

## Seminar 5

### AMPLIFICATOR CU REACTIE NEGATIVA PARALEL - PARALEL (P-P)

Pentru circuitul din fig. 1 a. amos:

$$Q_{1-3} \begin{cases} V_{BE} \approx 0.6V \\ \beta_F = \beta_0 = \beta = 200 \\ r_o = r_{\mu} = \infty \end{cases}$$

Să se calculeze:

1. p.s.f.
2.  $A_{v, g} = ?$
3.  $R_i, R_o = ?$

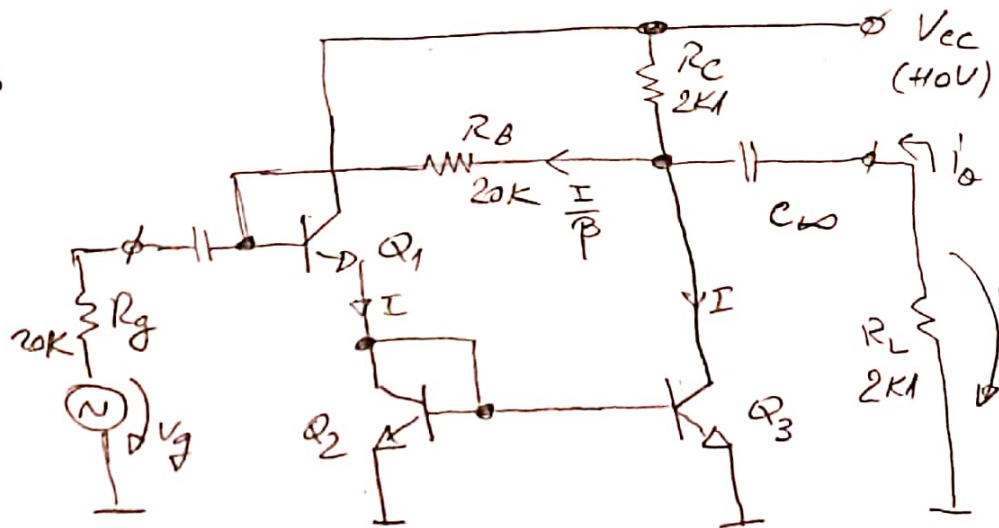


Fig. 1.

1. p.s.f.

P.  $Q_{1-3}$  m' RAN  $\Rightarrow V_{BE} \approx 0.6V$  și  $I_C = \beta \cdot I_B$

$$\begin{cases} Q_2 \equiv Q_3 \\ V_{BE2} = V_{BE3} \end{cases} \Rightarrow \text{ oglindă de curent cu T.B. } \Rightarrow I_{C2} = I_{C3} \approx I_{C1}$$

$$V_{CC} = R_C \left( I + \frac{I}{\beta} \right) + R_B \cdot \frac{I}{\beta} + 2V_{BE}$$

$$V_{CC} = R_C \cdot I \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) + R_B \cdot \frac{I}{\beta} + 2V_{BE}$$

$$V_{CC} = I \left( R_C + \frac{R_B}{\beta} \right) + 2V_{BE} \Rightarrow I = \frac{V_{CC} - 2V_{BE}}{R_C + \frac{R_B}{\beta}} = \frac{40V - 1.2V}{22k\Omega} = 4\mu A$$

$$V_{CE2} = V_{BE2} = 0.6V ; V_{CE1} = V_{CC} - V_{CE2} = 3.4V$$

$$V_{CE3} = V_{CC} - R_C \left( I + \frac{I}{\beta} \right) \approx V_{CC} - R_C \cdot I = 1.6V$$

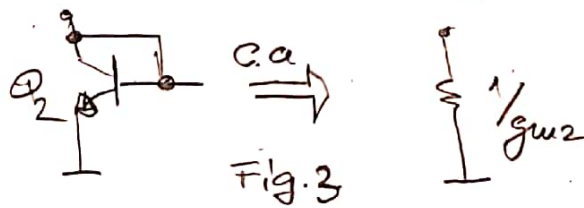
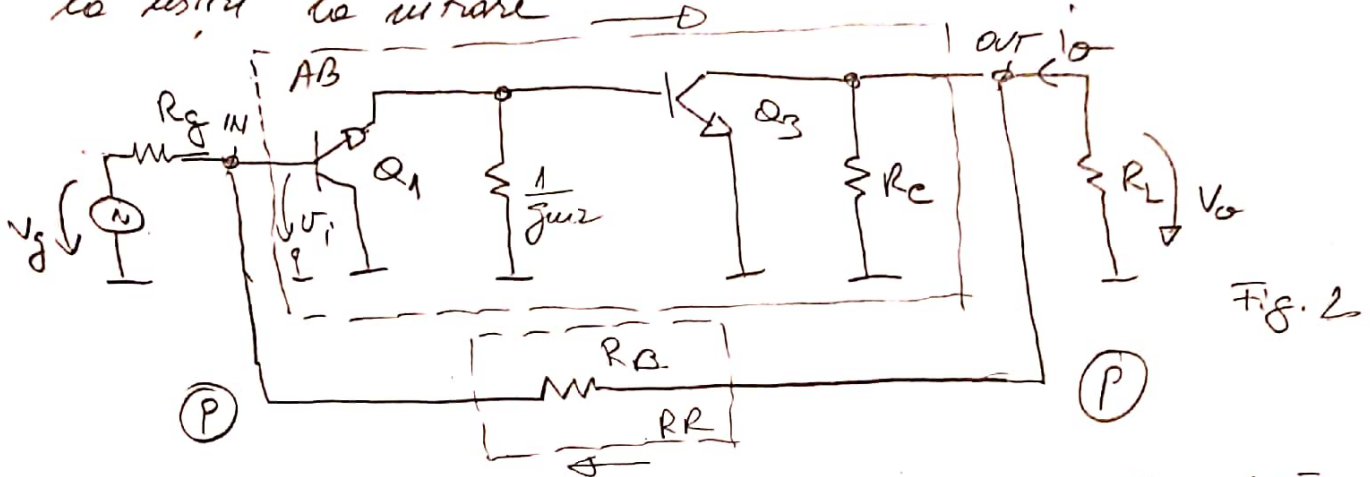
$$\begin{aligned} Q_1 & \begin{cases} V_{BE} = 0.6V \\ V_{CE} = 3.4V > V_{BE} \parallel \text{RAN} \\ I_C = 4\mu A \end{cases} ; Q_2 & \begin{cases} V_{BE} = 0.6V \\ V_{CE} = 0.6V = V_{BE} \parallel \text{RAN} \\ I_C = 4\mu A \end{cases} ; Q_3 & \begin{cases} V_{BE} = 0.6V \\ V_{CE} = 1.6V > V_{BE} \parallel \text{RAN} \\ I_C = 4\mu A \end{cases} \end{aligned}$$

2.  $A_{2g} = ?$

Se denumescă schemele de c.a. reprezentând amplificatorul de boz (AB) și rețeaua de reacție (RR) - Fig. 2.

AB este acea parte din circuit care transferă semnalul de la intrare la ieșire și îl amplifică.

RR este acea parte din circuit care transferă semnalul de la ieșire la intrare.



$$g_{m1} = g_{m2} = g_{m3} = g_m = 40 I_C = 160 \text{ KR} \pm$$

$$r_{q1} = r_{q2} = r_{q3} = r_q = \frac{1}{g_m} = \frac{200}{160} \text{ KR} = 1,25 \text{ KR}$$

Identificarea topologiei:

Pe fig. 2 am fost denumit respectiv AB și RR. Atât la IN cât și la OUT măsurăm comun (m.c.) între AB și RR este furnizat. Ca urmare topologia este una paralelă la intrare (p), paralelă la ieșire (p), adică p-p.

Se observă că, pe circuitul din fig. 2, transferul este bidirecțional:

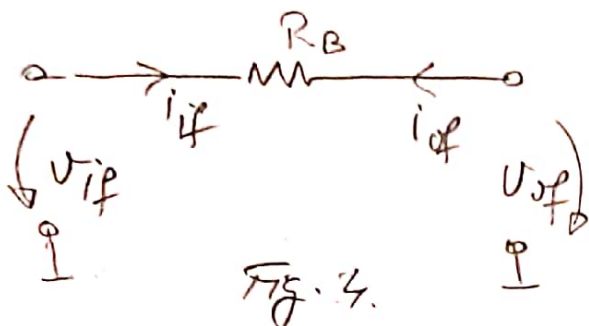
- pe AB de la in la out

- pe RR de la out la in

Pentru a reduce circuitul din fig. 2 la unul

cu transfer unidirectional, pe care nu pot calcula  
usor cu metodele cunoscute a, b, c, d, e și vo  
aplică algoritmul de rezolvare a ADN.

Se va denumi raport ADN (Fig. 4).



Tot ceea ce este notat pe  
scheme de reacție în continuu  
cu simbolul "f" (feedback)

- Apoi vom avea precizat, topologia este P-P. Ce urmează:
- mărimea comună între AB și RR la în și la out  
este tensiunea
  - mărimea comună este curentul

Se calculează trei parametri pth. RR.

$$f = \frac{m.n.i}{m.c.o} \bigg|_{m.c.i=0} \quad - \text{factorul de reacție}$$

$m.n.i$  = mărimea comună internă

$m.c.o$  = mărimea comună externă

$m.c.i$  = mărimea comună internă

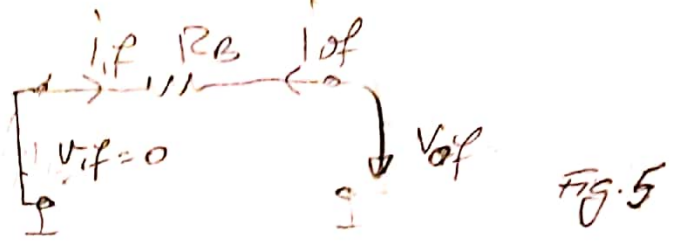
PTH. corul de foto,  $f_{\gamma} = \frac{i_f}{V_{of}} \bigg|_{V_{if}=0}$

Indicelui "y" de la f este similar cu al de  
la amplificări și are același tip de transfer curent.



Ca urmare, rezultă circuitul echivalent pt. calculul lui  $f_y$  (Fig. 5):

$$f_y = -\frac{1}{R_B} = -\frac{1}{20} \text{ ke}^{-1}$$

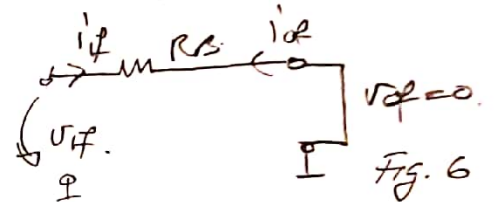


În următoarea etapă se vor calcula rezistențele de intrare și de ieșire ale R.L.,  $r_{if}$  și  $r_{of}$  ("încăleștile")

$$r_{if} = \frac{v_{if}}{i_{if}} \Big|_{u.c. = 0}$$

Circuitul echivalent pentru calculul lui  $r_{if}$  este dat în Fig. 6.

$$r_{if} = \frac{v_{if}}{i_{if}} \Big|_{v_{of} = 0} = R_B = 20 \text{ k}\Omega$$



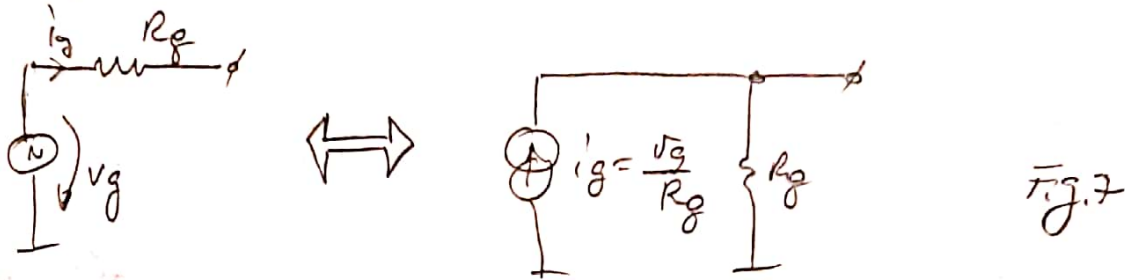
$r_{of} = \frac{v_{of}}{i_{of}} \Big|_{u.c. = 0}$ ; Circuitul echivalent pt. calculul lui  $r_{of}$  este similar cu cel din Fig. 5.

$$r_{of} = \frac{v_{of}}{i_{of}} \Big|_{v_{if} = 0} = R_B = 20 \text{ k}\Omega$$

Următoarea etapă este construirea amplificatorului în buclă deschisă (ABD), fără reacție, cu tranșee unidirectionale, pe care poate fi calculată cu tehnica raportelor amplificării de buclă deschisă, (a) rezistențele de intrare și ieșire ale buclă deschisă ( $r_i$ ,  $r_o$ ).

Fiind un ARN cu intrări paralele la intrare, atunci ABO va trebui conectat cu generator de curent ideal.

Cum, ARN din fig. 1. este conectat cu generator de tensiune  $v_g$  va fi echivalentul acestuia cu un generator de curent.



Însă, generatorul de curent  $i_g$  din fig. 7. nu este ideal (are un  $R_g$  în serie). Pentru a îndeplini condiția de generator ideal va include  $R_g$  paralel în schema ABO.

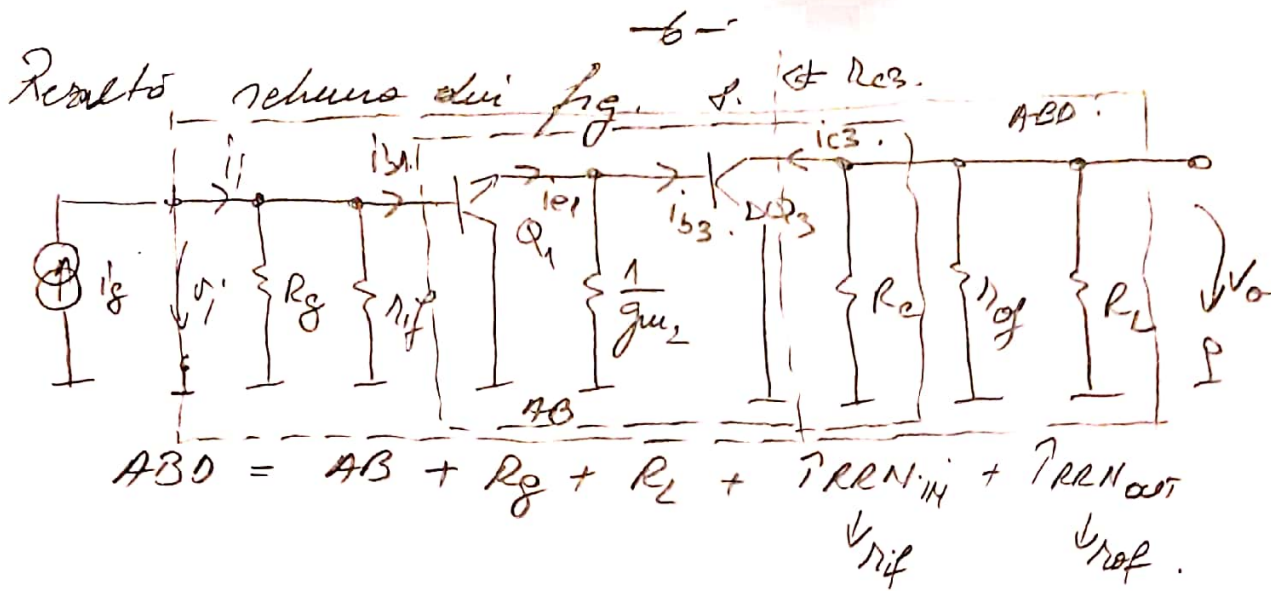
În continuare, ABO este un amplificator care funcționează în condiții ideale în la intrare. Cum topologia de intrare este una paralelă, ABO. trebuie să funcționeze pe o rezistență de sarcină infinite - gol la intrare. Dacă există un  $R_L$  în serie, pentru a respecta condiția de intrare în gol,  $R_L$  va fi inclus în ABO.

Deci, ABO va include:

- la intrare,  $R_g$  în serie cu sursa de tensiune  $v_g$  - ref
- la ieșire,  $R_L$  în serie cu sarcina de sarcină  $R_L$  - ref

Cum topologia este p-p  $R_g$  și  $R_L$  la intrare și

$R_L$  și  $R_L$  la ieșire vor fi conectați în paralel cu ieșirea și intrarea, respectiv, intrarea amplificatorului.



$a = \frac{m.c.o}{m.g}$  ; Solucao:  $R_L' = R_c \parallel r_{ref} \parallel R_L \approx 11K$

$$a = \frac{V_o}{i_g} = \frac{V_o}{i_{c3}} \cdot \frac{i_{c3}}{i_{b3}} \cdot \frac{i_{b3}}{i_{e1}} \cdot \frac{i_{e1}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_g} = -R_L' \cdot \beta \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \beta \cdot \frac{R_{g/2}}{R_{g/2} + 2R_g}$$

$$i_{b3} = i_{e1} \cdot \frac{\frac{1}{g_{m2}}}{\frac{1}{g_{m2}} + R_{B3}} \Rightarrow \frac{i_{b3}}{i_{e1}} = \frac{\frac{1}{g_{m2}}}{1 + g_{m2} R_{B3}} \approx \frac{1}{\beta}$$

$$i_{b1} = i_g \cdot \frac{R_g \parallel r_{if}}{R_g \parallel r_{if} + R_{B1} + (\beta + 1) \left( \frac{1}{g_{m2}} \parallel R_{B3} \right)} \approx i_g \cdot \frac{R_{g/2}}{R_{g/2} + R_{B1} + R_{B3}}$$

$$\frac{i_{b1}}{i_g} = \frac{R_{g/2}}{R_{g/2} + 2R_g}$$

$$a_{2g} = -\beta \cdot R_L' \cdot \frac{R_{g/2}}{R_{g/2} + 2R_g} \approx -200 \cdot 11K \cdot \frac{10K}{10K + 25K} = -160K\Omega$$

$$a_{2g} = -160K\Omega$$

$$r_i = \frac{v_i}{i_i} = R_g \parallel r_{if} \parallel \left[ R_{B1} + (\beta + 1) \left( \frac{1}{g_{m2}} \parallel R_{B3} \right) \right] \approx R_g \parallel r_{if} \parallel 2R_g$$

$$r_i = 210\Omega$$

$$r_o = \frac{V_o}{i_o} / i_g = 0$$



- 7 -

$$\text{Dacă } i_g = 0 \Rightarrow i_1 = 0 \Rightarrow i_{b1} = 0 \Rightarrow i_{e1} = \beta \cdot i_{b1} = 0 \Rightarrow$$

$$i_{b3} = i_{e1} \cdot \frac{\frac{1}{g_{m2}}}{\frac{1}{g_{m2}} + r_{e3}} = 0 \Rightarrow i_{e3} = \beta \cdot i_{b3} = 0.$$

$R_o = R_L \parallel R_{ef} \parallel R_c \parallel R_{c3}$ , unde  $R_{c3}$  este rezistența  
"văzută" în C lui  $Q_3$  la  $i_g = 0$ .

$$R_{c3} = \left. \frac{v_o}{i_{c3}} \right|_{i_g=0} = \frac{v_o}{0} = \infty$$

$$\text{În ci, } R_o = R_L \parallel R_{ef} \parallel R_c \approx 1 \text{ k}\Omega$$

Se calculează transmisia pe buclă:

$$T = a_{eg} \cdot f_y = -160 \text{ k}\Omega \cdot \left(-\frac{1}{20}\right) \text{ k}\Omega^{-1} = 8$$

$T > 0$  n' adăunghională  $\Rightarrow$  R.N.

Se calculează  $A_{eg}$ ,  $R_i$ ,  $r_i$ ,  $R_o$  pentru amplificatorul  
cu rochi.

$$A_{eg} = \frac{a_{eg}}{1 + a_{eg} \cdot f_y} = \frac{a_{eg}}{1 + T} = \frac{-160 \text{ k}\Omega}{9} \approx -18 \text{ k}\Omega$$

Dacă  $T \gg 1$  (ceea ce nu este adevărat pentru acest caz)  
atunci  $A_{eg} \approx \frac{1}{f_y} \Rightarrow$  Amplif. cu rochi depinde  
doar de R.N., nu corul de foto de R.B.

Cum un rezistor poate fi controlat cu precizie ridicată  
n' poate avea o dependență redusă față de temperatură.

-8-

rezultă că amplificarea ARN este controlată cu  
reproducție pe un lot de amplificatoare - având tipul  
ARN.

Se calculează rezistențele de intrare și ieșire ARN.  
Fiind topologie paralelă la intrare rezultă:

$$R_i^{-1} = (1+T) R_i^{-1} - R_g^{-1}$$

↳ se poate rezista de generare  
core un apertură ARN. Aceasta  
a fost introdusă în ABO pt. o  
rețea TRN.

$$R_i \approx 200 \Omega$$

$$R_o^{-1} = (1+T) R_o^{-1} - R_e^{-1}$$

↳ se poate R<sub>e</sub> core un apertură ARN.

$$R_o \approx 120 \Omega$$

data: