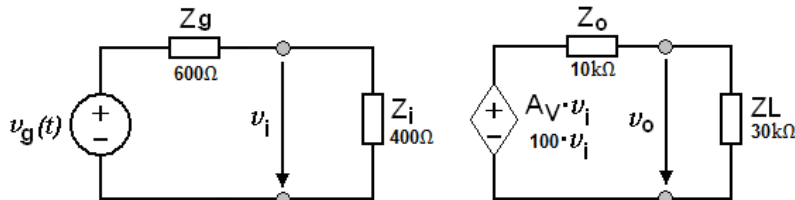


Problema 1

Se consideră un amplificator liniar de tensiune. În urma măsurărilor, se constată că acesta are o amplificare în tensiune $A_V=100$, o impedanță de intrare de $Z_i=400\Omega$ și o impedanță de ieșire de $Z_o=10k\Omega$. Să se determine valoarea reală a amplificării în tensiune a amplificatorului, dacă la intrarea acestuia se conectează un generator de tensiune sinusoidală cu impedanța de ieșire $Z_g=600\Omega$, iar la ieșirea acestuia se conectează o impedanță de sarcină de $Z_L=30k\Omega$.

Rezolvare

Circuitul de calcul a valorii reale a amplificării în tensiune este



iar relația de calcul a valorii reale a amplificării în tensiune este următoarea:

$$A_{Vg} = A_V \cdot \left(\frac{Z_i}{Z_g + Z_i} \right) \cdot \left(\frac{Z_L}{Z_o + Z_L} \right)$$

$$A_{Vg} = 100 \cdot \left(\frac{0,4[k\Omega]}{0,6[k\Omega] + 0,4[k\Omega]} \right) \cdot \left(\frac{30[k\Omega]}{10[k\Omega] + 30[k\Omega]} \right)$$

$$A_{Vg} = 100 \cdot (0,4) \cdot (0,75)$$

$$A_{Vg} = 30$$

Se remarcă faptul că prin conectarea amplificatorului la circuitele externe, amplificarea în tensiune se reduce de la valoarea 100 (valoarea ideală, obținută în condițiile în care amplificatorul nu este conectat la circuitele externe), la 30. Reducerea valorii amplificării în tensiune este cauzată de pierderile de tensiune la bornele de intrare, respectiv de ieșire, ale amplificatorului.

Problema 2: Se consideră 2 amplificatoare liniare de tensiune. La bornele de intrare ale primului se aplică un generator de tensiune sinusoidală de amplitudine $V_g = 10mV$ și componenta medie nulă.

a. să se determine amplitudinea tensiunii obținute pe impedanța de sarcină Z_L a celui de-al 2lea amplificator, notată v_{o2} , pentru cazul în care amplificatoarele au următoarele valori pentru parametrii circuitelor echivalente

$Z_{i1} = 100\Omega$, $A_{V1} = 100$, $Z_{o1} = 100\Omega$,

$Z_{i2} = 400\Omega$, $A_{V2} = 5$, $Z_{o2} = 4k\Omega$,

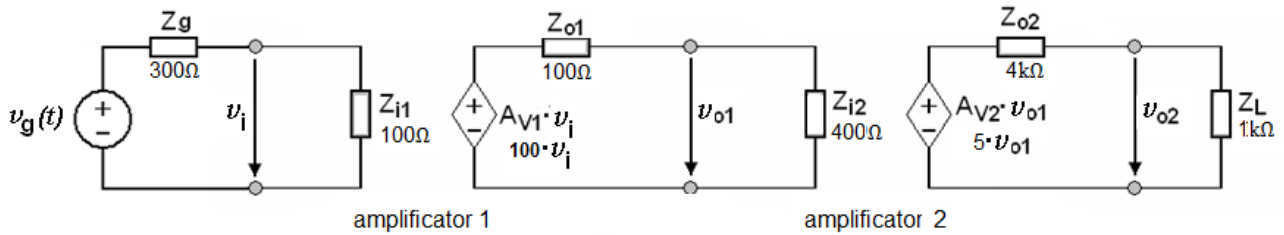
generatorul de semnal are o impedanță $Z_g = 300\Omega$, iar sarcina celui de-al 2lea amplificator este $Z_L = 1k\Omega$.

b. să se determine valoarea amplitudinii V_{o2} , pentru cazul în care impedanțele de intrare și de ieșire ale celor 2 amplificatoare satisfac condițiile ideale de proiectare ale amplificatoarelor de tensiune, $Z_i \rightarrow \infty$ și $Z_o \rightarrow 0$.

Exemple de probleme rezolvate pentru cursul 07 DEEA
Amplificatoare liniare

Rezolvare

Circuitul de calcul a amplificării în tensiune este indicat mai jos:



a. Valoarea amplificării în tensiune a întregului circuit se calculează cu relația următoare:

$$A_{Vg} = \frac{v_{o2}}{v_g}$$

Relația de mai sus, se poate rescrie în forma următoare

$$A_{Vg} = \frac{v_{o2}}{v_g} = \frac{v_{o2}}{v_{o1}} \cdot \frac{v_{o1}}{v_i} \cdot \frac{v_i}{v_g}$$

care permite calcularea valorii amplificării în tensiune a întregului circuit, pe baza rapoartelor individuale. În continuare, se prezintă modul în care se pot calcula rapoartele individuale implicate în relația de calcul a amplificării în tensiune A_{Vg} .

Rapoartul $\frac{v_{o2}}{v_{o1}}$ se determină observând că impedențele Z_L și Z_{o2} formează un divizor de tensiune pentru generatorul de tensiune $A_{V2} \cdot v_{o1}$ a celui de-al 2lea amplificator liniar, \Rightarrow

$$v_{o2} = \frac{Z_L}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{V2} \cdot v_{o1} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_{o2}}{v_{o1}} = \frac{Z_L}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{V2}$$

Rapoartul $\frac{v_{o1}}{v_i}$ se determină observând că impedențele Z_{i2} și Z_{o1} formează un divizor de tensiune pentru generatorul de tensiune $A_{V1} \cdot v_i$ a primului amplificator liniar, \Rightarrow

$$v_{o1} = \frac{Z_{i2}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{V1} \cdot v_i \quad \Rightarrow \quad \frac{v_{o1}}{v_i} = \frac{Z_{i2}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{V1}$$

Rapoartul $\frac{v_i}{v_g}$ se determină observând că impedențele Z_{i1} și Z_g formează un divizor de tensiune pentru generatorul de tensiune v_g aplicat la intrarea întregului circuit \Rightarrow

$$v_i = \frac{Z_{i1}}{Z_{i1} + Z_g} \cdot v_g \quad \Rightarrow \quad \frac{v_i}{v_g} = \frac{Z_{i1}}{Z_{i1} + Z_g}$$

Exemple de probleme rezolvate pentru cursul 07 DEEA
Amplificatoare liniare

Rezultă că amplificarea în tensiune a circuitului este:

$$A_{Vg} = \frac{Z_L}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{V2} \cdot \frac{Z_{i2}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{V1} \cdot \frac{Z_{i1}}{Z_{i1} + Z_g}$$

sau

$$A_{Vg} = A_{V1} \cdot A_{V2} \cdot \frac{Z_L}{Z_L + Z_{o2}} \cdot \frac{Z_{i2}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot \frac{Z_{i1}}{Z_{i1} + Z_g}$$

\Rightarrow

$$A_{Vg} = 100 \cdot 5 \cdot \frac{1[k\Omega]}{1[k\Omega] + 4[k\Omega]} \cdot \frac{0,4[k\Omega]}{0,4[k\Omega] + 0,1[k\Omega]} \cdot \frac{0,1[k\Omega]}{0,1[k\Omega] + 0,3[k\Omega]}$$

$$A_{Vg} = 500 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,25$$

\Rightarrow

$$A_{Vg} = 20$$

\Rightarrow

Din relația de calcul a amplificării în tensiune a circuitului, $A_{Vg} = \frac{v_{o2}}{v_g} \Rightarrow$

$$v_{o2} = A_{Vg} \cdot v_g$$

\Rightarrow relația dintre amplitudinile celor două tensiuni este:

$$V_{o2} = |A_{Vg}| \cdot V_g$$

(în calculul valorii amplitudinilor, se consideră modulul amplificării)

$$\Rightarrow V_{o2} = 20 \cdot 10[mV] = 200[mV]$$

$$V_{o2} = 200[mV]$$

b. În cazul în care amplificatoarele satisfac condițiile ideale de proiectare ale amplificatoarelor de tensiune, $Z_i \rightarrow \infty$ și $Z_o \rightarrow 0$, valoarea amplificării în tensiune a circuitului devine:

$$A_{Vg} = 100 \cdot 5 \cdot \frac{1[k\Omega]}{1[k\Omega] + 0} \cdot \frac{\infty}{\infty + 0} \cdot \frac{\infty}{\infty + 0,3[k\Omega]} = 500 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$A_{Vg} = 500$$

valoarea maximă a amplificării în tensiune

Exemple de probleme rezolvate pentru cursul 07 DEEA
Amplificatoare liniare

Se remarcă faptul că, atunci când sunt satisfăcute condițiile ideale de proiectare pentru amplificatoarele de tensiune, valoarea amplificării în tensiune devine maximă. În caz contrar, valoarea amplificării în tensiune scade datorită pierderilor de tensiune care apar la bornele de intrare, respectiv de ieșire ale amplificatoarelor.

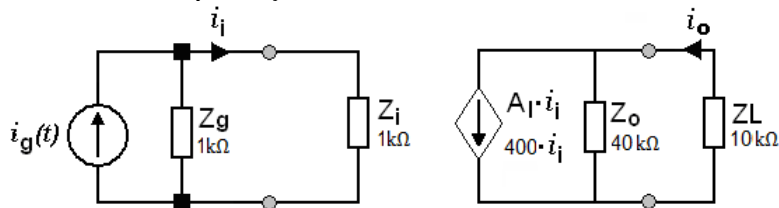
Conform punctului precedent, $V_{o2} = |A_{Vg}| \cdot V_g$

$$\Rightarrow V_{o2} = 500 \cdot 10[mV] = 5000[mV] = 5[V]$$

$$\boxed{V_{o2} = 5[V]}$$

Problema 3

Se consideră un amplificator liniar de curent. În urma măsurărilor, se constată că acesta are o amplificare în curent $A_I = 400$, o impedanță de intrare de $Z_i = 1k\Omega$ și o impedanță de ieșire de $Z_o = 40k\Omega$. Să se determine valoarea reală a amplificării în curent a amplificatorului, dacă la intrarea acestuia se conectează un generator de curent sinusoidal cu impedanța de ieșire $Z_g = 1k\Omega$, iar la ieșirea acestuia se conectează o impedanță de sarcină de $Z_L = 10k\Omega$.



Rezolvare

Circuitul de calcul a valorii reale a amplificării în curent este

iar relația de calcul a valorii reale a amplificării în curent este următoarea:

$$\boxed{A_{Ig} = A_I \cdot \left(\frac{Z_g}{Z_g + Z_i} \right) \cdot \left(\frac{Z_o}{Z_o + Z_L} \right)}$$

$$A_{Ig} = 400 \cdot \left(\frac{1[k\Omega]}{1[k\Omega] + 1[k\Omega]} \right) \cdot \left(\frac{40[k\Omega]}{40[k\Omega] + 10[k\Omega]} \right)$$

$$A_{Ig} = 400 \cdot (0,5) \cdot (0,8)$$

$$\boxed{A_{Ig} = 160}$$

Se remarcă faptul că prin conectarea amplificatorului la circuitele externe, amplificarea în curent se reduce de la valoarea 400 (valoarea ideală, obținută în condițiile în care amplificatorul nu este conectat la circuitele externe), la 160. Reducerea valorii amplificării în curent este cauzată de pierderile de curent la bornele de intrare, respectiv de ieșire, ale amplificatorului.

Problema 4

Se consideră 2 amplificatoare liniare de curent. La bornele de intrare ale primului se aplică un generator de curent sinusoidal de amplitudine $I_g = 10\mu A$ și componenta medie nulă.

a. să se determine amplitudinea curentului obținut pe impedanța de sarcină Z_L a celui de-al 2lea amplificator, notat i_{o2} , pentru cazul în care amplificatoarele au următoarele valori pentru parametrii circuitelor echivalente

$$Z_{i1} = 100\Omega, A_{11} = 100, Z_{o1} = 100\Omega,$$

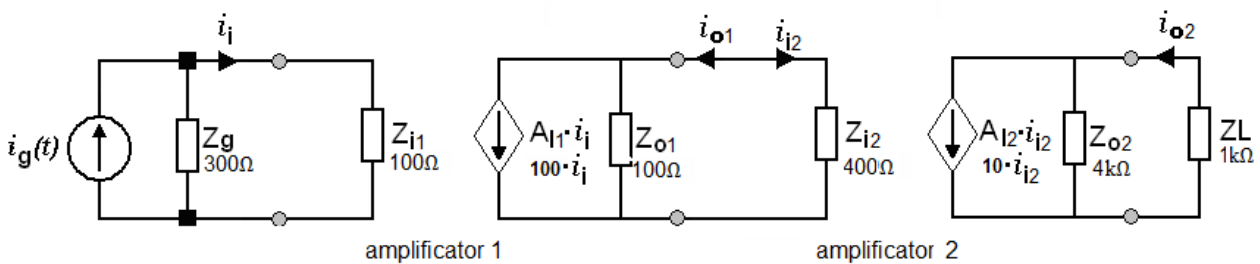
$$Z_{i2} = 400\Omega, A_{12} = 10, Z_{o2} = 4k\Omega,$$

generatorul de semnal are o impedență $Z_g = 300\Omega$, iar sarcina celui de-al 2lea amplificator este $Z_L = 1k\Omega$.

b. să se determine valoarea amplitudinii I_{o2} , pentru cazul în care impedențele de intrare și de ieșire ale celor 2 amplificatoare satisfac condițiile ideale de proiectare ale amplificatoarelor de curent, $Z_i \rightarrow 0$ și $Z_o \rightarrow \infty$.

Rezolvare

Circuitul de calcul a amplificării în curent este indicat mai jos.



a. Valoarea amplificării în curent a întregului circuit se calculează cu relația următoare:

$$A_{I_g} = \frac{i_{o2}}{i_g}$$

Relația de mai sus, se poate rescrie în forma următoare

$$A_{I_g} = \frac{i_{o2}}{i_g} = \frac{i_{o2}}{i_{o1}} \cdot \frac{i_{o1}}{i_i} \cdot \frac{i_i}{i_g}$$

care permite calcularea valorii amplificării în curent a întregului circuit, pe baza rapoartelor individuale. Deoarece, conform circuitului de calcul,

$$i_{i2} = -i_{o1}$$

Relația de calcul a amplificării în curent se poate rescrie astfel:

$$A_{I_g} = -\frac{i_{o2}}{i_{i2}} \cdot \frac{i_{o1}}{i_i} \cdot \frac{i_i}{i_g}$$

Exemple de probleme rezolvate pentru cursul 07 DEEA
Amplificatoare liniare

În continuare, se prezintă modul în care se pot calcula rapoartele individuale implicate în relația de calcul a amplificării în curent A_{Ig} .

Raportul $\frac{i_{o2}}{i_{i2}}$ se determină observând că impedanțele Z_L și Z_{o2} formează un divizor de curent pentru generatorul de curent $A_{I2} \cdot i_{i2}$ a celui de-al 2lea amplificator liniar, \Rightarrow

$$i_{o2} = \frac{Z_{o2}}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{I2} \cdot i_{i2} \quad \Rightarrow \quad \frac{i_{o2}}{i_{i2}} = \frac{Z_{o2}}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{I2}$$

Raportul $\frac{i_{o1}}{i_i}$ se determină observând că impedanțele Z_{i2} și Z_{o1} formează un divizor de curent pentru generatorul de curent $A_{I1} \cdot i_i$ a primului amplificator liniar, \Rightarrow

$$i_{o1} = \frac{Z_{o1}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{I1} \cdot i_i \quad \Rightarrow \quad \frac{i_{o1}}{i_i} = \frac{Z_{o1}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{I1}$$

Raportul $\frac{i_i}{i_g}$ se determină observând că impedanțele Z_{i1} și Z_g formează un divizor de curent pentru generatorul de curent i_g , aplicat la intrarea întregului circuit \Rightarrow

$$i_i = \frac{Z_g}{Z_{i1} + Z_g} \cdot i_g \quad \Rightarrow \quad \frac{i_i}{i_g} = \frac{Z_g}{Z_{i1} + Z_g}$$

Rezultă că amplificarea în curent a circuitului este:

$$A_{Ig} = -\frac{Z_{o2}}{Z_L + Z_{o2}} \cdot A_{I2} \cdot \frac{Z_{o1}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot A_{I1} \cdot \frac{Z_g}{Z_{i1} + Z_g}$$

sau

$$A_{Vg} = -A_{I1} \cdot A_{I2} \cdot \frac{Z_{o2}}{Z_L + Z_{o2}} \cdot \frac{Z_{o1}}{Z_{i2} + Z_{o1}} \cdot \frac{Z_g}{Z_{i1} + Z_g}$$

\Rightarrow

$$A_{Ig} = -100 \cdot 10 \cdot \frac{4[k\Omega]}{1[k\Omega] + 4[k\Omega]} \cdot \frac{0,1[k\Omega]}{0,4[k\Omega] + 0,1[k\Omega]} \cdot \frac{0,3[k\Omega]}{0,1[k\Omega] + 0,3[k\Omega]}$$

$$A_{Ig} = -1000 \cdot 0,8 \cdot 0,2 \cdot 0,75$$

\Rightarrow

$$A_{Ig} = -120$$

\Rightarrow

În relația de mai sus, semnul – din fața valorii numerice indică un defazaj de 180° între curentul i_{o2} și i_g .

Exemple de probleme rezolvate pentru cursul 07 DEEA
Amplificatoare liniare

Din relația de calcul a amplificării în curent a circuitului, $A_{I_g} = \frac{i_{o2}}{i_g} \Rightarrow$

$$i_{o2} = A_{I_g} \cdot i_g$$

\Rightarrow relația dintre amplitudinile celor doi curenți este:

$$I_{o2} = |A_{I_g}| \cdot I_g$$

(în calculul valorii amplitudinilor, se consideră modulul amplificării)

$$\Rightarrow I_{o2} = 120 \cdot 10 [\mu A] = 1200 [\mu A]$$

$$\boxed{I_{o2} = 1,2 [mA]}$$

b. În cazul în care amplificatoarele satisfac condițiile ideale de proiectare ale amplificatoarelor de curent, $Z_i \rightarrow 0$ și $Z_o \rightarrow \infty$, valoarea amplificării în curent a circuitului devine:

$$A_{I_g} = -100 \cdot 10 \cdot \frac{\infty}{1[k\Omega] + \infty} \cdot \frac{\infty}{0 + \infty} \cdot \frac{0,3[k\Omega]}{0 + 0,3[k\Omega]} = 1000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$\boxed{A_{I_g} = -1000}$$

valoarea maximă a amplificării în curent

Se remarcă faptul că, atunci când sunt satisfăcute condițiile ideale de proiectare pentru amplificatoarele de curent, valoarea amplificării în curent devine maximă. În caz contrar, valoarea amplificării în curent scade datorită pierderilor de curent care apar la bornele de intrare, respectiv de ieșire ale amplificatoarelor.

Conform punctului precedent, $I_{o2} = |A_{I_g}| \cdot I_g$

$$\Rightarrow I_{o2} = 1000 \cdot 10 [\mu A] = 10000 [\mu A] = 10 [mA]$$

$$\boxed{I_{o2} = 10 [mA]}$$