

Lucrarea 4

Dioda luminiscentă și dioda varicap

1. Scopul lucrării

În cadrul lucrării se studiază caracteristicile statice pentru următoarele dispozitive semiconductoare: dioda luminiscentă (LED) și dioda varicap.

2. Considerații teoretice

2.1 Dioda luminiscentă (LED) este un dispozitiv fotoemitor, fiind realizat 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 în funcție de intensitatea curentului ce trece prin ea. Spectrul radiației emise depinde de materialul semiconductor utilizat și de natura impurităților. Se realizează de obicei din **GaP** cu impurități de **Zn (LED roșu)** sau impurități de **N (LED verde)**.

2.2 Dioda varicap este o diodă a cărei joncțiune funcționează în polarizare inversă până la valoarea de străpungere. Ea utilizează proprietatea joncțiunii **pn** de a se comporta ca o capacitate (capacitate de barieră) dependentă de tensiunea de polarizare inversă.

Separarea sarcinilor electrice în zona stratului de baraj determină apariția unei capacități electrice a joncțiunii **pn** calculabilă după relația condensatorului plan:

$$C = \frac{\epsilon S}{X_b}$$

unde: ϵ – permitivitatea electrică a materialului semiconductor;

S – aria joncțiunii;

X_b – grosimea stratului de baraj;

$$X_b(\pm U) = \sqrt{\frac{2\epsilon_0\epsilon_r}{q} \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D} \right)} (V_b \mp U)$$

unde: N_A, N_D – concentrația impurităților acceptoare respectiv donoare;

V_b – diferența internă de potențial de contact (potențial de difuzie);

U – tensiunea aplicată joncțiunii.

La tensiuni inverse $U < 0$ aplicate joncțiunii **pn** abrupte, capacitatea stratului de barieră este :

$$C_b = \frac{C_{0b}}{\left(1 - \frac{U}{V_b}\right)^n} \quad \text{unde } n = \frac{1}{2}$$

Pentru alte profile de impurificare a joncțiunii coeficientul n are alte valori (Ex: $n=1/3$ pentru joncțiunea liniar gradată).

Această posibilitate de a modifica capacitatea într-un circuit prin modificarea unei surse de polarizare e utilă în anumite aplicații, ca de exemplu oscilatoare, modulatori, etc.

Diodele varicap cu capacitate de ordinul pF sau zecilor de pF se construiesc mai ales din siliciu pentru a avea o rezistență internă cât mai mare în polarizare inversă.

Simbolul diodei varicap precum și variația capacității cu tensiunea de polarizare sunt redată în fig.4.1.

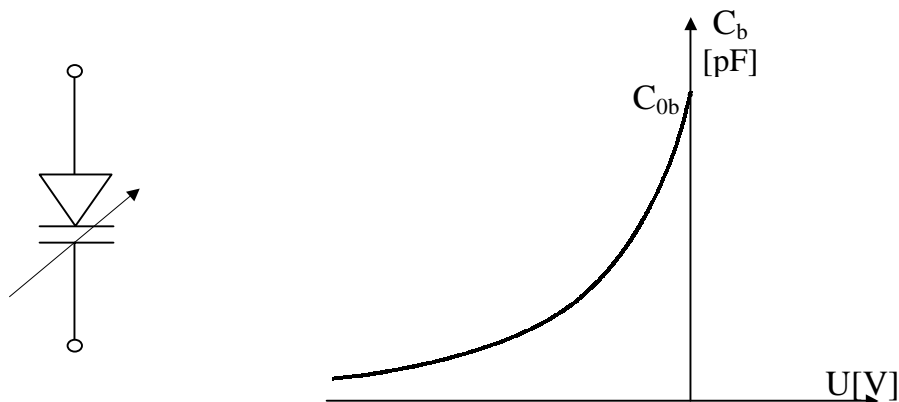


Fig.4.1

3. Desfășurarea lucrării

3.1. Se ridică caracteristica $I_D=f(U_D)$ la două LED-uri diferite și se marchează valoarea minimă a curentului I_D la care LED-ul produce un efect luminos vizibil. Pentru aceasta se realizează montajul din figura 4.2

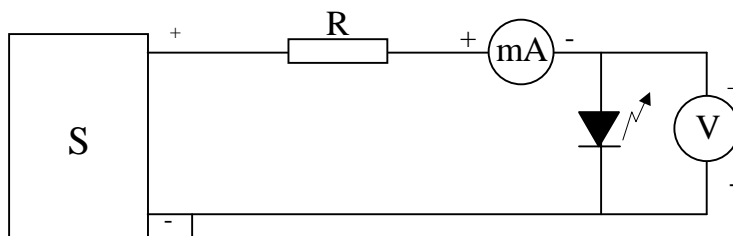


Fig.4.2.

Se modifică tensiunea sursei de alimentare completându-se tabelul 4.1

Tabelul 4.1

I [mA]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
U [V] LED roșu											
U [V] LED verde											

Caracteristicile $I=f(U)$ ale ambelor LED-uri se reprezintă pe același grafic.

3.2. Ridicarea caracteristicii capacitate tensiune la o diodă varicap.

Capacitatea se va măsura direct cu ajutorul unei punți pentru măsurarea capacităților și indirect determinându-se frecvența unui oscilator LC de tip Colpetts.

- a) Măsurarea capacităților cu puntea capacitivă. Se realizează montajul din fig 4.3

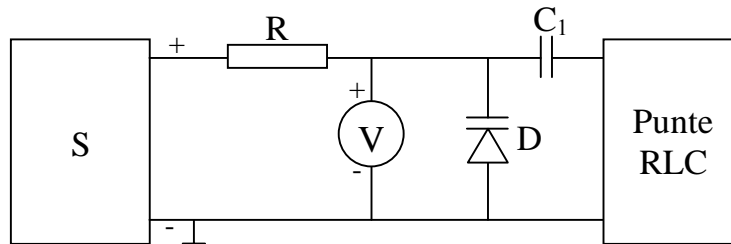


Fig.4.3.

C_1 are rolul de a opri tensiunea continuă de polarizare a diodei varicap să ajungă la puntea de măsură.

Se modifica tensiunea de polarizare a diodei varicap completându-se tabelul 4.2:

Tabelul 4.2

U[V]	0	1	3	5	8	10	15	20	25	30
C[pF]										

Dioda varicap se realizează prin punerea în paralel a 4 diode varicap pentru mărirea capacității totale echivalente.

$$\text{În cazul de față: } \frac{1}{C} = \frac{1}{4C_b} + \frac{1}{C_1}$$

$$\text{Dacă avem } C_1 \gg C_{b \max} \Rightarrow C \approx 4C_b$$

- b) Măsurarea capacității prin metode indirecte:

- capacitatea se măsoară indirect determinându-se frecvența unui oscilator LC de tip Colpetts;
- frecvența se măsoară cu frecvențmetrul numeric.

Se folosește montajul din figura 4.4:

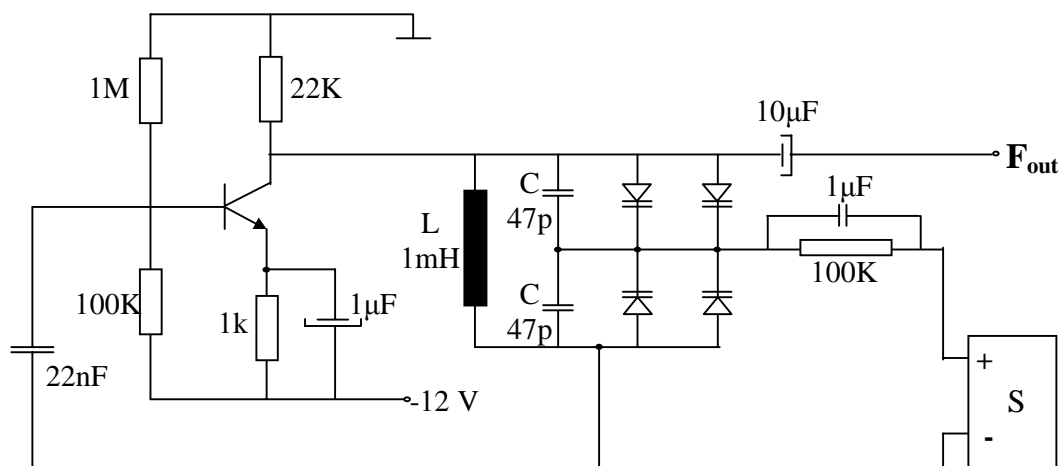


Fig.4.4

Circuitul oscilant echivalent este următorul:

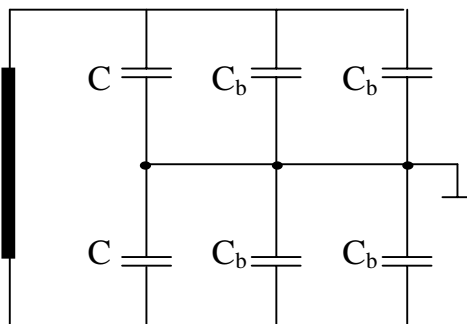


Fig.4.5.

$$C_{ech} = \frac{C}{2} + C_b$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{ech}}} \Rightarrow C_{ech} = \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

Se introduc în circuit doar condensatorii C și se calculează inductanța L

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C_{ech}}$$

Se introduc apoi în circuit diodele varicap. Se modifică tensiunea de polarizare a acestora și se măsoară frecvența de oscilație calculându-se apoi capacitățile diodei varicap (C_b). Pentru aceasta se va completa tabelul 4.3

Tabelul 4.3

U[V]	0	1	2	3	5	8	10	15	20	25	30
F[MHz]											
C_b [pF]											

Pentru ambele variante de măsurare a capacității se ridică caracteristica $C=f(U)$. De asemenea se calculează:

$$C_{b0} = C_b|_{U=0}$$

$$V_b - \text{din condiția } C_b = \frac{C_{b0}}{\left(1 - \frac{U}{V_b}\right)^n} \bigg|_{U=U_{\max}}$$

4. Conținutul referatului

- schemele montajelor folosite;
- caracteristicile $C=f(U)$ pentru dioda varicap;
- caracteristicile $I=f(U)$ ale diodelor LED.