

Seminarul 5

Amplificatoare de semnal mic cu reacție negativă

Breviar teoretic

În fig. S5.1. este ilustrată schema bloc a unui amplificator cu reacție negativă, alcătuit din:

- amplificator ideal, caracterizat de câștigul a ;
- rețea de reacție, cu funcția de transfer β ;
- circuit ce realizează operația de diferență a două semnale.

$$a_f = \frac{x_2}{x_g} = \frac{a}{1 + \beta \cdot a}$$

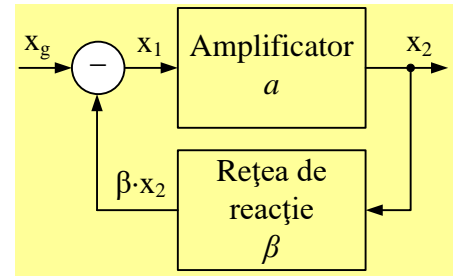


Fig. S5.1. Schema bloc a unui amplificator cu reacție.

Aplicații

Ap. 1. Pentru un amplificator cu reacție negativă se cunoaște $a_v = 10^5$.

Se cere:

- $\beta_1 = ?$ astfel încât $a_{vf1} = 100$;
- $\beta_2 = ?$ astfel încât $a_{vf2} = 10$.

DEEA - 55

Ap. 1. $a_v = 10^5$
 Se cere:

- $\beta_1 = ?$ $a_{vf1} = 100$;
- $\beta_2 = ?$ $a_{vf2} = 10$.

$$a_f = \frac{a}{1 + \beta \cdot a}$$

$$a_{vf} = \frac{a_v}{1 + \beta \cdot a_v}$$

a) $a_{vf} + a_{vf} \cdot \beta \cdot a_v = a_v \Rightarrow$

$$\Rightarrow \beta = \frac{a_v - a_{vf}}{a_v \cdot a_{vf}}$$

$$\beta_1 = \frac{a_v - a_{vf1}}{a_v \cdot a_{vf1}} = \frac{10^5 - 100}{10^5 \cdot 100} = 0,009$$

$$= \frac{999}{10^5} = 0,00999$$

b) $\beta_2 = \frac{a_v - a_{vf2}}{a_v \cdot a_{vf2}} = \frac{10^5 - 10}{10^5 \cdot 10} = \frac{9999}{10^5} =$

$$= 0,09999$$

$10^4 \approx \beta_2 \cdot a_v \gg 1$

$$a_{vf} \approx \frac{1}{\beta} \Rightarrow \beta_2 \approx \frac{1}{a_{vf2}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Seminarul 5

Ap. 2. Q₁, Q₂ și Q₃ în RAN (regim activ normal).

Se cere:

- Schema echivalentă de curent alternativ;
- Tipul de reacție negativă (la intrare - serie sau paralel, la ieșire serie sau paralel);
- Elementele rețelei de reacție negativă;
- Schema de curent alternativ în buclă deschisă;
- Expresia funcției de transfer a rețelei de reacție, β ;
- Presupunând că $T = \beta \cdot a \gg 1$ să se arate că:

$$a_{vf} = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_F}{R_E}$$

- Dacă $R_E = 50\Omega$, să se calculeze $R_F = ?$ astfel încât $a_{vf} = 25$;
- Conexiunile de lucru pentru Q₁, Q₂ și Q₃.

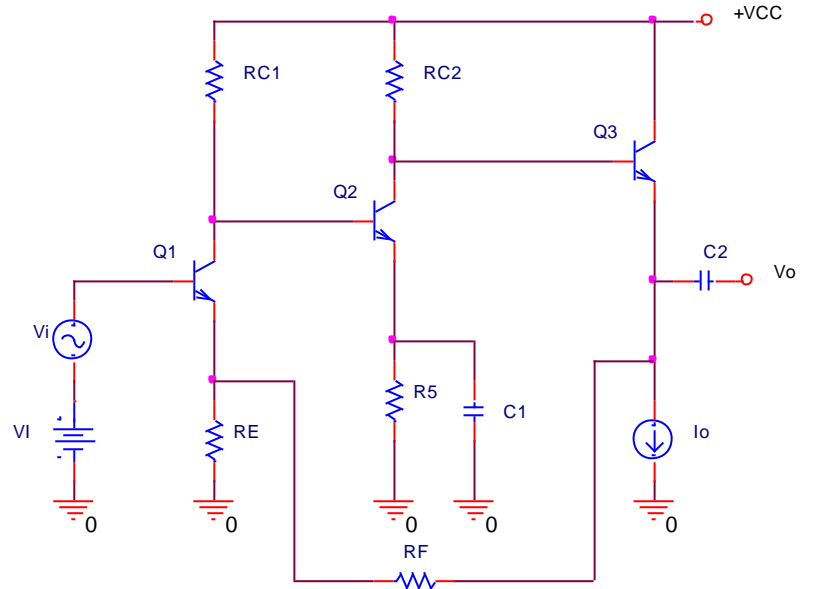


Fig. S5.2. Schema circuitului pentru ap. 2

SS-DEEA

Ap. 2

Q_1, Q_2, Q_3 în RAN

Se cere:

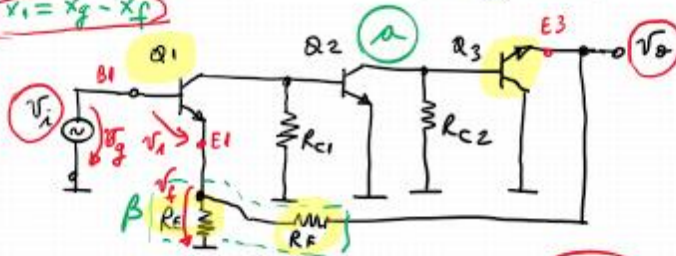
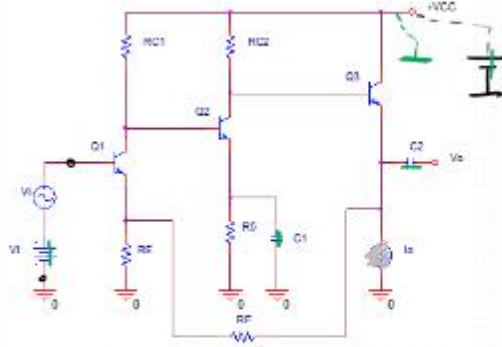
a) Sch. c.a.

$C_{\infty} \rightarrow$ c.a.

$I_0 \rightarrow$ c.a.

$\beta \cdot x_2$

$$x_1 = x_g - x_f$$



b) Tipul de reacție negativă (intrare ~~serie~~ ieșire ~~paralel~~)

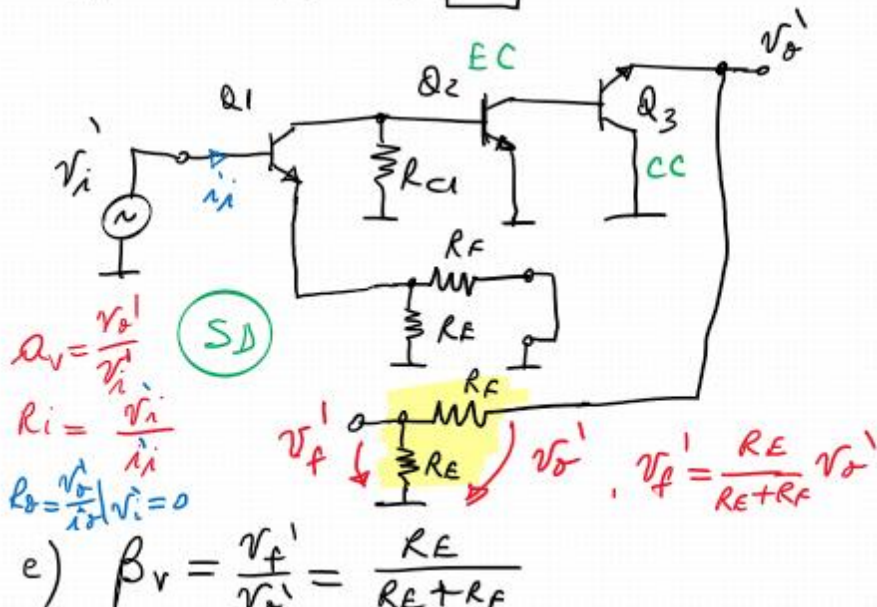
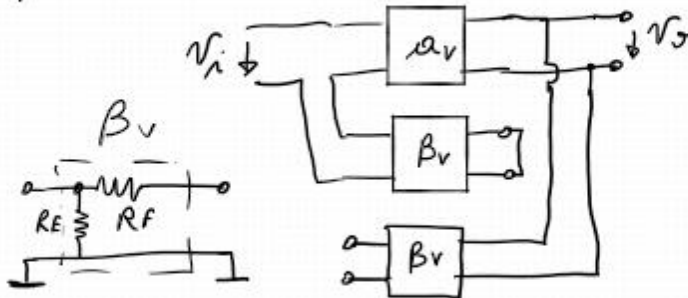
$$v_i = v_g - v_f$$

EH - CB
↑ out ↑ in
teoriune - serie
(out) (in)

c) Elementele rețelei de reacție negativă (avf) → rețeaua de reacție este un divizor de tensiune

$$R_E + R_F$$

d) Sch. c.a. în buclă deschisă



$$f) T = \beta_v \cdot a_v \gg 1$$

$$a_{vf} = ? \quad a_{vf} = \frac{a_v}{1 + \beta_v \cdot a_v} \approx \frac{1}{\beta_v}$$

$$a_{vf} = 1 + \frac{R_F}{R_E}$$

$$g) R_E = 50 \Omega, \quad a_{vf} = 25$$

$$R_F = ? \Rightarrow R_F = 1200 \Omega = 1,2 K \Omega$$

h) Conexiunile pt. Q_1, Q_2, Q_3

$$Q_1 = S.B.$$

$$Q_2 = E.C.$$

$$Q_3 = C.C.$$

$$a_{vf} = \frac{a_v}{1 + \beta_v \cdot a_v}$$

$$T = \beta_v \cdot a_v$$

$$R_{if} = R_i (1 + T')$$

$$T = \beta_v \cdot a_v$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + T''}$$

Ap. 3. AO (amplificator operațional): $R_{ia} = 100 k\Omega$, $R_{oa} = 100 \Omega$, $a_{vd} = 1000$.

Se cere:

- Tipul de reacție negativă, tipul de amplificator (a_v , a_i , a_y , a_z) și elementele rețelei de reacție negativă;
- Schema echivalentă în buclă deschisă.
- Presupunând că $T = \beta \cdot a \gg 1$ să se estimeze a_{vf} .

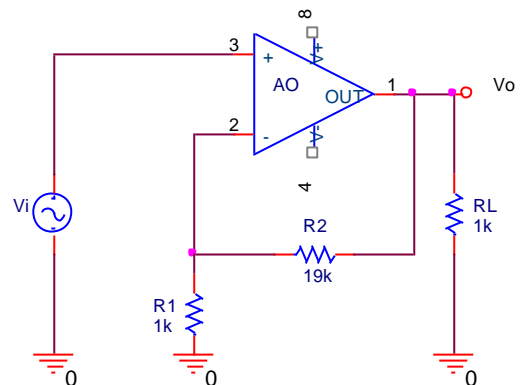


Fig. S5.3. Schema circuitului pentru ap. 3

DEEA - C10

Ap. 3

$$R_{ia} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_{oa} = 100 \text{ }\Omega$$

$$e_{vd} = 1000$$

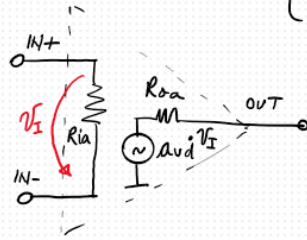
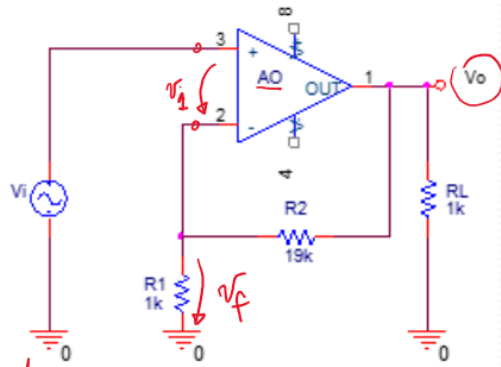
Se cere:

a) Tipul de r.m.,

tipul de amplificator

(a_v, a_i, a_z, a_g)

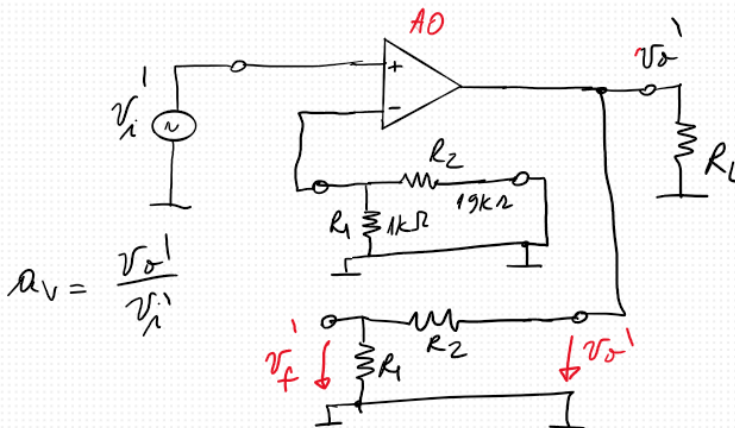
și elementele
rețelei de reacție.



$$(a_{vf} \approx 10 \text{ Ce } m_{sdf/c} ? \\ R_2 = 9 \text{ k}\Omega)$$

Reacție: ieșire - paralel
întroare - serie

b) Sch. echivalentă în buclă deschisă



$$a_v = \frac{v_{o'}}{v_i}$$

c) $P_p. T = \beta \cdot a \gg 1$, $a_{vf} = ?$

$$a_{vf} = \frac{a_v}{1 + \frac{\beta \cdot a_v}{\gg 1}} \approx \frac{1}{\beta_v} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{19}{1} = 20$$

$$\beta_v = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$a_{vf} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Ce valori poate avea R_1, R_2 ?

$$R_{oa} \ll R_1, R_2 \ll \frac{R_{ia}}{100 \text{ k}\Omega} \quad (10 \text{ M}\Omega)$$

$$100 \text{ }\Omega$$

$$\text{unde } R < R_1, R_2 < 200 \text{ k}\Omega$$

Seminarul 5

Ap. 4. (Ap. 6.7d)

$T = \beta \cdot a \gg 1$, condensatoarele sunt C_∞ .

Se cere:

- Tipul de reacție negativă și elementele rețelei de reacție negativă;
- Tipul de amplificator și expresia care aproximează amplificarea.

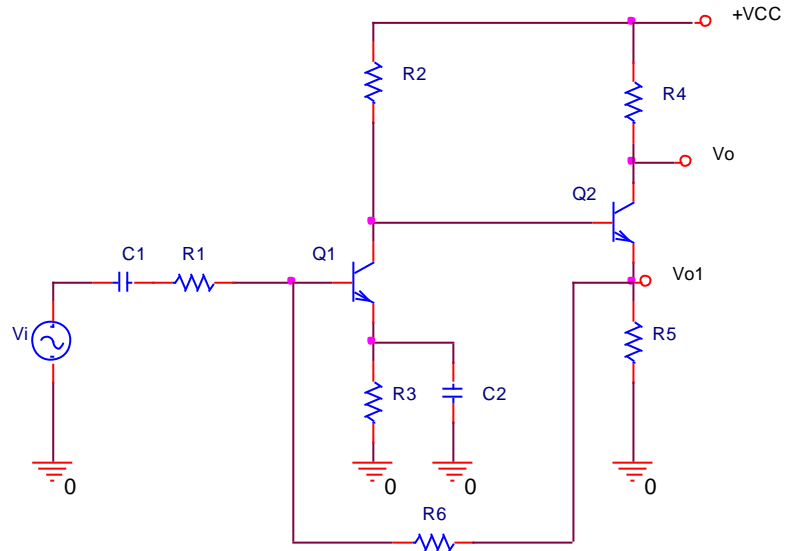


Fig. S5.4. Schema circuitului pentru ap. 4

SS- DEEA

Ap. 4

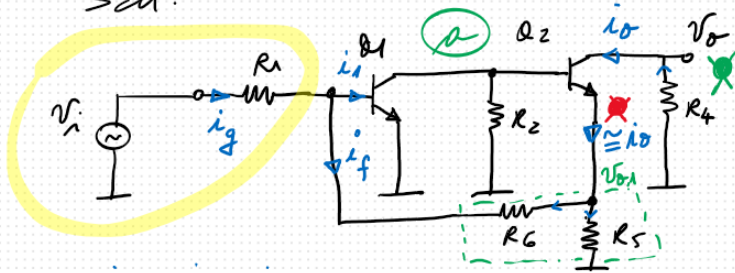
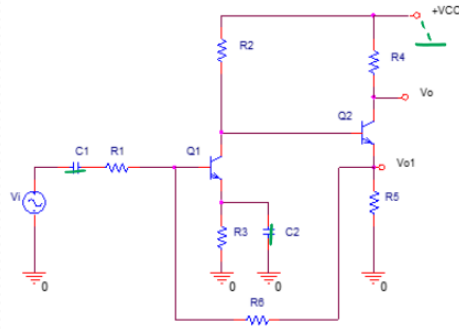
$$T = \beta \cdot a \gg 1$$

$$C_1, C_2 \rightarrow \infty$$

Se cere:

a) Tipul de reacție negativă
elementele rețelei de reacție negativă.

Sch. c.a.

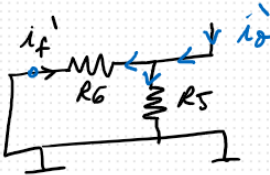


$$i_1 = i_g - i_f$$

intrare - paralel, ieșire - serie
E n r. R_5, R_6 (divizor de curenți)

b) $a_{if}, a_{if} \approx ?$

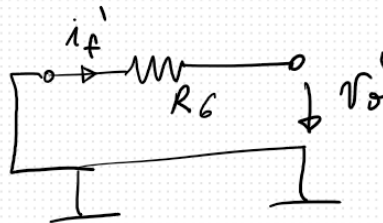
$$i_f' = -\frac{R_5}{R_5 + R_6} i_o$$



$$\beta_i = \frac{i_f'}{i_o} = -\frac{R_5}{R_5 + R_6}$$

$$a_{if} \approx \frac{1}{\beta_i} = -\left(1 + \frac{R_6}{R_5}\right)$$

Ap. 5



$$\beta_g = \frac{i_f'}{v_o'} = \frac{i_f'}{-i_f' \cdot R_6} = -\frac{1}{R_6}$$

$$a_{2f} \approx \frac{1}{\beta_g} = -R_6$$

Ap. 5. Să se reia aplicația 4 dacă ieșirea este în emitorul tranzistorului Q2.