



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



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

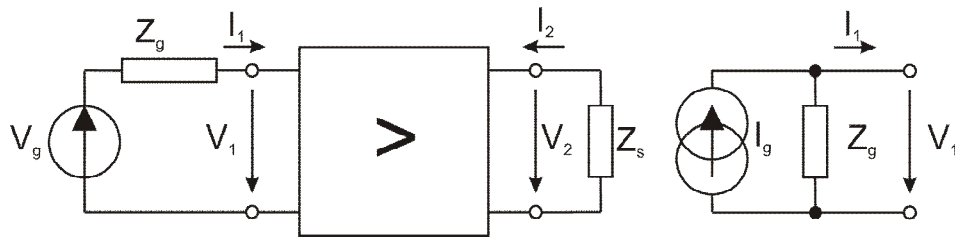
Elemente de Electronică Analogică

10. Parametrii amplificatoarelor

Caracterizarea generala a amplificatoarelor electronice

Parametrii amplificatoarelor

- mărimi ce caracterizează un amplificator



Observatie: toate mărimile sunt complexe în cazul general.

➤ amplificarea de tensiune: $A_u = A = \frac{U_2}{U_1}$ (depinde de Z_s)

➤ amplificarea de curent: $A_i = \frac{I_2}{I_1}$ (depinde de Z_s)

➤ impedanța de intrare: $Z_{\text{int}} = \frac{U_1}{I_1}$ (depinde de Z_s)

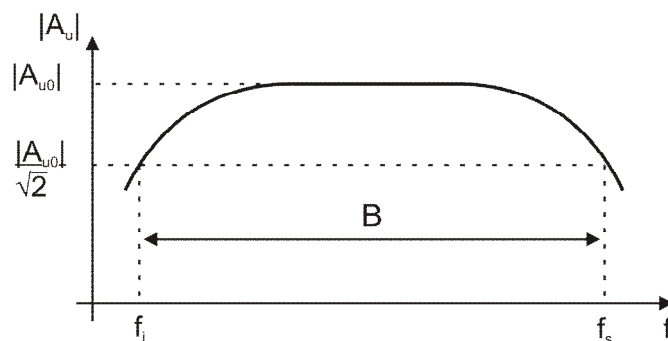
➤ impedanța de ieșire: $Z_{\text{ies}} = \frac{U_2}{I_2} \Big|_{E_g=0; Z_g \neq 0; Z_s \rightarrow \infty}$

(se anulează sursa de semnal dar impedanța sa internă, Z_g , rămâne în circuit)

- amplificarea globală de tensiune: $A_{ug} = \frac{U_2}{E_g}$ (pentru excitație cu generator de tensiune)
- amplificarea globală de curent: $A_{ig} = \frac{I_2}{I_g}$ (pentru excitație cu generator de curent)
- amplificarea de putere: $A_p = |A_u||A_i|$ (pentru sarcină rezistivă)
- amplificare globală de putere – în cele două situații.

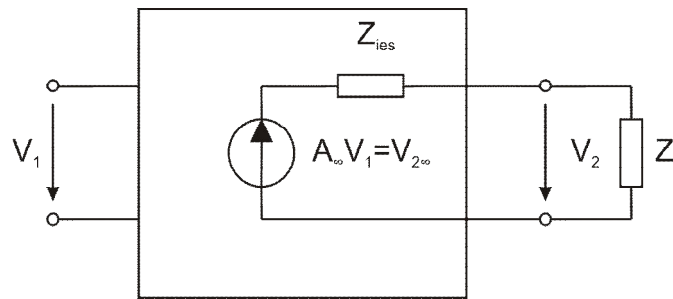
Alți parametric:

- banda de frecvențe



- tensiunea echivalentă de zgomot;
- puterea debitată în sarcină;
- puterea absorbită de la sursele de alimentare;
- valori limită absolute pentru tensiuni, curenți, puteri;
- etc.

Circuitul de ieșire al unui amplificator



$$U_2 = U_0 \frac{Z_s}{Z_s + Z_{ies}}$$

$$Z_s \rightarrow \infty \text{ (în gol)} \rightarrow U_{2\infty} = U_0$$

Deci:

$$U_2 = U_{2\infty} \frac{Z_s}{Z_s + Z_{ies}}$$

Dar:

$$\frac{U_2}{U_1} = A \quad \text{și} \quad \frac{U_{2\infty}}{U_1} = A_\infty$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{2\infty}}{U_1} \frac{Z_s}{Z_s + Z_{ies}}$$

sau

$$A = A_\infty \frac{Z_s}{Z_s + Z_{ies}}$$

Rezultă:

$$Z_{ies} = Z_s \left(\frac{A_\infty}{A} - 1 \right)$$

Amplificator caracterizat prin parametrii de cuadripol

Observatie: orice amplificator, independent de structura sa, de numărul de elemente active sau pasive și de tipul acestora poate fi caracterizat global prin parametrii săi de cuadripol cu care se pot determina performanțelor sale globale atunci când este comandat la intrare cu un generator de tensiune (sau de curent) și când lucrează pe o sarcină precizată, Z_s .

- amplificatorul este caracterizat prin parametrii hibridi de cuadripol, H.
- relațiile de calcul

$$\begin{cases} \underline{U}_1 = H_i \underline{I}_1 + H_r \underline{U}_2 \\ \underline{I}_2 = H_f \underline{I}_1 + H_o \underline{U}_2 \end{cases} \quad \begin{cases} \underline{U}_2 = -Z_s \underline{I}_2 \\ \underline{U}_g = \underline{U}_1 + Z_g \underline{I}_1 \\ \underline{I}_g = \frac{\underline{U}_1}{Z_g} + \underline{I}_1 \end{cases}$$

Observatie: pentru circuitul de intrare relațiile vor fi diferite – în funcție de modul de comandă a amplificatorului.

Se calculează *amplificarea de curent* sub forma:

$$A_i = \frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1} = \frac{H_f}{1 + H_o Z_s}$$

prima relație devine:

$$\underline{U}_1 = H_i \underline{I}_1 - H_r Z_s \underline{I}_2 = H_i \underline{I}_1 - H_r Z_s A_i \underline{I}_1,$$

de unde se calculează *impedanța de intrare*:

$$Z_{\text{int}} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} = H_i - H_r A_i Z_s$$

sau:

$$Z_{\text{int}} = H_i - \frac{H_r H_f Z_s}{1 + H_o Z_s} = \frac{H_i + Z_s \Delta H}{1 + H_o Z_s}$$

Deoarece $\underline{U}_1 = Z_{\text{int}} \underline{I}_1$ și $\underline{U}_2 = -Z_s \underline{I}_2$, prin raportarea celei de a doua relații la prima, rezultă:

$$A_u = -\frac{Z_s}{Z_{\text{int}}} A_i$$

o relație foarte importantă care leagă trei dintre mărimile ce caracterizează amplificatorul.

Mai rezultă:

$$A_u = -\frac{H_f Z_s}{H_i + Z_s \Delta H}$$

cea ce reprezintă expresia generală a **amplificării de tensiune** a amplificatorului caracterizat prin parametrii de cuadripol.

Prin raportarea relațiilor:

$$\begin{aligned} \underline{U}_g &= Z_{\text{int}} \underline{I}_1 + Z_g \underline{I}_1 \\ \underline{U}_2 &= -Z_s \underline{I}_2 \end{aligned}$$

se va obține: **amplificarea globală de tensiune**:

$$A_{ug} = \frac{U_2}{U_g} = -\frac{Z_s}{Z_s + Z_{\text{int}}} A_i$$

Înlocuind pe Z_{int} și pe A_i , se obține:

$$A_{ug} = -\frac{H_f Z_s}{H_i + Z_s \Delta H + Z_g (1 + H_o Z_s)}$$

Aceeași expresie se obține și dacă se observă că:

$$A_{ug} = \frac{U_2}{U_g} = \frac{U_2}{U_1} \frac{U_1}{U_g} = A_u \frac{Z_{\text{int}}}{Z_{\text{int}} + Z_g}$$

(s-a pus în evidență divizorul de tensiune între impedanța Z_g și impedanța de intrare a amplificatorului).

Pentru **amplificarea globală de curent**

$$A_{ig} = \frac{I_2}{I_g} = \frac{I_2}{I_1} \frac{I_1}{I_g} = A_i \frac{Z_g}{Z_g + Z_{int}}$$

(s-a pus în evidență divizorul de curent între impedanța Z_g și impedanța de intrare a amplificatorului); se obține:

$$A_{ig} = \frac{H_f Z_g}{Z_g (1 + H_o Z_s) + H_i + Z_s \Delta H}$$

Pentru **impedanța de ieșire**, în ambele cazuri se anulează generatorul de tensiune (sau de curent), dar impedanța sa internă rămâne în circuit; rezultă:

$$U_1 = Z_g I_1$$

curentul de intrare va fi:

$$I_1 = -\frac{H_f U_2}{Z_g + H_i}$$

rezultă:

$$I_2 = -\frac{H_r H_f U_2}{Z_g + H_i} + H_o U_2,$$

adică:

$$Z_{ies} = \frac{U_2}{I_2} \Bigg|_{\substack{U_g, I_g = 0 \\ Z_g \neq 0}} = \frac{H_i + Z_g}{\Delta H + Z_g H_o}$$

Se pot distinge două cazuri particulare:

a) comanda cu generator ideal de tensiune ($Z_g=0$)

$$Z_{ies}(Z_g = 0) = \frac{H_i}{\Delta H}$$

b) comanda cu generator ideal de curent ($Z_g \rightarrow \infty$)

$$Z_{ies}(Z_g \rightarrow \infty) = \frac{1}{H_o}$$

Amplificarea de putere se calculează conform relațiilor generale deduse numai pentru sarcini rezistive:

$$A_p = |A_u| |A_i|$$

Relațiile pot fi folosite pentru orice amplificator caracterizat prin parametrii H , indiferent de structura sa.

Așadar, pentru circuitele elementare (emitor la masă, bază la masă, respectiv colector la masă) amplificările de tensiune și de curent și impedanțele de intrare și de ieșire vor fi determinate cu relațiile deduse în care, în locul parametrilor H , vor fi introduși parametrii hibridi corespunzători.

În funcție de circuitele concrete de polarizare vor putea fi determinate amplificările globale de tensiune A_{ug} sau de curent A_{ig} și apoi amplificările de putere A_p numai pentru sarcini rezistive.

Având în vedere faptul că impedanțele de intrare și de ieșire sunt afectate, uneori în mod esențial, de rezistențele din circuitele de polarizare în c.c., impedanța de intrare a schemei de principiu va fi notată cu Z_i (pentru schema cu emitor la masă), respectiv Z_{ib} (pentru schema cu bază la masă) și Z_{ic} (pentru schema cu colector la masă) și va fi calculată cu relația dedusă aici, iar impedanța de intrare în amplificator, inclusiv cu circuitul de polarizare se va nota cu Z_{int} .

Similar, impedanța de ieșire a schemei de principiu va fi notată cu Z_o (pentru schema cu EM) respectiv Z_{ob} (pentru schema cu BM) și Z_{oc} (pentru schema cu CM) și va fi calculată cu relația dedusă în cazul general, iar impedanța de ieșire din amplificator, inclusiv cu elementele circuitului de polarizare se va nota cu Z_{ies} .

Influența elementelor circuitului de polarizare, mai mare sau mai mică, depinde de schema concretă de polarizare în c.c. și de valorile elementelor de circuit în comparație cu parametrii elementelor active.