

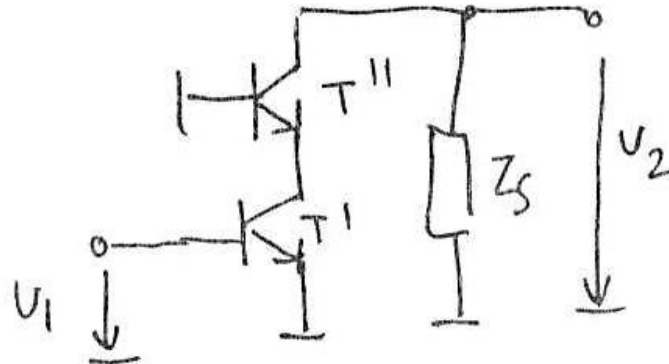
Cap.4 Amplificatoare elementare

11. Alte amplificatoare elementare

11.1 amplificatorul "cascodă"

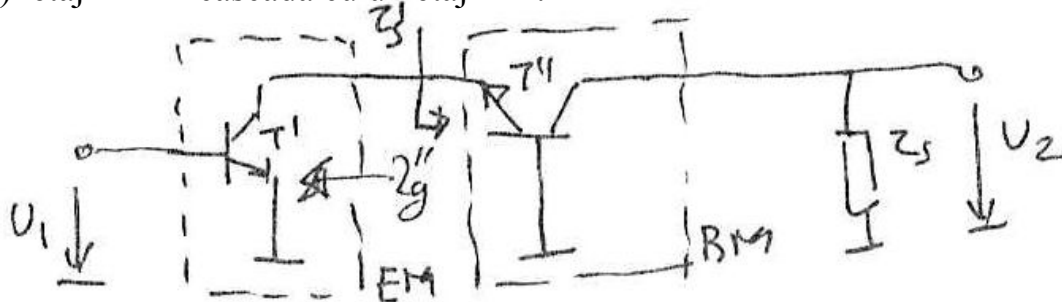
- utilizare: în circuite de intrare și în circuite de ieșire

* schema de principiu:



- două moduri de analiză:

a) etaj EM în cascadă cu un etaj BM:



* amplificarea de tensiune:

$$A_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_2}{U_1'} \frac{U_1'}{U_1} = A_{uBM}(T'') A_{uEM}(T')$$

$$A_u = \frac{(h_f'' - \Delta h'') Z_s' - h_f' Z_s'}{h_i'' + Z_s' \Delta h''} \frac{-h_f' Z_s'}{h_i' + Z_s' \Delta h'}$$

cu:

$$Z_s' = Z_{\text{int } BM}(T'') \cong \frac{h_i''}{N''} \cong \frac{h_i''}{h_f'' + 1} \cong \frac{h_i''}{h_f''}$$

- rezultă: $Z_s' \Delta h' \lll h_i'$; dar: $Z_s' \Delta h'' \ll h_i''$ și $h_f'' \gg \Delta h''$

$$\text{- deci: } A_u \cong \frac{h_f'' Z_s}{h_i''} \frac{-h_f'}{h_i'} \frac{h_i''}{h_f''} = -\frac{h_f'}{h_i'} Z_s$$

(amplificarea de tensiune este dată de primul tranzistor în conexiune EM cu impedanța de sarcină Z_s , ca și cum al doilea tranzistor nu ar conta);

* impedanța de intrare:

$$Z_{\text{int}} = \frac{h_i' + Z_s' \Delta h'}{1 + h_o' Z_s'} \cong h_i'$$

(impedanța de intrare este medie și este dată numai de primul tranzistor);

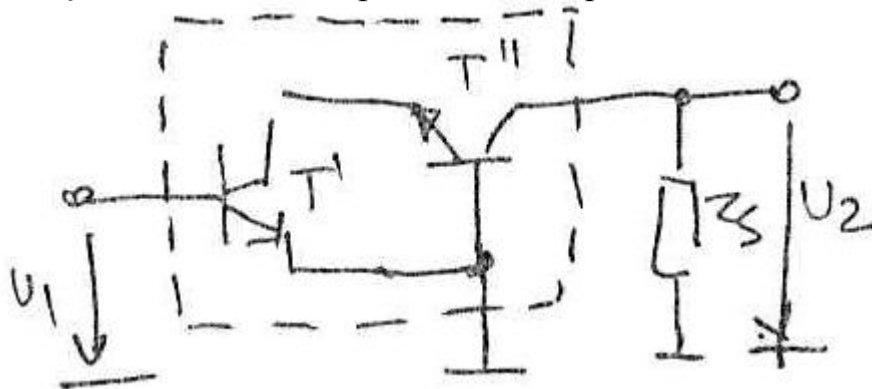
* impedanța de ieșire:

$$Z_{\text{ies}} = Z_{\text{iesBM}}(T'') = \frac{h_i'' + N'' Z_g''}{\Delta h'' + Z_g'' h_o''} \cong \frac{N''}{h_o''} = \frac{1}{h_{ob}''}$$

$$Z_g'' = Z_{\text{iesEM}}(T') = \frac{h_i' + Z_g'}{\Delta h' + Z_g' h_o'} \quad (\text{mare})$$

(impedanța de ieșire este foarte mare și este dată numai de al doilea tranzistor în conexiune BM);

b) se folosește tranzistorul compus cascod, cu parametrii echivalenți:



$$H_i \cong h_i'; \quad H_f \cong h_f'; \quad H_r \cong 0; \quad H_o \cong h_{ob}''; \quad S \cong S'$$

- se pot calcula performanțele pentru circuitul de amplificare cu EM cu parametrii echivalenți ai tranzistorului compus.

c) prin ce se remarcă amplificatorul “cascodă”:

- * amplificare mare de tensiune (negativă) dată de primul tranzistor;
- * impedanță de intrare medie dată de primul tranzistor;

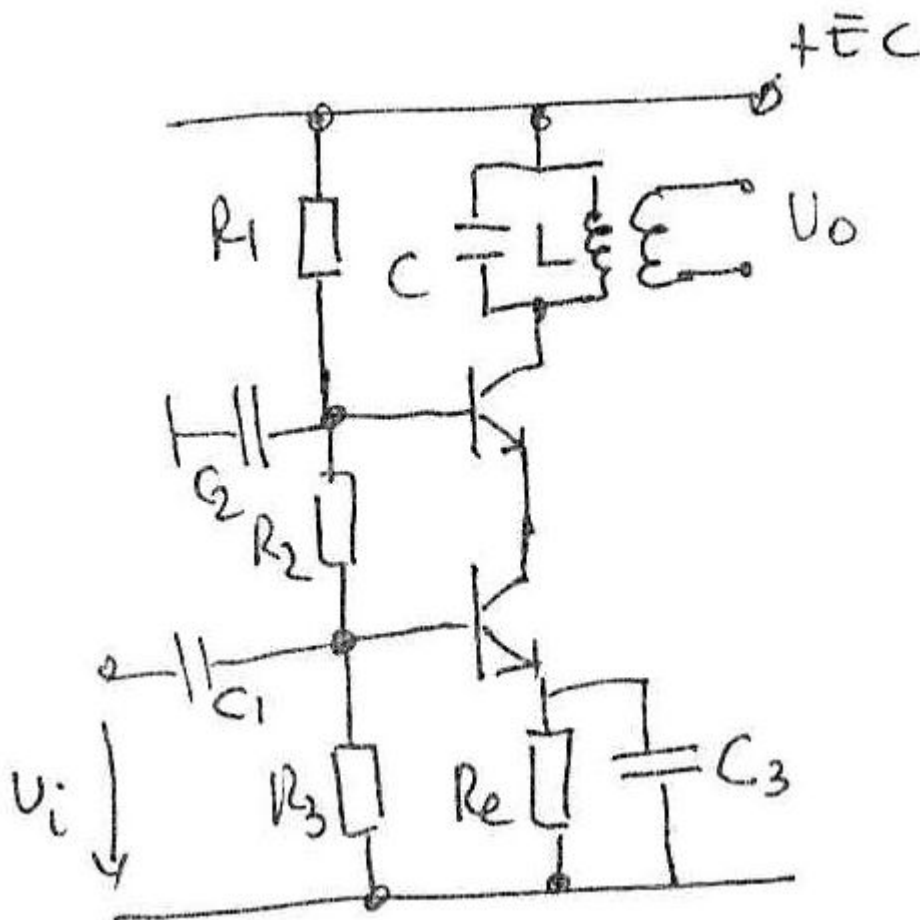
* impedanță foarte mare de ieșire dată de al doilea tranzistor, ceea ce permite utilizarea ca sarcină a unor circuite acordate derivație fără ca impedanța de ieșire a circuitului să afecteze factorul de calitate;

* reacție internă nulă ($H_r = 0$) ceea ce permite utilizarea schemei în circuite de intrare de înaltă frecvență fără să mai fie nevoie de circuite de compensare;

* comportare foarte bună în frecvență (primul etaj este EM dar lucrează pe o impedanță de sarcină foarte mică iar al doilea etaj este în BM cu comportare foarte bună în frecvență); este mai bun în circuite de intrare decât BM din acest punct de vedere pentru că are și impedanță de intrare medie;

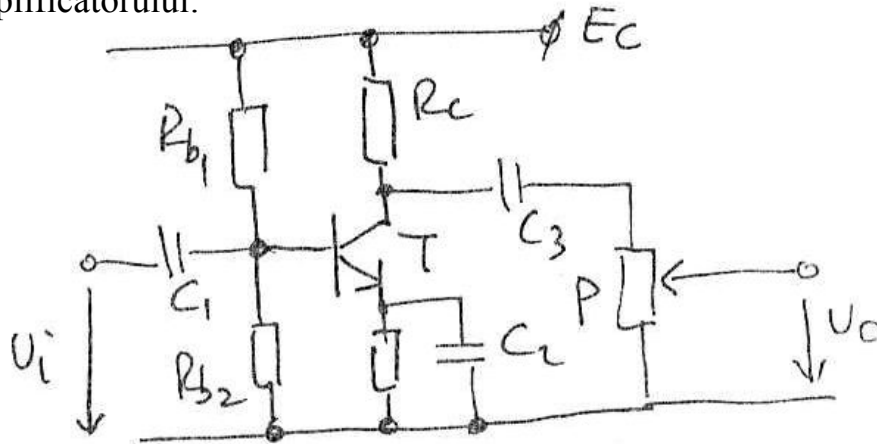
* al doilea etaj fiind în conexiune BC are o tensiune de străpungere mare și schema poate fi folosită cu tensiuni de alimentare mari în circuite de ieșire;

* exemplu de schemă electrică:



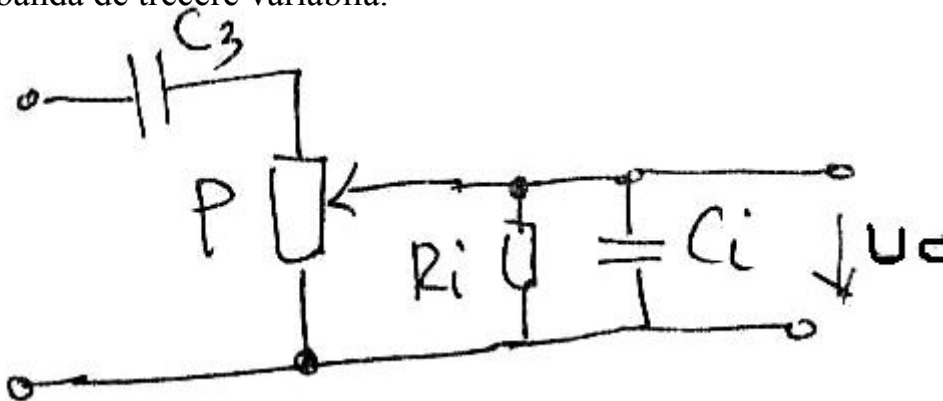
11.2. Amplificatoare cu amplificare de tensiune reglabilă:

* reglarea amplificării de tensiune se poate face cu un potențiomtru conectat pe ieșirea amplificatorului:

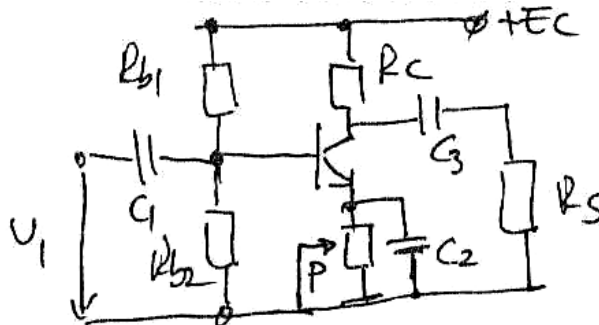


* dezavantaje:

- zgomote induse/captate în/din circuit;
- bandă de trecere variabilă.

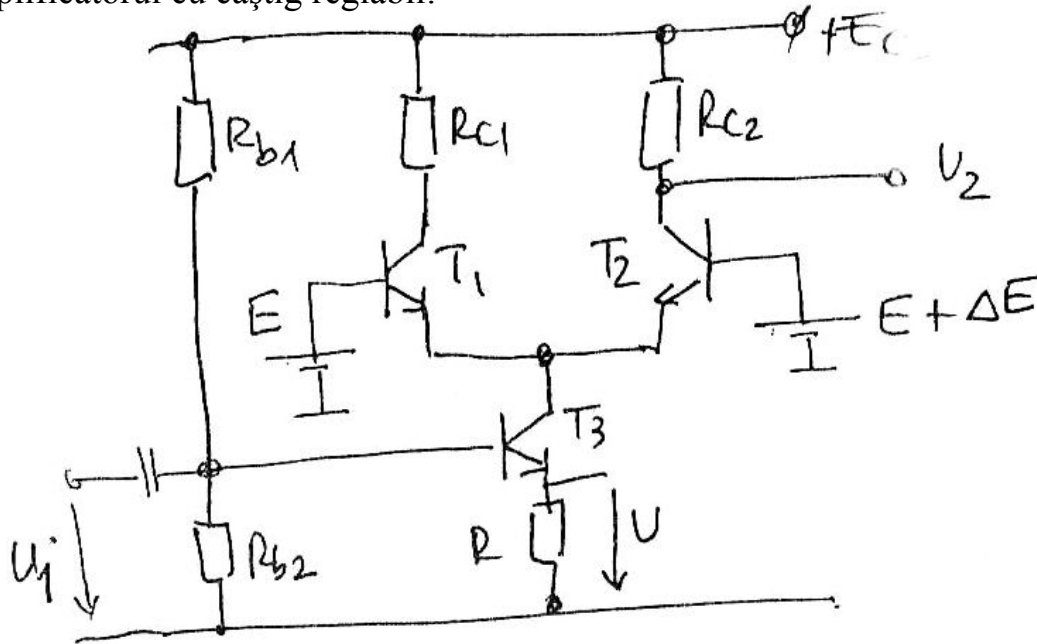


* soluție: reglaj prin tensiune continuă:



- se modifică curentul prin tranzistor, se modifică panta tranzistorului, se modifică amplificarea de tensiune;

* amplificatorul cu câștig reglabil:



- T1 și T2 formează un AD;

- cu ΔE se modifică curenții prin tranzistoare și, ca urmare și amplificarea de tensiune:

- (T_3, R) formează un repetor (impedanța din colector este foarte mică):

$$U \cong U_1 \text{ și } i_{e3} = \frac{U}{R} \cong \frac{U_1}{R} \text{ iar: } i_{c3} \cong i_{e3}$$

- curentul i_{c3} se divide între tranzistoarele T_1, T_2 în funcție de impedanțele văzute dinspre emitoare:

$$\begin{aligned} i_{e2} &= \frac{Z_{ib1}}{Z_{ib2} + Z_{ib1}} i_{c3} \cong \frac{\frac{1}{S_1}}{\frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_1}} i_{c3} = \frac{S_2}{S_2 + S_1} i_{c3} = \\ &= \frac{40I_{C2}}{40I_{C2} + 40I_{C1}} i_{c3} \cong \frac{I_{C2}}{I_{C3}} i_{c3} \end{aligned}$$

- tensiunea de ieșire:

$$U_2 = -R_{c2} i_{c2} \cong -R_{c2} i_{e2} \cong -R_{c2} \frac{I_{C2}}{I_{C3}} \frac{U_1}{R};$$

- amplificarea de tensiune:

$$A_u = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_c}{R} \frac{I_{C2}}{I_{C3}} = ct \cdot I_{C2}$$

- la variațiile lui ΔE în jurul valorii fixe E curentul continuu al tranzistorului T_2 se modifică între valorile: 0, pentru T_2 blocat și I_{C3} pentru T_1 blocat;

deci amplificarea de tensiune se va modifica între limitele: $\left[0, -\frac{R_c}{R} \right]$.

* avantaje:

- reglajul se face cu o tensiune continuă;
- tensiunea de reglaj se poate obține în cadrul unei scheme de reglaj automat al amplificării;
- în colectorul tranzistorului T_1 se obține simultan o tensiune în antifază cu aceea de la ieșire;
- comanda se poate face și pe baza unuia dintre tranzistoare;
- tranzistoarele T_1 și T_2 formează o structură diferențială cu toate avantajele (rejecția semnalelor de mod comun determinate de variațiile tensiunilor de alimentare sau a temperaturii);
- tranzistoarele T_2 și T_3 formează o structură cascodă cu avantajele respective.