

L7. Reacția negativă în amplificatoare

Reacția negativă este o tehnică esențială în circuitele electronice și asigură stabilitatea performanțelor în raport cu perturbațiile și dispersia parametrică. Pentru calculul amplificării și a impedanțelor se utilizează metoda ce consideră separat amplificatorul de calcul și cuadripolul de reacție. În montajul utilizat în această lucrare, circuitul de reacție eșantionează tensiune și compară tensiune. Urmărind propagarea semnalului de-a lungul buclei (schema simplificată a circuitului este prezentată în Fig.1), se poate demonstra că reacția este negativă.

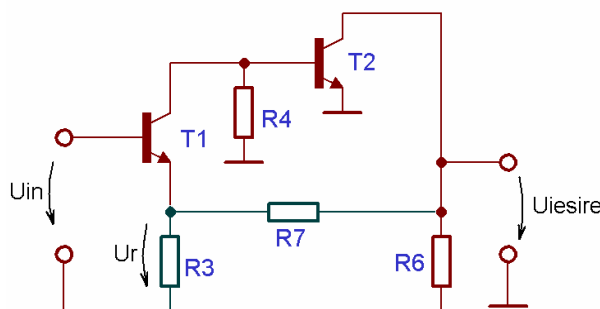


Fig. 1 Circuitul echivalent de c.a. al amplificatorului cu reacție negativă

Rețeaua de reacție este formată din R7 și R3 (Fig. 2) și are următorii parametri:

- $f = \frac{U_r}{U_{iesire}} = \frac{R3}{R7 + R3}$ (factorul de transfer, calculat cu ieșirea cuadripolului în gol)
- $z_{i,r} = R3 + R7$ $z_{o,r} = R3 \parallel R7$

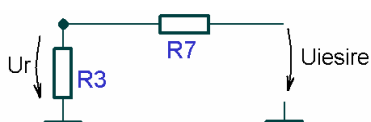


Fig. 2. Rețeaua de reacție utilizată

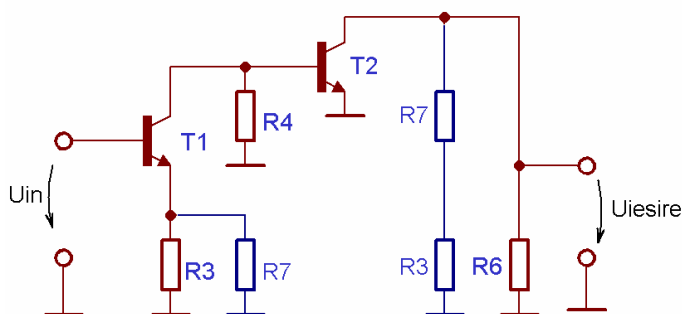


Fig. 3 Amplificatorul de calcul în buclă deschisă

Amplificatorul de calcul, încărcat cu impedanțele cuadripolului de reacție, prezentat în Fig.3, prezintă următorii parametri:

$$a_u = \frac{-h_{f1}(R4 \parallel h_{i2})}{h_{i1} + (h_{f1} + 1) \cdot z_{or}} \cdot \frac{-h_{f2}(R6 \parallel z_{ir})}{h_{i2}}$$

$$z_{ia} = h_{i1} + (h_{f1} + 1) \cdot z_{or}$$

$$z_{oa} = R6 \parallel z_{ir}$$

Analizând întregul circuit (amplificator + bucla de reacție negativă), se determină:

$$A_u = \frac{a_u}{1 + a_u \cdot f} = \frac{a_u}{1 + T}; \quad \frac{1}{f} = 1 + \frac{R7}{R3} \text{ dacă } T \gg 1$$

$$Z_{ir} = z_{ia} \cdot (1 + T)$$

$$Z_{or} = \frac{z_{oa}}{1 + T}$$

Aparate necesare:

- sursă de tensiune stabilizată, reglabilă între 10 și 20V;
- generator de semnal sinusoidal de audiofrecvență;
- osciloscop;
- voltmetru de cc.;
- montaj experimental.

Desfășurarea lucrării:

1. Se identifică toate componentele și punctele de test din montaj.

P1 se folosește pentru reglarea punctului static de funcționare al întregului circuit; R2 se folosește pentru măsurarea impedanței de intrare în amplificator iar CR1 și CR2 separă în curent alternativ cuadripolul de reacție.

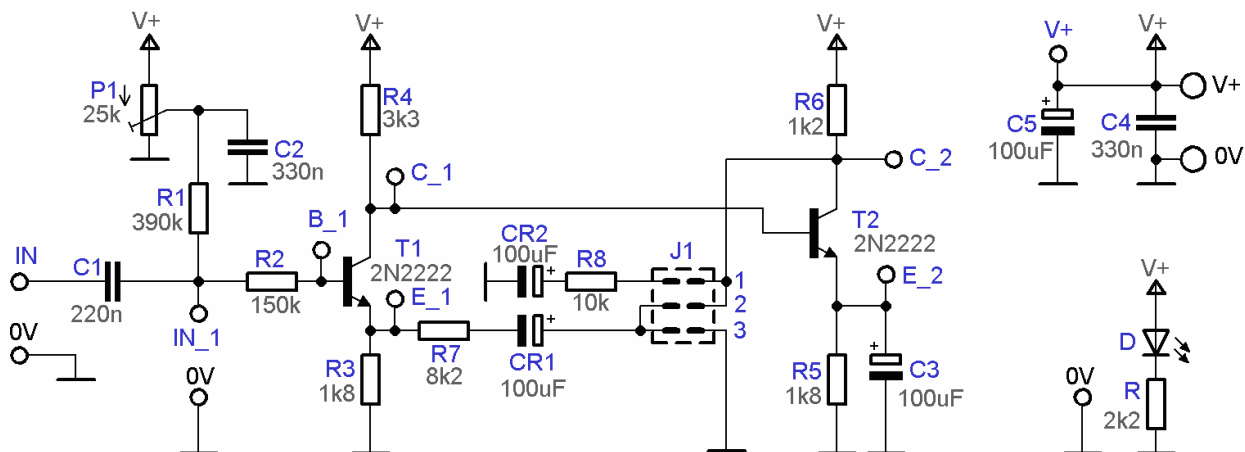


Fig.4. Schema electrică a montajului experimental

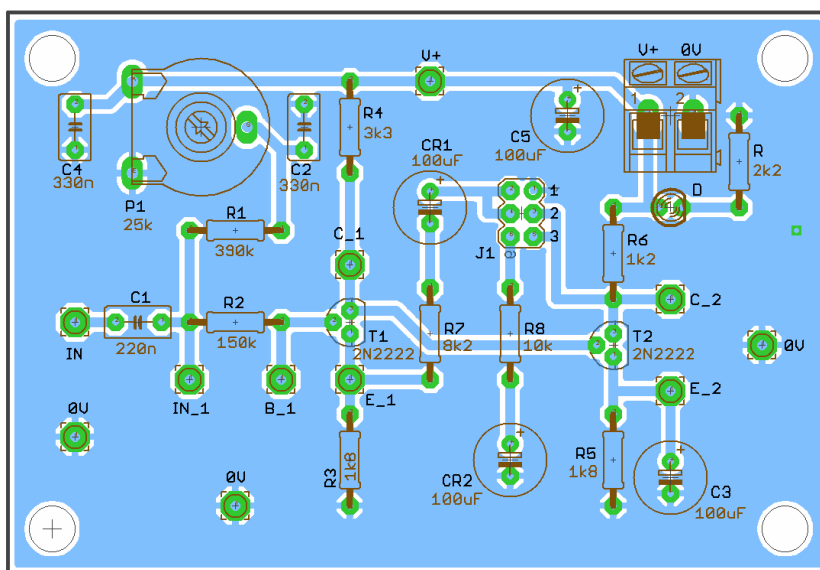


Fig.5. Amplasarea componentelor

2. Se alimentează circuitul cu 10V. Se verifică dacă potențialul din emitorul tranzistorului T2 este de 4V (se poate ajusta folosind P1). Se determină parametrii punctului static de funcționare, pentru fiecare dintre cele două tranzistoare:

$$U_{CE1} = \quad U_{CE2} = \quad I_{C1} =$$

$$U_{BE1} = \quad U_{BE2} = \quad I_{C2} =$$

3. Se închide bucla de reacție prin R7 și CR1 (Fig. 1). La intrarea IN se aplică semnal sinusoidal de 10kHz astfel încât semnalul în tensiune din baza lui T1 să fie de 20mVv.

▼ Deoarece: 1. în baza lui T1 impedanța este comparabilă cu cea a sondelor osciloscopului, 2. semnalul în tensiune din emitorului lui T1 are aproximativ aceeași amplitudine cu cel din bază și 3. impedanța din emitorului lui T1 este relativ mică, semnalul de intrare se va măsura în emitorul lui T1.

4. Se determină performanțele amplificatorului:

$$A_{u,r} = \quad Z_{i,r} = R_2 \cdot \frac{u_{in}}{u_g - u_{in}} =$$

5. Se completează prima parte a tabelului 1:

f [Hz]	20	50	100	200	500	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k	200k	500k	1M	2M
u_{in} [mV]																
$u_{iesire,r}$ [V]																
$A_{u,r}$																
$A_{u,r}$ [dB]																
$u_{iesire,bd}$ [V]																
$A_{u,bd}$																
$A_{u,bd}$ [dB]																

6. Se fixează realizează frecvența semnalului de intrare la 10kHz; se completează primele două coloane ale tabelului 2:

U_{iesire} [V]	Amplificator cu reacție negativă		Amplificator în buclă deschisă	
	$U_{in,r}$	$A_{u,r}$	$U_{in,bd}$	$A_{u,bd}$
0.8				
1				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2				

7. Se tece circuitul în configurația de amplificator în buclă deschisă (Fig.3). Se determină amplificarea în buclă deschisă și impedanța de intrare pentru circuitul fără reacție negativă:

$$A_{u,bd} = \quad Z_{i,bd} = R_2 \cdot \frac{u_{in}}{u_g - u_{in}} =$$

8. Se completează tabelul 1 și tabelul 2 cu restul valorilor.

9. Se reprezintă **pe același grafic, la aceeași scară**, caracteristicile de frecvență pentru circuitul cu reacție negativă respectiv circuitul în buclă deschisă.

10. Folosind datele din tabelul 2, se reprezintă **pe același grafic** $A_{u,r} = f(U_{iesire})$ și $A_{u,bd} = f(U_{iesire})$, **normate cu valorile obținute pentru** $U_{iesire} = 0.8V$

11. Se desenează circuitul echivalent de semnal mic pentru amplificatorul cu reacție negativă, respectiv pentru amplificatorul în buclă deschisă.

12. Se compară valorile experimentale obținute la punctele 4. și 7. cu valorile teoretice (calculate folosind schemele de la punctul 11.)

13. Ce efecte ale reacției negative se observă din caracteristicile de frecvență? Dar din caracteristica amplificării în funcție de tensiunea de ieșire?

