

Seminar 6

S6 ANALIZA ÎN REGIM DINAMIC A SCHEMELOR ELECTRONICE CU REACȚIE

S6.1 Noțiuni teoretice generale de teoria triporților

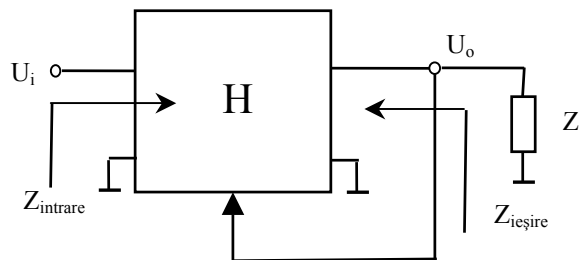


Fig. 6.1

În figura 6.1 este prezentat modelul unui circuit electronic cu reacție de tensiune la ieșire (paralel). Vom presupune că acest model diport reprezintă deja schema de regim dinamic echivalentă a unui circuit cu reacție. Amplificarea de tensiune a diportului cu reacție este:

$$A_U(Z_S) = \frac{u_o}{u_i}$$

În urma ruperii buclei se obține un circuit de tip triport (fig. 6.2) cu două intrări și o ieșire. Prin încărcarea ieșirii cu valoarea impedanței de intrare pe calea de reacție $h_{11\beta}$, semnalul U_o de la ieșire simte aceeași sarcină.

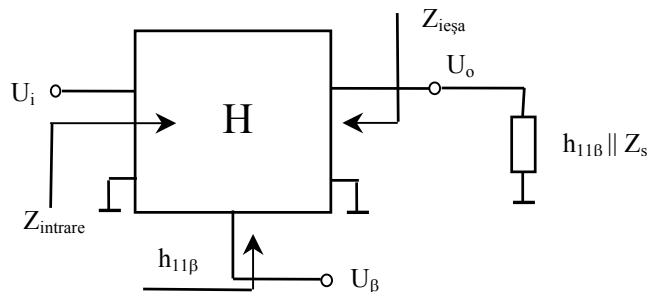


Fig. 6.2

Pentru triportul din figura 6.2, mărimea u_o de la ieșire poate fi exprimată folosind metoda superpoziției:

$$u_o = u_o(u_i)|_{U_\beta=0} + u_o(u_\beta)|_{U_i=0} = A_a(h_{11\beta} || Z_S) \cdot u_i + A_\beta(h_{11\beta} || Z_S) \cdot u_\beta$$

Dacă punem la masă pe rând una din cele trei borne se vor obține trei diporturi.

1) $u_i = 0$. Diportul Q_β poartă de reacție – poartă de ieșire

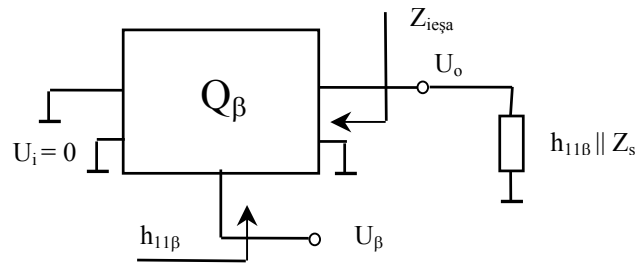


Fig. 6.3

La acest diport vom determina:

- impedanța de intrare $h_{11\beta} = \left. \frac{u_\beta}{i_\beta} \right|_{\substack{u_i=0 \\ u_o=0}}$
- amplificarea pe calea de reacție $A_\beta (h_{11\beta} || Z_s) = \left. \frac{u_o}{u_\beta} \right|_{u_i=0}$

2) $u_\beta = 0$. Diportul Q_a poartă de semnal – poartă de ieșire

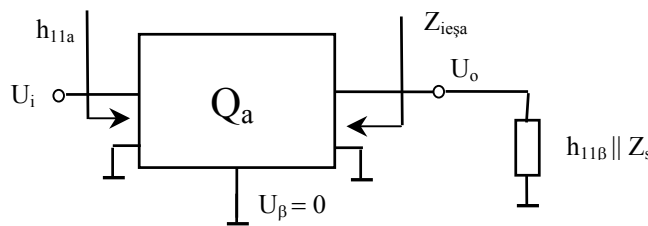


Fig. 6.4

La acest diport vom determina:

- impedanța de intrare $h_{11a} = \left. \frac{u_i}{i_i} \right|_{\substack{u_\beta=0 \\ u_o=0}}$ și impedanța de ieșire $Z_{ies_a} = \left. \frac{u_o}{i_o} \right|_{\substack{u_\beta=0 \\ u_i=0}}$
- amplificarea fără reacție $A_a (h_{11\beta} || Z_s) = \left. \frac{u_o}{u_i} \right|_{u_\beta=0}$

3) $u_o = 0$. Diportul Q^* poartă de semnal – poartă de reacție

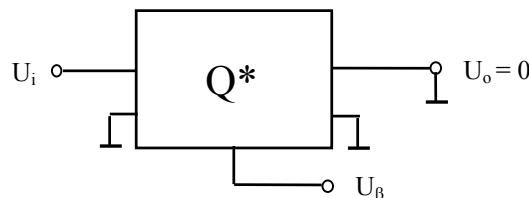


Fig. 6.5

La acest diport vom determina:

- transferul invers de tensiune $h_{12}^* = \left. \frac{u_i}{u_\beta} \right|_{\substack{i_i=0 \\ u_o=0}}$

În final pentru diportul cu reacție din fig. 6.1, se vor determina amplificarea în tensiune, impedanța de intrare și impedanța de ieșire, folosind formulele de mai jos:

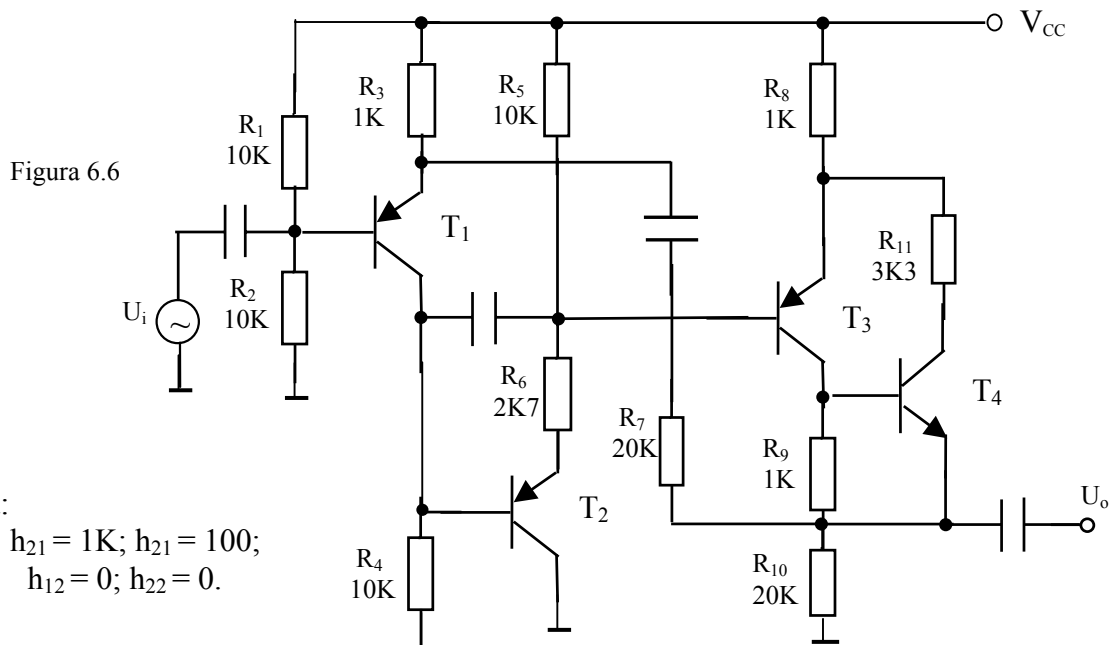
$$A_u(Z_S) = \frac{A_u(h_{11\beta} \parallel Z_S)}{1 - A_\beta(h_{11\beta} \parallel Z_S)}, \quad Z_{int} = \frac{h_{11a}}{1 - h_{12}^* \cdot A_u(Z_S)}, \quad Z_{ies} = \frac{Z_{iesa} \parallel h_{11\beta}}{1 - A_\beta(h_{11\beta})}$$

unde $A_\beta(h_{11\beta}) = \lim_{Z_S \rightarrow \infty} A_\beta(h_{11\beta} \parallel Z_S)$.

În rezolvarea problemelor se vor calcula următoarele, de preferință în ordinea indicată:

- 1) $h_{11\beta}$; 2) $A_\beta(h_{11\beta} \parallel Z_S)$; 3) $A_u(h_{11\beta} \parallel Z_S)$; 4) $A_u(Z_S)$;
- 5) h_{11a} ; 6) h_{12}^* ; 7) Z_{int} ; 8) Z_{iesa} ; 9) $A_\beta(h_{11\beta})$; 10) Z_{ies} .

S6.2 Problemă



Se dau:

$$h_{21} = 1K; h_{21} = 100; \\ h_{12} = 0; h_{22} = 0.$$

Se cer:

$$A_u, Z_{int}, Z_{ies}.$$

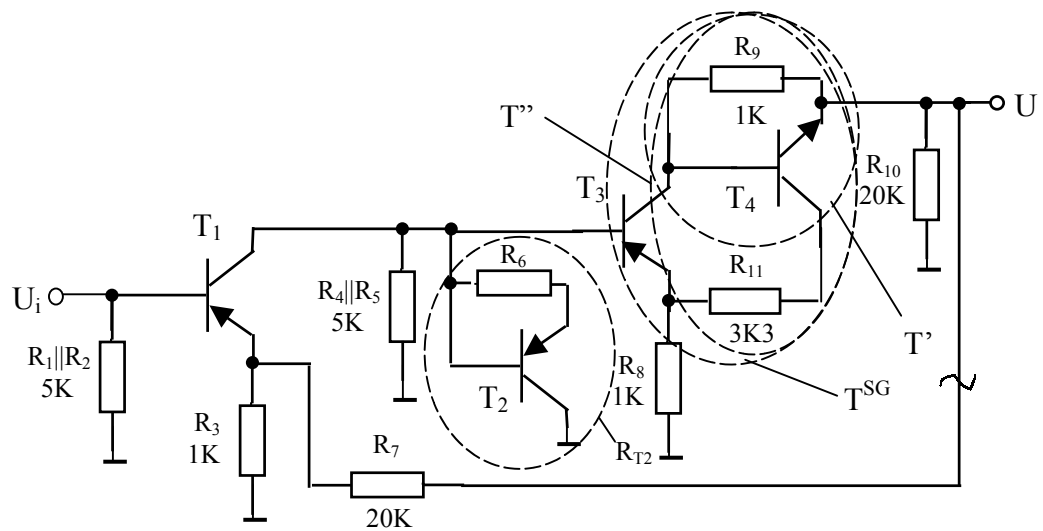
Rezolvare:

În figura 6.7 este prezentată schema de regim dinamic în buclă închisă. La această schemă se fac următoarele echivalări:

$$(T_2, R_6) \rightarrow R_{T_2} \rightarrow \infty, \quad (T_4, R_9) \rightarrow T': \begin{cases} h'_{11} = \frac{R_9 \cdot h_{11}}{R_9 + h_{11}} = 0,5K \\ h'_{21} = \frac{R_9 \cdot h_{21}}{R_9 + h_{11}} = 100 \end{cases}$$

$$(T', R_{11}) \rightarrow T'': \begin{cases} h''_{11} = h'_{11} \\ h''_{21} = h'_{21} \end{cases} \Rightarrow T'' \approx T', \quad (T_3, T'') \rightarrow T^{SG}: \begin{cases} h_{11}^{SG} = h_{11} = 1K \\ h_{21}^{SG} = h_{21}(h''_{21} + 1) \approx 20000 \end{cases}$$

Figura 6.7



După ruperea buclei de reacție rezultă schema de regim dinamic de tip triport de reacție din figura 6.8.

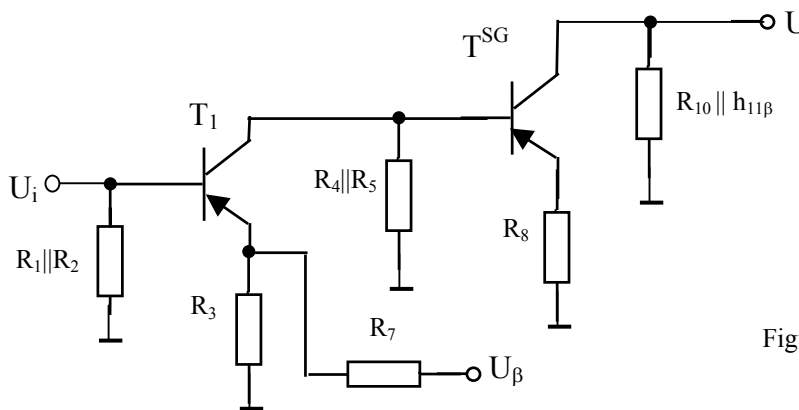
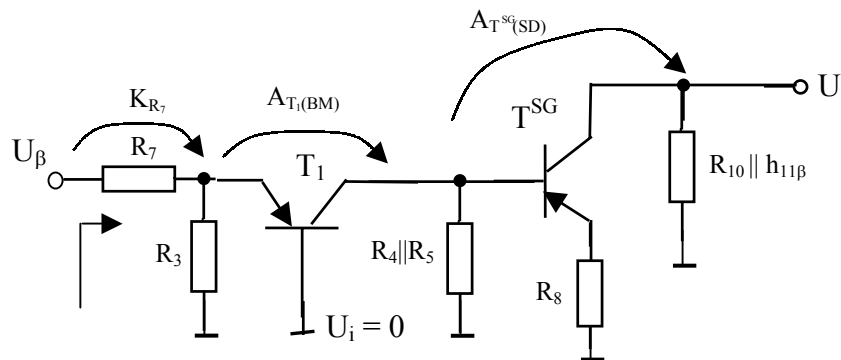


Figura 6.8

Construim diportul Q_β făcând $u_i = 0$:

Figura 6.9



1) *Calcularea lui $h_{11\beta}$:*

$$\left. \begin{aligned} h_{11\beta} &= R_7 + R_3 \parallel Z_{ET_1} \\ Z_{ET_1} &= \frac{h_{11}}{h_{21} + 1} \ll R_3 \\ Z_{e1} &\ll R_7 \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_{11\beta} \cong R_7 = 20K$$

2) Calcularea lui $A_\beta (h_{11\beta} \parallel Z_S)$:

$$A_\beta (h_{11\beta} \parallel Z_S) = K_{R7} \cdot A_{T_1(BM)} \cdot A_{T^{SG}(SD)};$$

$$K_{R7} = \frac{R_3 \parallel Z_{ET1}}{R_7 + R_3 \parallel Z_{ET1}} \cong \frac{Z_{ET1}}{R_7} \cong \frac{h_{11}}{h_{21}R_7};$$

$$A_{T_1(BM)} = \frac{h_{21}}{h_{11}} Z_{ST_1} = \frac{h_{21}}{h_{11}} (R_4 \parallel R_5 \parallel Z_{BT^{SG}});$$

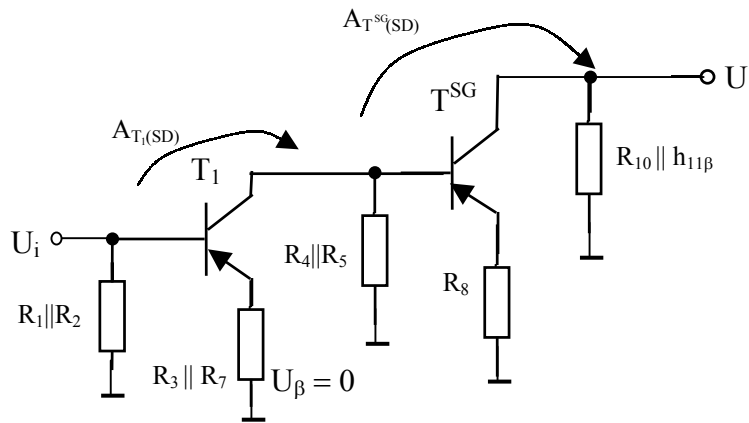
$$Z_{BT^{SG}} = h_{11}^{SG} + (h_{21}^{SG} + 1)R_8 \gg R_4 \parallel R_5$$

$$A_{T^{SG}(SD)} = -\frac{h_{21}^{SG} R_{ST^{SG}}}{h_{11}^{SG} + (h_{21}^{SG} + 1)R_8} \cong -\frac{R_{ST^{SG}}}{R_8} = -\frac{R_{10} \parallel h_{11\beta}}{R_8};$$

Se obține: $A_\beta (h_{11\beta} \parallel Z_S) = -\frac{5}{2}$

Construim diportul Q_a făcând $u_\beta = 0$:

Figura 6.10



3) Calcularea lui $A_a (h_{11\beta} \parallel Z_S)$:

$$A_a (h_{11\beta} \parallel Z_S) = A_{T_1(SD)} \cdot A_{T^{SG}(SD)}$$

$$A_{T_1} = -\frac{h_{21}R_{ST_1}}{h_{11} + (h_{21} + 1)(R_3 \parallel R_7)} \cong -\frac{R_{ST_1}}{R_7 \parallel R_3} = -\frac{R_4 \parallel R_5}{R_3} = -5 \left. \vphantom{A_{T_1}} \right\} \Rightarrow A_a (h_{11\beta} \parallel Z_S) \cong 50$$

4) Calcularea lui A_u :

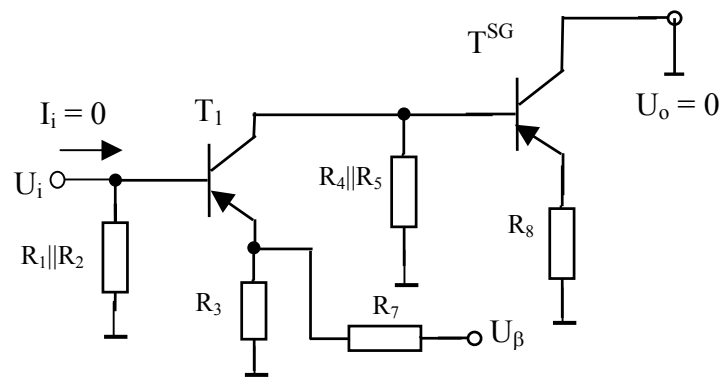
$$A_u = \frac{A_u (h_{11\beta} \parallel Z_S)}{1 - A_\beta (h_{11\beta} \parallel Z_S)} = \frac{50}{1 + \frac{5}{2}} = \frac{100}{7}$$

5) Calcularea lui h_{11a} :

$$\left. \begin{aligned} h_{11a} &= R_1 \parallel R_2 \parallel Z_{BT_1} \\ Z_{BT_1} &= h_{11} + (h_{21} + 1)(R_3 \parallel R_7) \gg R_1 \parallel R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_{11a} = R_1 \parallel R_2$$

Construim diportul Q^* făcând $u_0 = 0$:

Figura 6.11



6) Calcularea lui h_{12}^* :

$$h_{12}^* = K'_{R7} \cdot K_{E \rightarrow B} ,$$

unde: $K'_{R7} = \frac{R_3 \parallel Z'_{ET1}}{R_7 + R_3 \parallel Z'_{ET1}}$, iar $Z'_{ET1} = \frac{h_{11} + R_1 \parallel R_2}{h_{21} + 1} \ll R_3$, deci $K'_{R7} \cong \frac{h_{11} + R_1 \parallel R_2}{h_{21} R_7}$

$$K_{E \rightarrow B} = \frac{R_1 \parallel R_2}{h_{11} + R_1 \parallel R_2}$$

7) Calcularea lui Z_{int} : $Z_{int} = \frac{h_{11a}}{1 - h_{12}^* \cdot A_u(Z_S)} \approx 5$

O altă variantă de calcul a impedanței de intrare este considerarea circuitului fără rezistența echivalentă $R_{12} = R_1 \parallel R_2$, calcularea impedanței de intrare a circuitului rămas, ca mai sus și apoi aplicarea formulei de calcul: $Z_{int} = R_1 \parallel R_2 \parallel Z_{int}'$ unde Z_{int}' este impedanța de intrare a circuitului obținut după scoaterea rezistenței echivalente $R_{12} = R_1 \parallel R_2$.

8) Calcularea lui Z_{ies} : $Z_{ies} = R_{10} \parallel Z_{CTSG} \cong R_{10} = 20K$

9) Calcularea lui $A_\beta(h_{11\beta})$: $A_\beta(h_{11\beta}) = \lim_{Z_s \rightarrow \infty} A_\beta(h_{11\beta} \parallel Z_s) = A_\beta(h_{11\beta} \parallel Z_s) = -\frac{5}{2}$

10) Calcularea lui Z_{ies} : $Z_{ies} = \frac{Z_{ies} \parallel h_{11\beta}}{1 - A_\beta(h_{11\beta})} = \frac{50}{7}$

S6.3 Temă de casă