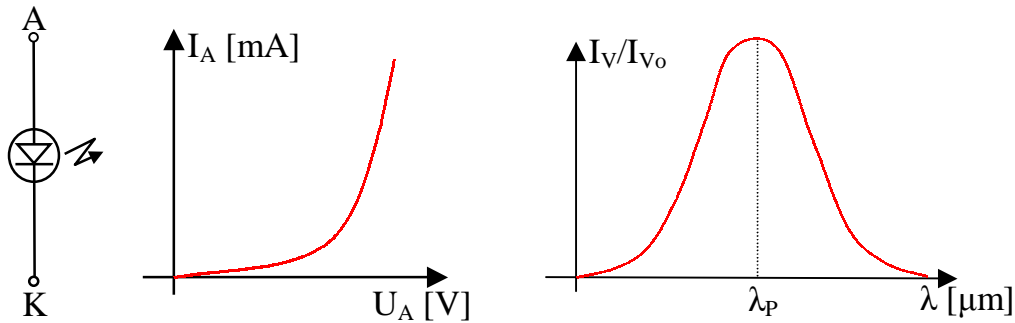


Fig.11.3

Parametrii specifici unei diode luminiscente sunt:

- intensitatea luminoasă emisă la un anumit curent direct
- lungimea de undă la intensitate luminoasă maximă λ_p ;

2.4 Optocuplorul

Optocuplorul este un dispozitiv optoelectronic obținut prin cuplarea optică a unui fotoemițător și a unui fotodetector. Cu ajutorul lui se poate realiza transferul unei comenzi cu izolare galvanică foarte bună între intrare și ieșire. Cele mai utilizate optocuploare sunt realizate prin cuplare LED – fototranzistor. Simbolul unui optocuplor împreună cu caracteristica de transfer $I_C = f(I_F)$ sunt prezentate în figura 11.4.

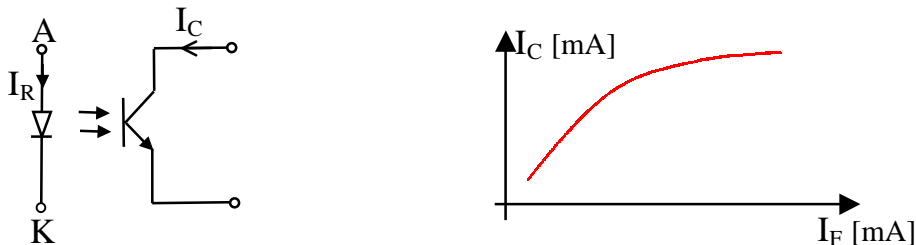


Fig. 11.4

3.Desfășurarea lucrării

3.1. Se realizează montajul din figura 11.5 pentru a determina curentul de întineric I_{Lo} , tensiunea inversă maximă precum și pentru a trasa caracteristicile curent-tensiune.

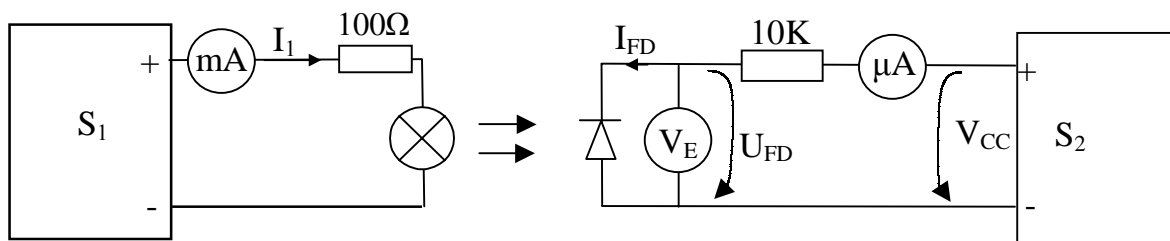


Fig.11.5

Unde: S1,S2 -surse de tensiune continuă reglabilă
 V_E -voltmetru electronic

- a) Se acoperă fotodiodea pentru a nu fi iluminată și se completează tabelul 11.1:

Tabelul 11.1

V_{CC} [V]	1	3	5	8	10
I_{FD} [μA]					
U_{FD} [V]					

- b) Pentru determinarea U_{Rmax} se reglează $I_1=10mA$ și se modifică V_{CC} din sursa S_2 în pași de 1V până se obține o instabilitate a I_{FD} .
 Valoarea U_{FD} în acest caz reprezintă V_{Rmax} .
- c) Pentru diferite valori ale curentului I_1 se trasează caracteristica fotodiodei în cadranul trei al planului curent-tensiune prin modificarea valorii V_{CC} și completarea tabelului 11.2

Tabelul 11.2

I_1 [mA]	U_{FD} [V]	0..... V_{Rmax} .
	I_{FD} [mA]	
	I_{FD} [mA]	
	I_{FD} [mA]	

3.2 Pentru studiul unui fototranzistor se realizează montajul din figura 11.6.

Pentru diferite valori ale tensiunii I_1 se trasează caracteristicile de ieșire ale fototranzistorului prin modificarea V_{CE} și completarea tabelului 11.3

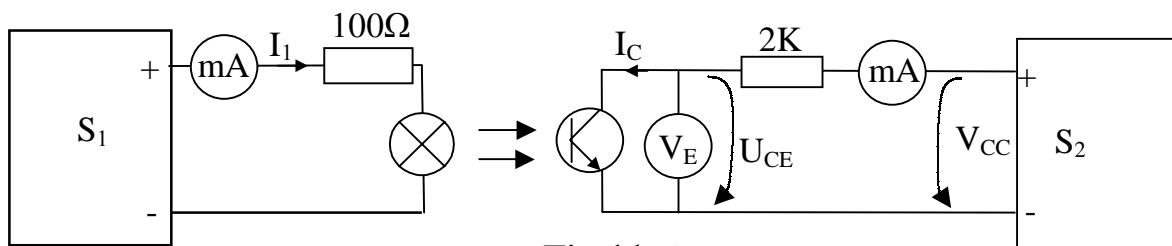


Fig.11.6

Tabelul 11.3

I_S [mA]	V_{CE} [V]	0	1	2	3	5	8	10
	I_C [mA]							
	I_C [mA]							
	I_C [mA]							
	I_C [mA]							

3.3 Se studiază funcționarea unei diode luminescente realizând montajul din figura 11.7:

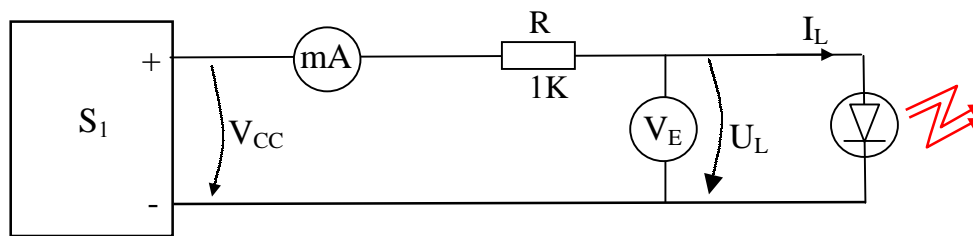


Fig.7

Se modifică curentul prin LED și se măsoară tensiunea la bornele sale completând tabelul 11.4

Tabelul 11.4

I_L [mA]	1	2	3	5	8	10	12	15	20
U_L [V]									

3.4 Se execută montajul din figura 11.8 pentru ridicarea caracteristicii de transfer $I_C=f(I_F)$ a unui cuplaj optic

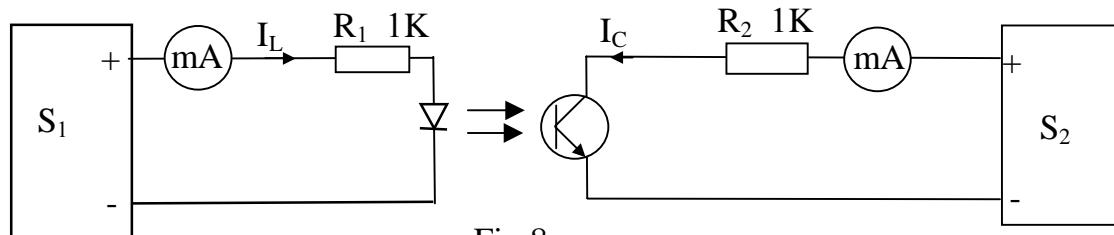


Fig.8

Se reglează sursa S_2 la 12V .Se modifică curentul prin elementul emițător (LED) și se măsoară curentul prin fototranzistor completându-se tabelul 11.4:

Tabelul 11.4

I_L [mA]	1	2	3	5	8	10	12	15	20
I_C [mA]									

4. Conținutul referatului

4.1 Schemele montajelor folosite pentru ridicarea caracteristicilor dispozitivelor optoelectronice studiate.

4.2 Caracteristicile specifice fiecărui dispozitiv studiat.