

5. Modelul Early:

Condiții: semnale variabile mici;
regim staționar.

a) circuitul de intrare

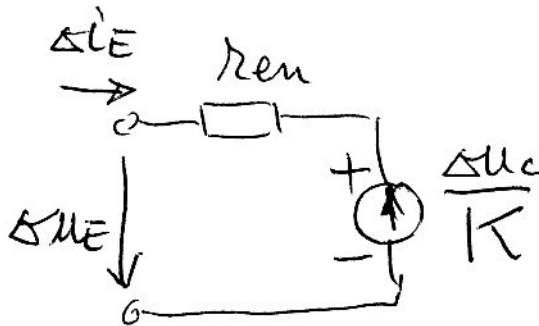
$$i_E = i_E(u_E, u_C)$$

Se diferențiază în jurul unui PSF, $M(U_E, U_C, I_E, I_C)$

$$\Delta i_E = \left. \frac{\partial i_E}{\partial u_E} \right|_M \Delta u_E + \left. \frac{\partial i_E}{\partial u_C} \right|_M \Delta u_C$$

$$\Delta u_E = \frac{1}{\left. \frac{\partial i_E}{\partial u_E} \right|_M} \Delta i_E + \frac{1}{-\left. \frac{\partial i_E}{\partial u_C} \right|_M} \Delta u_C = r_{en} \Delta i_E + \frac{\Delta u_C}{K}$$

Se desenează sub forma unui circuit electric:



Observații:

- r_{en} : rezistența naturală a emitorului:

$$i_E = A \frac{q D_p p_n}{w} e^{\frac{q u_E}{kT}} \quad \left(\text{pentru RAN: } u_C < 0, \left| u_C \right| \gg \frac{kT}{q} \right)$$

$$\left. \frac{\partial i_E}{\partial u_E} \right|_M = A \frac{q D_p p_n}{w} \frac{q}{kT} e^{\frac{q u_E}{kT}} \bigg|_M = \frac{q}{kT} I_E \quad \text{Rezultă:}$$

$$r_{en} = \frac{1}{\left(\frac{\partial i_E}{\partial u_E} \right)_M} = \frac{kT}{q} \frac{1}{I_E} = \frac{0,026}{I_E} \quad (\text{valoare mică})$$

- K : coeficientul de modulație a grosimii bazei:

$$K = - \frac{\left. \frac{\partial i_E}{\partial u_E} \right|_M}{\left. \frac{\partial i_E}{\partial u_C} \right|_M} = - \frac{\frac{qI_E}{kT}}{- \frac{1}{w} \left. \frac{\partial w}{\partial u_C} \right|_M I_E} = \frac{1}{\frac{kT}{q} \frac{1}{w} \left. \frac{\partial w}{\partial u_C} \right|_M}$$

(reprezintă influența ieșirii asupra intrării prin intermediul grosimii efective a bazei – reacția internă în tranzistor).

Valori tipice pentru K : $10^3 \div 10^5$.

b) circuitul de ieșire

Relația:

$$i_C = \alpha_0 i_E + i_{c0} = \alpha_0(i_E, u_C) i_E + i_{c0}(u_C)$$

Se diferențiază:

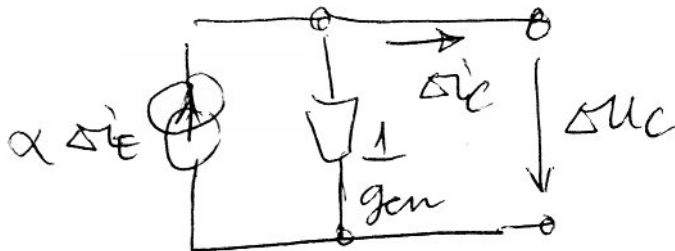
$$\Delta i_C = \alpha_0 \Delta i_E + \left(i_E \frac{\partial \alpha_0}{\partial i_E} \right)_M \Delta i_E + \left(i_E \frac{\partial \alpha_0}{\partial u_C} \right)_M \Delta u_C + \left. \frac{\partial i_{c0}}{\partial u_C} \right|_M \Delta u_C$$

$$\Delta i_C = \left[\alpha_0 + \left(i_E \frac{\partial \alpha_0}{\partial i_E} \right)_M \right] \Delta i_E + \left[\left(i_E \frac{\partial \alpha_0}{\partial u_C} \right)_M + \left. \frac{\partial i_{c0}}{\partial u_C} \right|_M \right] \Delta u_C$$

Se poate scrie sub forma:

$$\Delta i_C = \alpha \Delta i_E - g_{cn} \Delta u_C$$

Se desenează sub forma unui circuit electric:

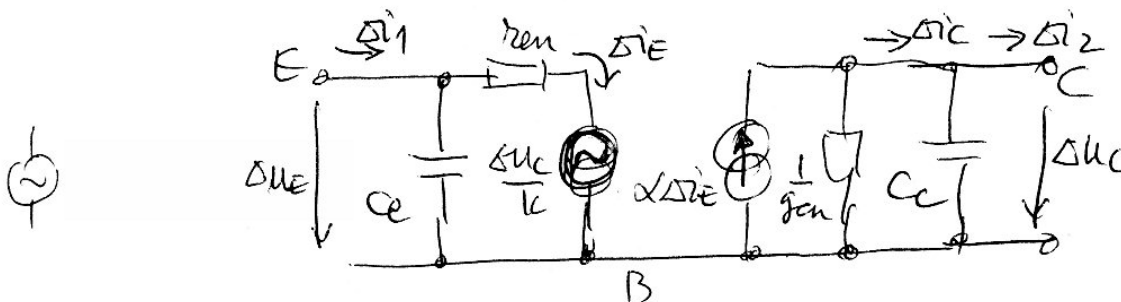


Observații:

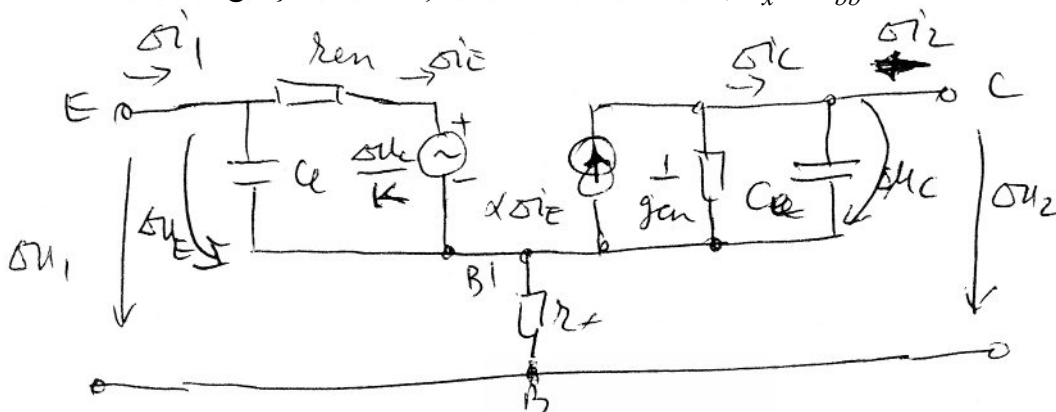
- α factor de amplificare în curent în conexiunea BC
- g_{cn} conductanța naturală a emitorului – dependența de PSF:

Se obțin valori mici pentru conductanța naturală a emitorului - $10^{-6} - 10^{-7} S$ - ceea ce conferă TBIP caracterul de generator de curent și în regim dinamic.

Pentru semnale rapid variabile, intervin elementele capacitive:



Se adaugă și rezistența distribuită a bazei, $r_x = r_{bb'}$:



Pentru circuitul Early elementele de circuit depind și de frecvență, ceea ce face dificilă utilizarea lui.

Capacitățile tranzistorului

La joncțiunea emitor-bază – polarizată direct – capacitatea de difuzie este mai importantă decât capacitatea de barieră; la joncțiunea colector bază – polarizată direct – contează ambele componente, mai importantă fiind, totuși, capacitatea de barieră.

$$C_e = C_{de} + C_{be} \quad C_c = C_{dc} + C_{bc}$$