



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



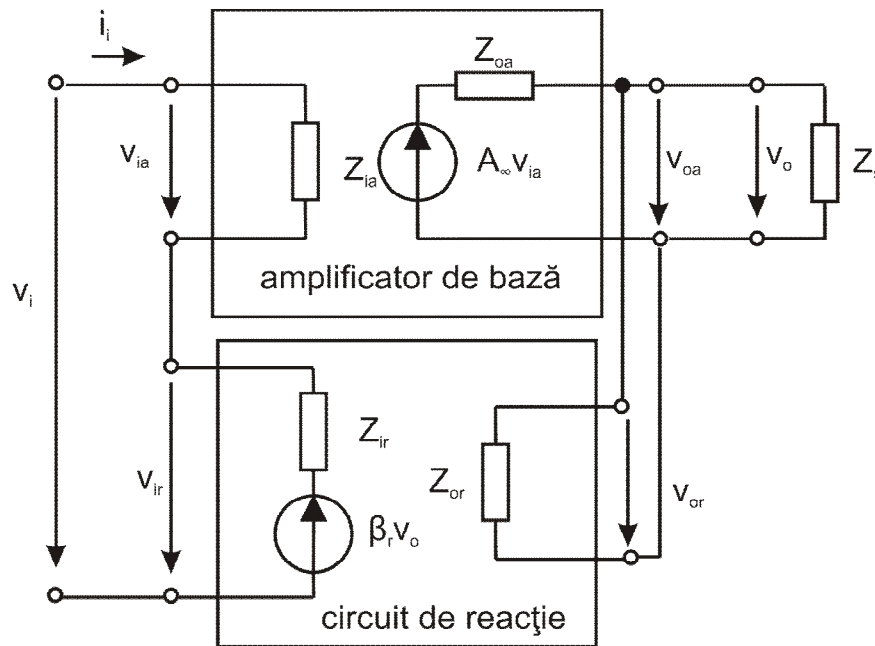
Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

Elemente de Electronică Analogică

19. Reacția negativă serie de tensiune

Influența reacției negative serie de tensiune asupra performanțelor unui amplificator

➤ schema de principiu:



- amplificatorul de bază caracterizat prin: $A_{\infty}, Z_{ia}, Z_{oa}$ (se neglijează transferul invers prin amplificator);
- circuitul de reacție caracterizat prin: β_r, Z_{ir}, Z_{or} (se neglijează transferul direct prin circuitul de reacție);
- în mod obișnuit: $Z_{ia} \gg Z_{ir}; Z_{oa} \ll Z_{or}$ (circuitul de reacție trebuie să influențeze cât mai puțin amplificatorul de bază).

a) amplificarea cu reacție:

$$A' = \frac{v_o}{v_i}$$

Dar:

$$v_o = A_{\infty} v_{ia} \frac{Z_s \parallel Z_{or}}{Z_{oa} + Z_s \parallel Z_{or}} = A(Z_s, Z_{or}) v_{ia}$$

$A(Z_s, Z_{or})$ - amplificarea amplificatorului de bază ținând seama de impedanța de sarcină și de încărcarea pe care o produce circuitul de reacție;

La intrare:

$$v_{ia} = \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}} (v_i - \beta_r v_o) \quad (\text{prin divizor});$$

Deci:

$$v_o = A(Z_s, Z_{or}) \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}} (v_i - \beta_r v_o);$$

Se notează:

$$A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir}) = A(Z_s, Z_{or}) \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}}$$

(amplificarea amplificatorului de bază cu încărcările pe care le produce circuitul de reacție și sarcina);

Rezultă:

$$A' = \frac{v_o}{v_i} = \frac{A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir})}{1 + \beta_r A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir})}$$

Dacă:

$$Z_{oa} \ll Z_{or}$$

$$Z_{ia} \gg Z_{ir}$$

$$Z_{oa} \ll Z_s$$

$$A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir}) \rightarrow A(Z_s) \rightarrow A_\infty$$

Observații:

1. pentru ca reacția să fie negativă este necesar ca:

$$|1 + \beta_r A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir})| > 1$$

dacă $\beta_r > 0$ (factorul de reacție se obține, de obicei, prin rapoarte de rezistențe), este necesar ca $A > 0$, deci *amplificator neinversor*;

2. modulul amplificării de tensiune scade;

3. stabilitatea amplificatorului cu reacție este mai bună decât cea a amplificatorului fără reacție (dependentă de condițiile reale de funcționare – parametrii tranzistoarelor, PSF, componente pasive, sarcină, temperatură);

$$\frac{dA'}{A'} = \frac{dA}{A} - \frac{\beta_r dA}{1 + \beta_r A} = \frac{dA}{A} \frac{1}{1 + \beta_r A}$$

dacă reacția este puternică, adică dacă: $|\beta_r A| \gg 1$ rezultă:

$$A' \cong \frac{1}{\beta_r}$$

b) impedanța de intrare:

Curentul de intrare este același prin Z_{ia} și Z_{ir} (greu de realizat în practică);

$$i_i = \frac{v_{ia}}{Z_{ia}} = \frac{v_o}{A(Z_s, Z_{or}) Z_{ia}}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{int}} &= \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{v_o} A(Z_s, Z_{or}) Z_{ia} = \\ &= \frac{A(Z_s, Z_{or})}{A(Z_s, Z_{or}, Z_{ir})} [1 + \beta_r A(Z_s, Z_{or}, Z_{ia})] Z_{ia} = \\ &= \frac{Z_{ia} + Z_{ir}}{Z_{ia}} [1 + \beta_r A(Z_s, Z_{or}, Z_{ia})] Z_{ia} = \\ &= Z_{ia} + Z_{ir} + \beta_r A(Z_s, Z_{or}, Z_{ia}) (Z_{ia} + Z_{ir}) = \end{aligned}$$

$$= Z_{ia} + Z_{ir} + \beta_r A(Z_s, Z_{or}) Z_{ia} =$$

$$= Z_{ia} \left[1 + \beta_r A(Z_s, Z_{or}) + \frac{Z_{ir}}{Z_{ia}} \right] \text{ (interpretare)}$$

Dacă: $Z_{ia} \gg Z_{ir} \rightarrow Z_{int} \cong Z_{ia} (1 + \beta_r A)$.

Concluzie: impedanța de intrare este mărită substanțial.

c) impedanța de ieșire

Se pasivizează tensiunea de intrare iar impedanța generatorului de semnal rămâne în serie cu impedanța de intrare a amplificatorului de bază.

$$i_o = \frac{v_o - A_\infty v_{ia}}{Z_{oa}} + \frac{v_o}{Z_{or}}$$

Dar, din circuit, pentru $v_i = 0$:

$$v_{ia} = -\beta_r \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}} v_o \text{ (divizor de tensiune);}$$

Deci:

$$i_o = \frac{v_o - A_\infty(-\beta_r v_o) \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}}}{Z_{oa}} + \frac{v_o}{Z_{or}}$$

Rezultă:

$$Z_{ies} = Z_{or} \left\| \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A_\infty \frac{Z_{ia}}{Z_{ia} + Z_{ir}}} \right\| = Z_{or} \left\| \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A(Z_{ir}, Z_g)} \right\|$$

Dacă: $Z_{ir} \ll Z_{ia} \rightarrow Z_{ies} \cong Z_{or} \left\| \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A_\infty} \right\|$.

Observatie: impedanță de ieșire foarte mică, amplificatorul se comportă ca un generator de tensiune la ieșire.

Altfel:

$$Z_{ies} = Z_{or} \left\| \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A_\infty(Z_{ir})} \right\| = \frac{Z_{or} \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A_\infty(Z_{ir})}}{Z_{or} + \frac{Z_{oa}}{1 + \beta_r A_\infty(Z_{ir})}} =$$

$$= \frac{Z_{or}Z_{oa}}{Z_{or} + Z_{oa} + \beta_r A_{\infty}(Z_{ir})Z_{or}} = \frac{\frac{Z_{or}Z_{oa}}{Z_{or} + Z_{oa}}}{1 + \beta_r A_{\infty}(Z_{ir}) \frac{Z_{or}}{Z_{or} + Z_{oa}}}$$

$$Z_{ies} = \frac{Z_{or} \parallel Z_{oa}}{1 + \beta_r A_{\infty}(Z_{or}, Z_{ir})}$$

(impedanța de ieșire fără reacție, cu influența circuitului de reacție micșorată cu diferența de întoarcere).