A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2011

INFLUENȚA REACȚIEI NEGATIVE ASUPRA UNUI AMPLIFICATOR EMITOR COMUN

Liliana DACHE

THE INFLUENCE OF THE NEGATIVE REACTION UPON A COMMON - EMITTER AMPLIFIER

This paper presents the influence of the negative reaction upon a common - emitter amplifier, and, on the other hand, it also analyzes its variation of the amplification in tension concerning the function with or without negative reaction, through experimental results.

Keywords: amplifier, transistor, negative reaction, the amplification factor
Cuvinte cheie: amplificator, tranzistor, reacție negativă, factor de amplificare

1. Introducere

Conceptul de "reacție negativă" este fundamental pentru orice tip de acțiune, deoarece, pentru realizarea unei operațiuni corecte trebuie să fim capabili să ştim ce facem şi astfel să aplicăm mici corecții când şi dacă este necesar.

Astfel se poate lua ieşirea (acțiunea) şi se întoarce la intrare (intenția) pentru ca în final cele două să fie egale.

Conform acestui concept, acțiunea este forțată să corespundă în totalitate cu intenția.

În domeniul electronicii multe amplificatoare electronice necesită introducerea unei reacții negative pentru ca amplificarea

acestora să fie precisă şi să rămână constantă la schimbarea temperaturii componentelor sau a frecvenței sau amplitudinii mărimii de alimentare.

Tranzistorul este un element activ în sensul că permite realizarea funcției de amplificare. El reprezintă un cuadripol activ capabil să redea la ieşire semnale electrice de putere mult mai mare decât cele de la intrare.

Amplificarea în tensiune reprezintă raportul dintre tensiunea electrică obținută la ieşirea amplificatorului şi tensiunea electrică corespunzătoare de la intrare.

Dacă un anumit procent din semnalul de ieşire al amplificatorului este conectat la intrarea acestuia, astfel încât amplificatorul amplifică o parte din propriul semnal de ieşire, se va obține un amplificator cu reacție [3].

2. Analiza factorului de amplificare în tensiune

Se consideră schema bloc a unui amplificator pentru care amplificarea de bază (fără reacție) este A_0, iar cu reacție A, care aduce la intrare o fracțiune constantă β din semnalul de ieşire.

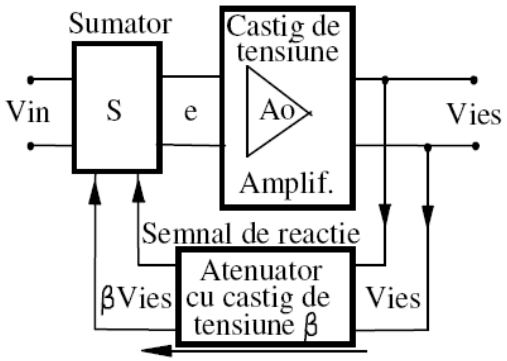

Fig.1 Amplificator cu câştig A_0 şi circuit de reacție

Amplificarea în tensiune se obține calculând raportul dintre tensiunea de ieşire şi tensiunea prezentă la intrare. Astfel, pentru amplificatorul de bază,

$$A_0 = \frac{V_{ies}}{e} \tag{1}$$

iar pentru amplificatorul cu reacție,

$$A = \frac{V_{ies}}{V_{in}}. \tag{2}$$

Dacă se consideră tensiunea e la intrarea amplificatorului de bază cu amplificarea A_0:

$$e = V_{in} + \beta V_{ies} \tag{3}$$

Se obține:

$$V_{ies} = A_0 e = A_0 \left(V_{in} + \beta V_{ies} \right) \tag{4}$$

Din relațiile (3) şi (4) rezultă:

$$\frac{V_{ies}}{V_{in}} = \frac{A_0}{1 - \beta A_0} = A \tag{5}$$

Pentru o reacție negativă se consideră β negativ astfel încât reacția se scade din semnalul de intrare rezultând:

$$A = \frac{A_0}{1 + \beta A_0} \tag{6}$$

În practică, de cele mai multe ori se consideră $\beta A_0 >> 1$ rezultând:

$$A \approx \frac{A_0}{\beta A_0}, \text{ respectiv } A \approx \frac{1}{\beta}. \tag{7}$$

Amplificarea obținută cu relația (7) este precis determinată, nu va depinde de caracteristicile tranzistorului ci doar de fracția de reacție β, care la rândul ei va fi influențată doar de rezistențele ce alcătuiesc divizorul de tensiune care formează rețeaua de reacție [5].

3. Studiul amplificării pentru un amplificator emitor comun

Se consideră un amplificator simplu, fără reacție, aflat în montaj emitor comun. Rețeaua de polarizare este formată din divizorul de tensiune R_1-R_2, iar rezistorul R_3 are rolul de a controla amplificarea în tensiune.

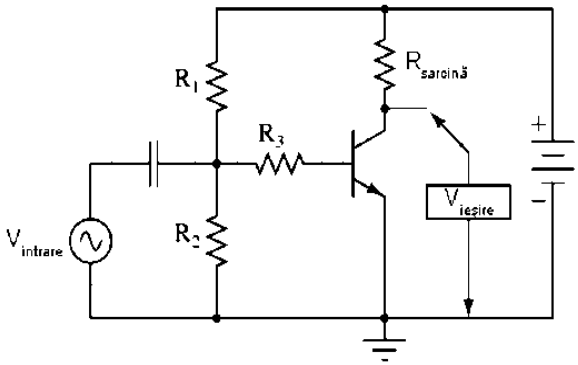

Fig. 2 Amplificator în montaj emitor comun

Se observă că tensiunea de intrare , $V_{intrare}$ se va regăsi în totalitate pe joncțiunea bază emitor a tranzistorului sub forma V_{B-E}, putându-se considera $V_{intrare}= V_{B-E}$.

Variația tensiunii de intrare va determina variația tensiunii bază-emitor.

În practică se constată că relația dintre tensiunea bază-emitor şi curentul bază-emitor variază cu temperatura. Pe măsură ce tranzistorul se încălzeşte, joncțiunea bază-emitor îşi modifică caracteristicile de funcționare,determinând valori diferite ale curentului de bază pentru aceiaşi valoare a tensiunii de intrare. Acest lucru afectează la rândul lui valoarea curentului controlat prin colector, afectând tensiunea de ieşire.

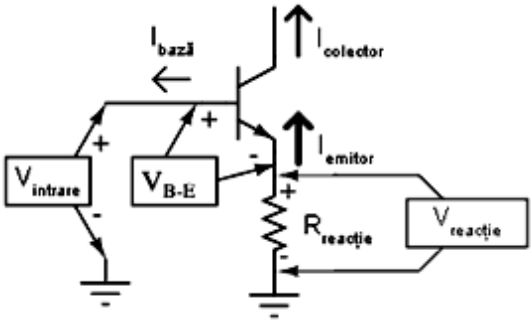

Fig. 3

Amplificator cu rezistență de reacție

Asemenea variații pot fi minimizate prin utilizarea reacției negative.

Efectul este unul negativ, de atenuare sau anulare a efectului amplificării în tensiune. În acest mod, se îmbunătățeşte stabilitatea amplificatorului în dauna amplificării în tensiune [2].

Prin introducerea rezistorului $R_{reacție}$ între emitor şi împământare va avea loc o cădere de tensiune la bornele sale

proporțională cu valoarea curentului prin emitor, valoare ce este controlată de curentul de bază, controlat la rândul său de căderea de tensiune pe joncțiunea bază-emitor a tranzistorului.

De această dată, $V_{intrare}=V_{B-E}+V_{reacție}$.

Astfel, dacă tensiunea de intrare creşte, acest lucru va duce la creşterea lui V_{B-E} şi la creşterea curentului bazei respectiv a curentului prin colector.

Creşterea curentului prin emitor va determina creşterea căderii de tensiune pe rezistorul de reacție $R_{reacție}$, lucru ce duce la reducerea căderii de tensiune între bază şi emitor (V_{B-E}).

În concluzie, creşterea reală a lui V_{B-E} va fi de fapt mai mică decât creşterea lui $V_{intrare}$.

Ca urmare, tensiunea de intrare exercită un control mai redus asupra tranzistorului față de cazul fără reacție, iar amplificarea în tensiune este redusă şi ea ca urmare a introducerii rezistorului de reacție.

4. Rezultate experimentale

Utilizând cele două situații distincte de amplificatoare se va efectua o lucrare practică prin care se va urmări variația amplificării în tensiune [3], [4].

Realizarea practică a lucrării necesită mijloacele enumerate în tabelul 1.

Tabelul 1

Mijloace utilizate	Denumire	Valoare/ caracteristici/tip
Componente	Rezistoare	1 MΩ, 100 KΩ, 10 KΩ, 1,5 KΩ
	Potențiometru	10 kΩ
	Tranzistor NPN	2N3403
Aparate	Multimetre numeric	
	2 Surse de tensiune de c.c.	6 V
Elemente de conectare	Platforma de lucru	
	Conductoare de legătură sau conectori	

Se execută practic circuitul din figura 4, reprezentând un amplificator emitor comun.

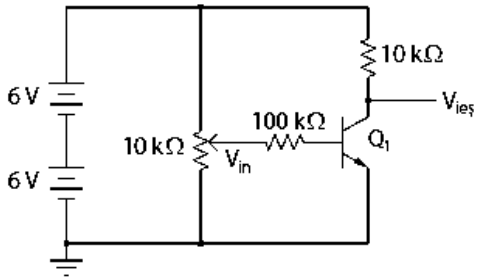

Fig. 4

Exemplu de amplificator în montaj emitor comun

Se măsoară tensiunea de ieşire şi de intrare pentru câteva poziții distincte ale potențiometrului, obținându-se rezultatele din tabelul 2.

Tabelul 2

$V_{intrare}$(V)	0,601	1,076	2,021	4,230	5,857	8,832	11,340
$V_{ieşire}$ (V)	11,870	8,606	0,196	0,103	0,090	0,077	0,070

Se observă două caracteristici foarte importante:

- O creştere a tensiunii de intrare determină o scădere a tensiunii de ieşire. Acest efect se numeşte ,,inversarea semnalului", de aici şi denumirea de amplificator inversor.
- O variație mică a tensiunii de intrare determină o variație mare a tensiunii de ieşire, deci amplificarea în tensiune este mare.

Se execută practic circuitul din figura 5, reprezentând un amplificator emitor comun cu recție negativă.

O metodă de introducere a unei reacții negative se poate realiza prin adăugarea unei rezistențe între emitor şi masă.

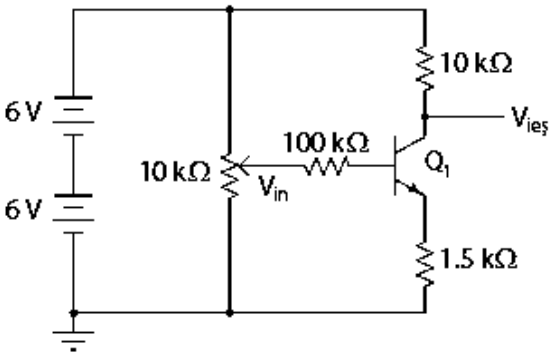

Fig. 5

Exemplu de amplificator în montaj emitor comun cu reacție negativă

Tensiunea de intrare va fi astfel împărțită între joncțiunea bază -emitor şi căderea de tensiune pe noua rezistență.

Se repetă măsurătorile anterioare obținându-se rezultatele din tabelul 3.

Tabelul 3

$V_{intrare}$(V)	0,240	1,107	2,978	4,150	5,896	7,782	10,71
$V_{ieşire}$ (V)	11,88	10,49	3,192	1,697	1,694	1,693	1,696

Se observă două caracteristici foarte importante:

- Se păstrează efectul de inversare al semnalului prin scăderea valorii tensiunii de ieşire la o creştere a valorii tensiunii de intrare.
- Dacă se calculează amplificarea pentru cele două amplificatoare , utilizând valorile minime şi maxime ale tensiunii de intrare, se obține:

$$A_0 = \frac{0,070 - 11,870}{11,34 - 0,601} = -1,094$$

Respectiv

$$A = \frac{1,696 - 11,88}{10,71 - 0,24} = -0,972$$

5. Concluzii

■ Controlul amplificării se realizează cu ajutorul unui reostat conectat în bază care permite o variație a valorii intensității curentului prin bază şi implicit a amplificării.

■ Valoarea maximă a amplificării se obține atunci când acesta este îndepărtat.

■ Introducerea unei reacții negative în circuitul unui amplificator determină o scădere a amplificării în tensiune.

■ Dar ținând cont de variația cu temperatura a tensiunii bază-emitor şi a curentului bază-emitor introducerea reacției negative reprezintă, în practică, o necesitate pentru obținerea unui amplificator mai stabil, care să distorsioneze cât mai puțin semnalul de intrare şi să fie capabil de amplificarea unor frecvențe cât mai largi.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kuphaldt, T., *Introducere în circuite electrice şi electronice*, vol. 3, Lessons in Electric Circuits – 2010.
[2] Munteanu, R., Sabin, I., *Introducere practică în electronică*, Editura de Vest, Timişoara, 1994.
[3] Cosma, D., Chivu¸ A., *Componente şi circuite electronice.* Lucrări practice, Editura Arves, Craiova, 2008.
[4] * * * Electricity & Electronics Constructor EEC472, Kit 2-Basic Electronics.
[5] * * * http://www.infoelectronica.ro

Drd.Ing.Liliana DACHE,
prof. Colegiul Tehnic "Ion D. Lăzărescu" Cugir
membru AGIR
e-mail: lilidache02@yahoo.com