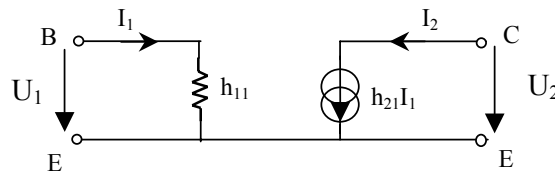


Seminar 4

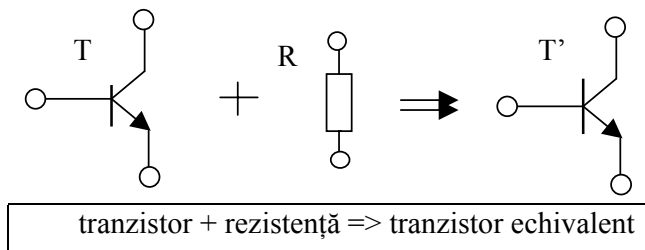
S4 Tranzistorul bipolar în regim variabil. Structuri echivalente

S4.1 Tranzistoare echivalente

Considerând parametrii h_{12} și h_{22} neglijabili, atunci schema echivalentă a tranzistorului bipolar în regim dinamic corespunzător reprezentării în conexiune EC, este:

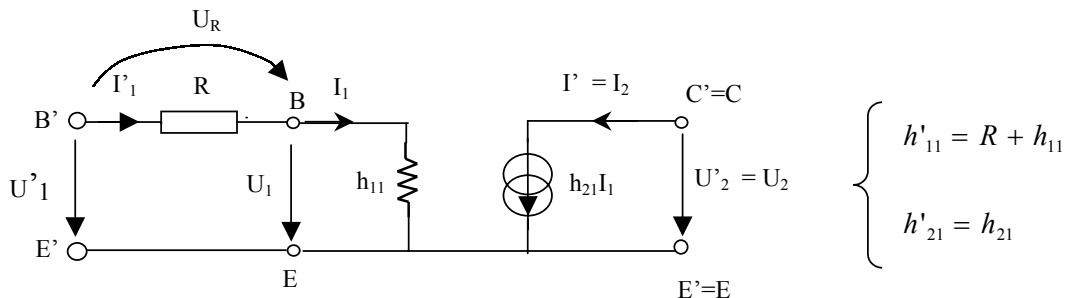
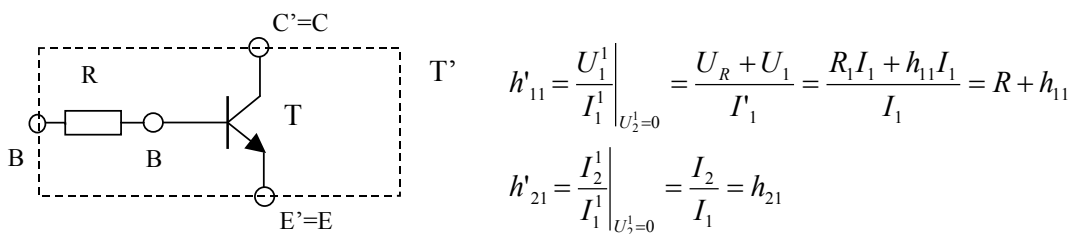


O structură formată dintr-un tranzistor și o rezistență, care păstrează 3 borne poate fi echivalată cu un nou tranzistor, numit *tranzistor echivalent*.

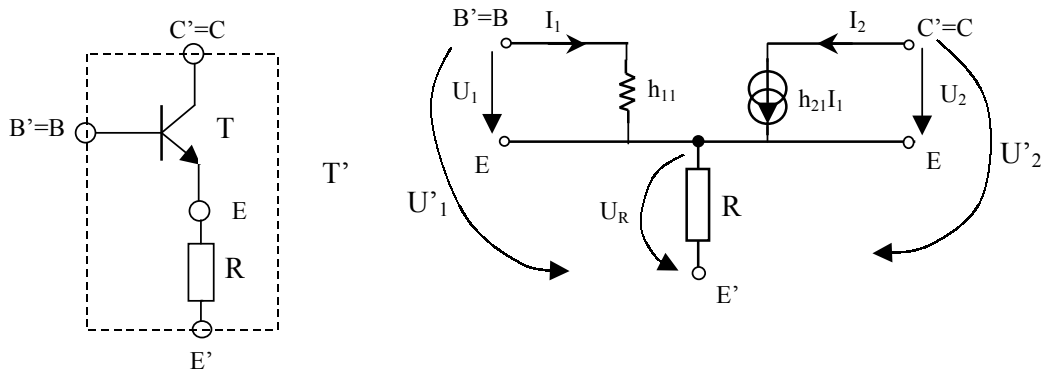


Există 6 tipuri de asemenea structuri care formează tranzistoare echivalente:

4.1.1 Tranzistor înseriat în bază cu o rezistență



4.1.2 Tranzistor înseriat în emitor cu o rezistență

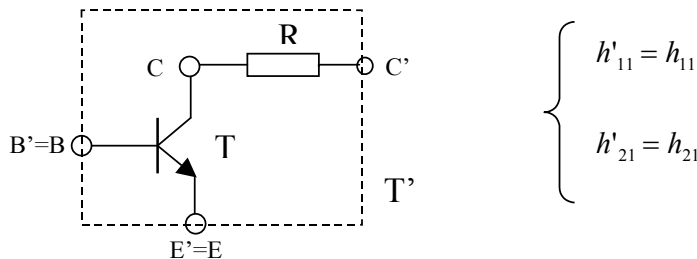


$$h'_{11} = \left. \frac{U_1^1}{I_1^1} \right|_{U_2^1=0} = \frac{U_1 + U_R}{I_1} = \frac{h_{11}I_1 + (I_1 + h_{21}I_1)R}{I_1} = h_{11} + (h_{21} + 1)R$$

$$h'_{21} = \left. \frac{I_2^1}{I_1^1} \right|_{U_2^1=0} = \frac{I_2}{I_1} = h_{21}$$

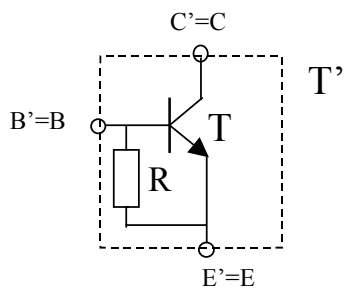
$$\begin{cases} h'_{11} = h_{11} + (h_{21} + 1)R \\ h'_{21} = h_{21} \end{cases}$$

4.1.3 Tranzistor înseriat în colector cu o rezistență



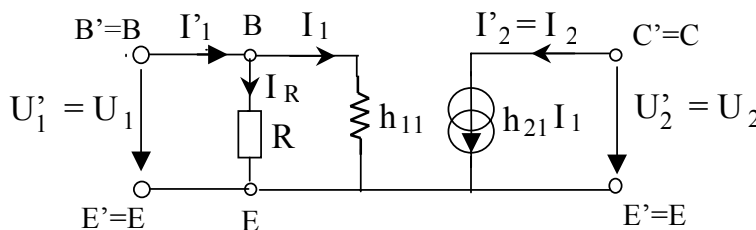
$$\begin{cases} h'_{11} = h_{11} \\ h'_{21} = h_{21} \end{cases}$$

4.1.4 Tranzistor cu o rezistență în paralel între bază și emitor



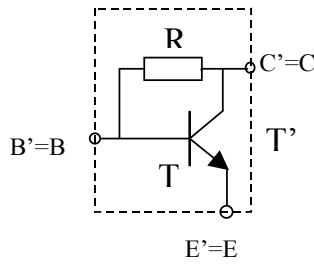
$$RI_R = h_{11}I_1 \Rightarrow h'_{11} = \left. \frac{U_1^1}{I_1^1} \right|_{U_2^1=0} = \frac{U_1}{I_R + I_1} = \frac{R}{R + h_{11}}h_{11}$$

$$I_1 = \frac{R}{R + h_{11}}I'_1 \Rightarrow h'_{21} = \left. \frac{I_2^1}{I_1^1} \right|_{U_2^1=0} = \frac{I_2}{\frac{R}{R + h_{11}}I_1} = \frac{R}{R + h_{11}}h_{21}$$



$$\begin{cases} h'_{11} = \frac{R}{R + h_{11}}h_{11} \\ h'_{21} = \frac{R}{R + h_{11}}h_{21} \end{cases}$$

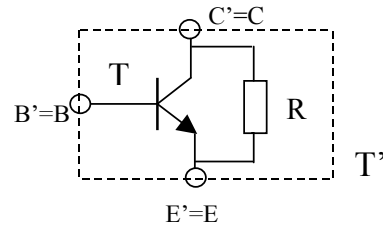
4.1.5 Tranzistor cu o rezistență în paralel între bază și colector



$$\begin{cases} h'_{11} = \frac{R}{R + h_{11}} h_{11} \\ h'_{21} = \frac{R}{R + h_{11}} \left(h_{21} - \frac{h_{11}}{R} \right) \cong \frac{R}{R + h_{11}} h_{21} \end{cases}$$

4.1.6 Tranzistor cu o rezistență în paralel între colector și emitor

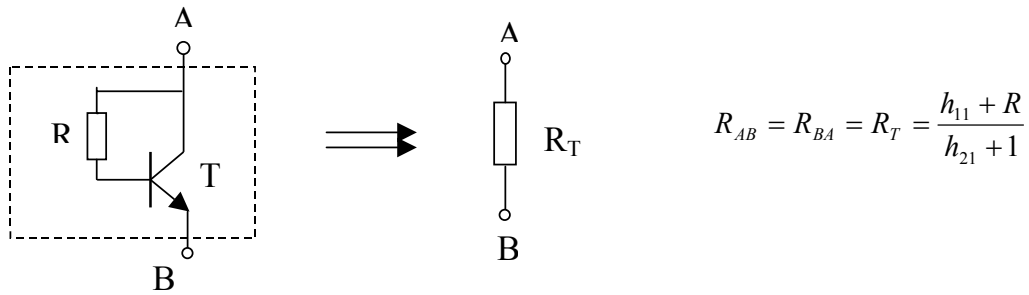
$$\begin{cases} h'_{11} = h_{11} \\ h'_{21} = h_{21} \end{cases}$$



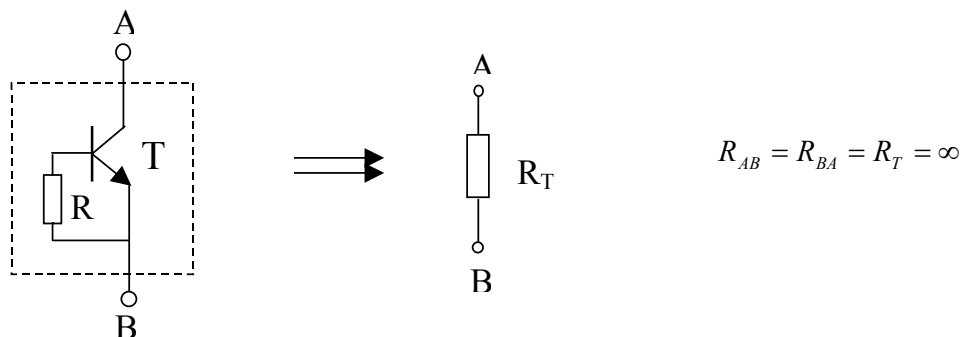
S4.2 Impedanțe dinamice

O structură formată dintr-un tranzistor și o rezistență, și care prezintă două borne poate fi echivalată cu o rezistență, numită *impedanță dinamică*. Întâlnim două tipuri de impedanțe dinamice:

4.2.1 cu rezistență între bază și colector (emitorul liber)

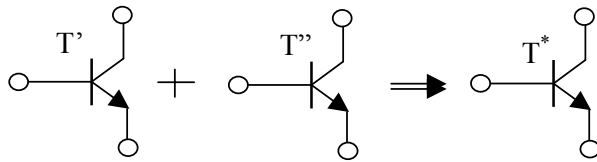


4.2.2 cu rezistență între bază și emitor (colectorul liber)



S4.3 Tranzistoare compuse

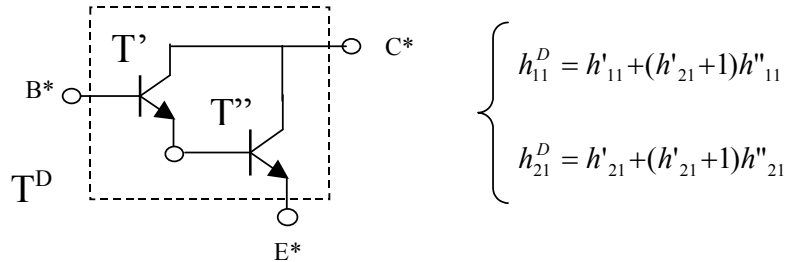
O structură formată din două sau mai multe tranzistore și care păstrează 3 borne poate fi echivalată cu un nou tranzistor, numit *tranzistor compus*.



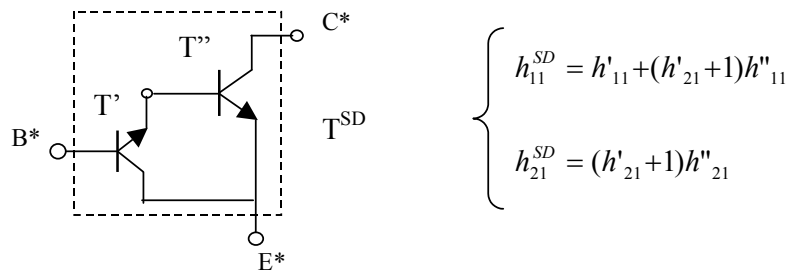
Tranzistor + tranzistor => tranzistor compus

Cele mai cunoscute structuri de tranzistoare compuse sunt:

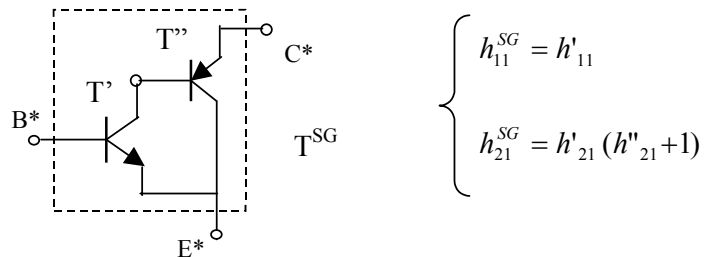
4.3.1 Darlington



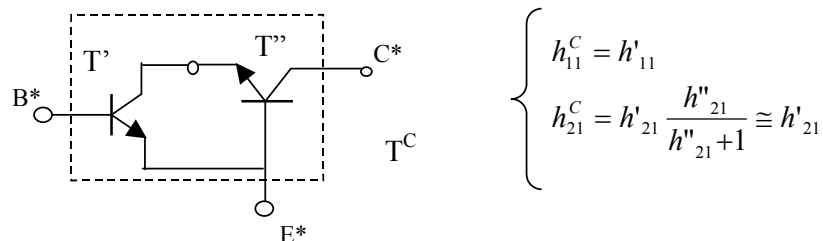
4.3.2 Super D



4.3.3 Super G

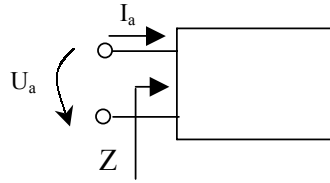


4.3.4 Cascod



S4.4 Tipuri de impedanțe de acces

$$Z = \frac{U_a}{I_a}$$

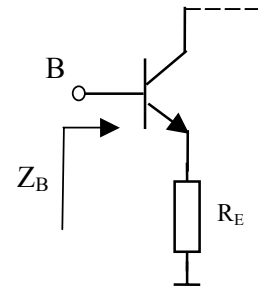


4.4.1 Impedanța văzută în baza unui tranzistor

$$Z_B = h_{11} + (h_{21} + 1)R_E$$

Impedanța văzută în baza unui tranzistor este întâlnită ca impedanță de intrare.

R_E este rezistența pe care o vede emitorul până la masă.

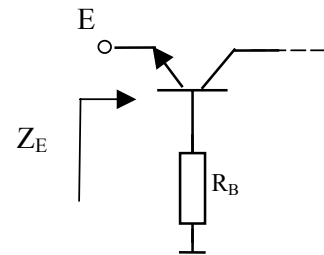


4.4.2 Impedanța văzută în emitorul unui tranzistor

$$Z_E = \frac{h_{11} + R_B}{h_{21} + 1}$$

Impedanța văzută în emitorul unui tranzistor poate fi întâlnită atât ca impedanță de intrare, cât și ca impedanță de ieșire.

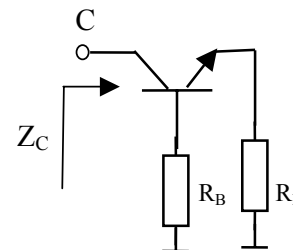
R_B este rezistența pe care o vede baza până la masă.



4.4.3 Impedanța văzută în colectorul unui tranzistor

$$Z_C = \infty$$

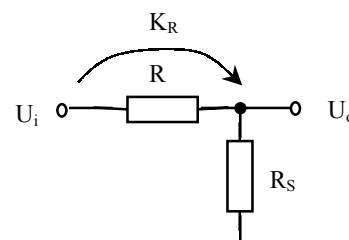
Impedanța văzută în colectorul unui tranzistor este întâlnită ca impedanță de ieșire.



S4.5 Transferul de tensiune

4.5.1 Transferul de tensiune printr-o rezistență

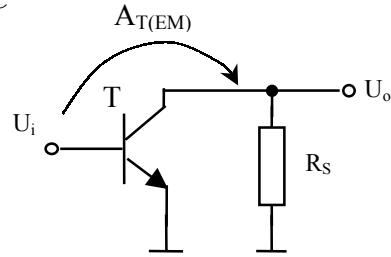
$$K_R = \frac{U_o}{U_i} = \frac{R_S}{R + R_S}$$



4.5.2 Transferul de tensiune pentru conexiunea EC

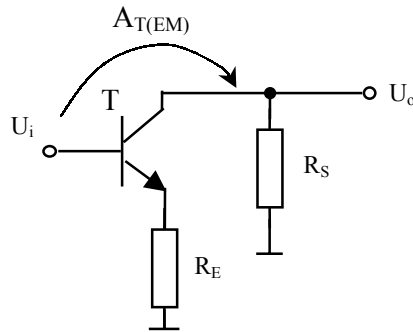
- emitor la masă:

$$A_{T(EM)} = -\frac{h_{21}}{h_{11}} R_S$$



- sarcină distribuită:

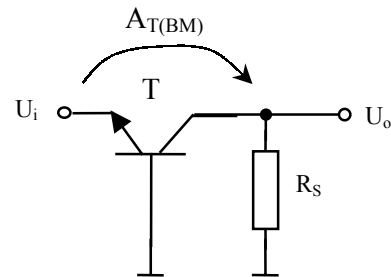
$$A_{T(EC-SD)} = -\frac{h_{21} R_S}{h_{11} + (h_{21} + 1) R_E} \cong -\frac{R_S}{R_E}$$



4.5.3 Transferul de tensiune pentru conexiunea BC

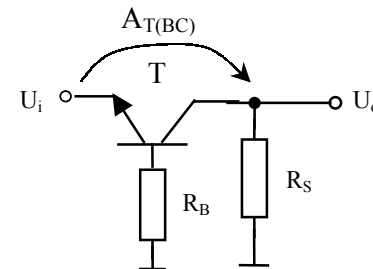
- bază la masă:

$$A_{T(BM)} = +\frac{h_{21}}{h_{11}} R_S$$



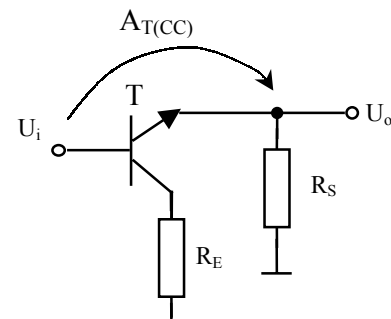
- baza comună

$$A_{T(BM)} = +\frac{h_{21}}{h_{11} + R_B} R_S$$



4.5.4 Transferul de tensiune pentru conexiunea CC

$$A_{T(CC)} = \frac{h_{21} R_S}{h_{11} + (h_{21} + 1) R_S}$$

pentru $h_{21} R_S \gg h_{11}$ avem $A_{T(CC)} \cong 1$.

S4.6 Temă de casă