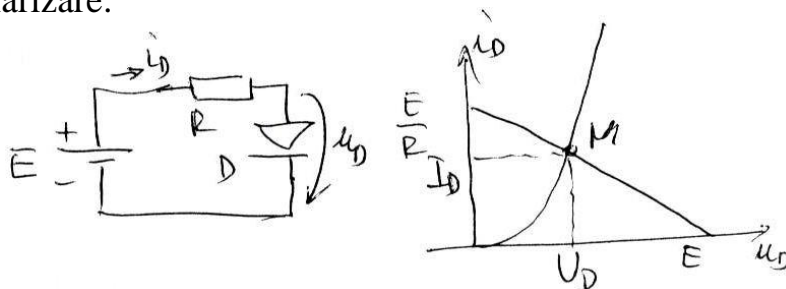


## 4. Regimul dinamic al joncțiunii pn

Circuit de polarizare:

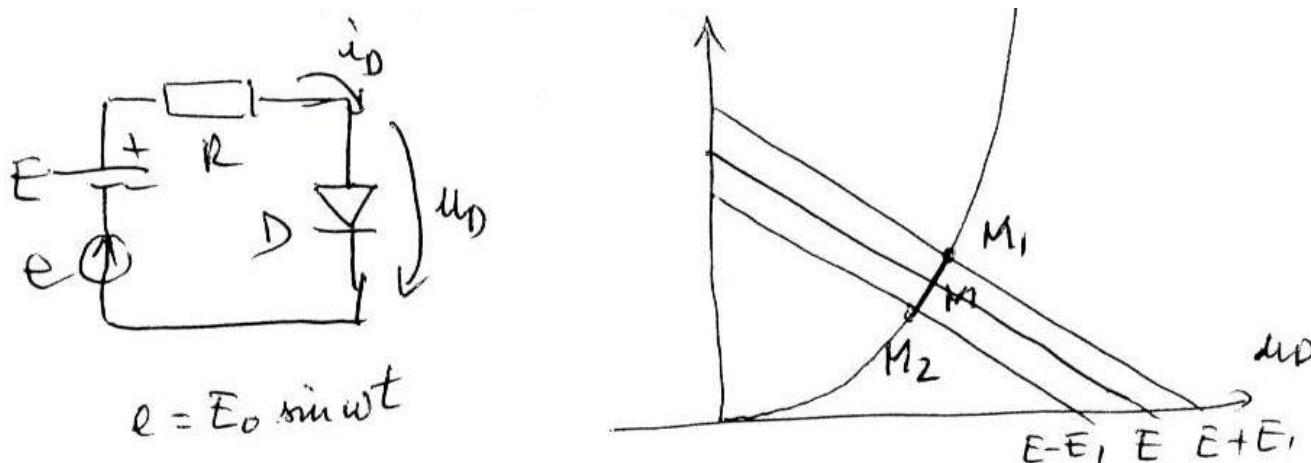


Determinarea PSF:  $(U_D, I_D)$

Ecuatii:  $E = Ri_D + u_D$  dreapta de funcționare statică  $\rightarrow$  PSF

$$i_D = i_D(u_D) \quad M(I_D, U_D)$$

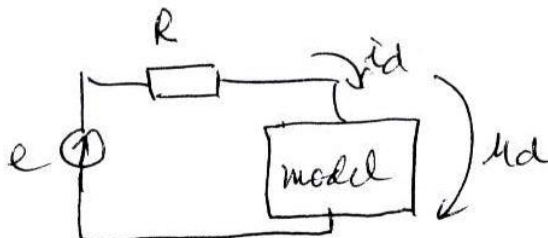
Regimul dinamic se aplică peste regimul de curent continuu. Punctul de funcționare se deplasează în jurul PSF iar pentru semnale variabile suficient de mici, comportarea diodei poate fi considerată liniară.



Este necesar un *model* (o *schema echivalentă*) valabil pentru regimul dinamic și anume pentru determinarea curentului prin circuit și a tensiunii la bornele diodei.

a) la frecvențe joase – se pot neglija fenomenele reactive și modelul va fi caracterizat printr-o **rezistență dinamică**.

Fie: 
$$\begin{cases} u_D = U_D + u_d \\ i_D = I_D + i_d \end{cases} \quad \text{componente PSF și componente variabile;}$$



$$\begin{aligned}
 i_D &= I_0 \left( e^{\frac{qu_D}{kT}} - 1 \right) = I_0 \left( e^{\frac{q(U_D + u_d)}{kT}} - 1 \right) = I_0 \left( e^{\frac{qU_D}{kT}} e^{\frac{qu_d}{kT}} - 1 \right) = \\
 &= I_0 \left( e^{\frac{qU_D}{kT}} \left( 1 + \frac{qu_d}{kT} \right) - 1 \right) = I_0 \left( e^{\frac{qU_D}{kT}} - 1 \right) + I_0 \frac{qu_d}{kT} e^{\frac{qU_D}{kT}}
 \end{aligned}$$

Rezultă:  $i_d = I_0 \frac{qu_d}{kT} e^{\frac{qU_D}{kT}}$

rezistența dinamică:  $r_d = \frac{u_d}{i_d} = \frac{kT}{q} \frac{1}{I_0 e^{\frac{qU_D}{kT}}} = \frac{kT}{q(I_D + I_0)}$

La polarizare directă:  $U_D > 0, \quad U_D \gg \frac{kT}{q} = 0,026 \text{ V}$

$$r_d = \frac{kT}{q(I_D + I_0)} \cong \frac{kT}{qI_D} = \frac{v_T}{I_D}$$

$$r_d = \frac{v_T}{I_D} = \frac{26}{I_D}; \quad [\Omega] = \frac{[mV]}{[mA]} \text{ (zeci de ohmi)}$$

La polarizare inversă:  $U_D < 0, \quad |U_D| \gg \frac{kT}{q}$

$$r_f = \frac{kT}{qI_0} \quad \text{foarte mare (megaohmi)}$$

b) la frecvențe înalte apar elemente capacitive:

- datorită sarcinilor fixe din regiunea de trecere
- datorită sarcinilor mobile din zonele în care are loc difuzia de purtători de sarcină

### **capacitatea de barieră**

$$C_b = \frac{C_{b0}}{\sqrt{1 - \frac{U_D}{U_0}}}; \quad C_{b0} = \frac{qN_a A \frac{n_n}{n_n + p_p} l_0}{2U_0}$$

- $C_{b0}$  este proporțional cu aria joncțiunii;
- În funcție de profilul de impurități se obțin relații de forma:

$$C_b = \frac{C_{b0}}{\left(1 - \frac{u_D}{U_0}\right)^m} \quad \text{cu } m \text{ având valori cuprinse între } 0,3 \text{ și } 0,5.$$

De regulă, are efect negativ (întârzie răspunsul la frecvențe înalte)  
Se folosește sub forma de *diodă Varicap*.

### ***capacitatea de difuzie***

Este determinată de surplusul de sarcină obținut prin difuzie:

Capacitatea totală de difuzie:

$$C_d = \frac{Aq^2(p_n L_p + n_p L_n)}{kT} e^{\frac{qU_D}{kT}} = ct \cdot I_D \quad (\text{din PSF}).$$

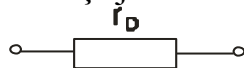
$$C_d = \frac{q}{kT} \tau_p I_D$$

Capacitatea de difuzie este proporțională cu curentul direct prin diodă.

Capacitatea de difuzie este mai importantă decât capacitatea de barieră în conducție directă și este neglijabilă la polarizarea inversă a diodei.

### **Modele simplificate:**

- la frecvență joasă:



- la blocare:



- la conducție cu tensiuni directe mici

