

# AMPLIFICATOR DE PUTERE ÎN CLASĂ B

## I. OBIECTIVE

- a) Determinarea caracteristicilor statice de transfer în tensiune pentru amplificatoare în clasă B.
- b) Observarea și determinarea cauzelor de apariție a distorsiunilor neliniare.
- c) Cunoașterea unor metode de reducere a distorsiunilor de trecere:
  - polarizare în clasă AB.
  - amplificator de tensiune suplimentar și reacție negativă globală.

## II. COMPONENTE ȘI APARATURĂ

Folosim montajul experimental echipat cu două stabilizatoare de tensiune integrate (7809, 7909), două tranzistoare complementare BD441 (nnp) și BD438 (pnp), două diode semiconductoare 1N4148, un amplificator operațional 741 și un difuzor cu impedanța de  $4\Omega$ . Pentru alimentarea montajului folosim două surse duble stabilizate, iar pentru aplicarea tensiunilor de intrare un generator de semnale sinusoidale. Vizualizarea tensiunilor variabile o realizăm cu un osciloscop cu două canale.

## III. EXERCITII PREGĂTITOARE

### P1. Amplificator în clasă B

#### P1.1. Cronograme

- Pentru schema din Fig. 1, care tranzistor conduce pentru  $v_i$  pozitiv ? Dar pentru  $v_i$  negativ ? Se poate considera  $V_{BEon} \approx 0.6$  V.
- Cum arată  $v_o(t)$  pentru  $v_i(t)$  tensiune sinusoidală cu amplitudinea de 0.3 V? Dar pentru valori ale amplitudinii de 4V, respectiv de 9V?

#### P1.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 1 dacă tensiunea de intrare ia valori în intervalul  $[-9,9]$  [V] ?

### P1.3. Amplificarea în putere

- Cum putem afla dacă într-adevăr montajul nostru amplifică în putere?

## P2. Amplificator în clasă AB

### P2.1. Cronograme

O modalitate de a reduce distorsiunile de trecere o constituie utilizarea clasei AB de funcționare a etajului de ieșire, când tranzistoarele T1 și T2 sunt polarizate cu un curent static mic, prin intermediul rețelei R1, D1, D2, R2 (Fig. 2).

- Ce valori au tensiunile în bazele celor două tranzistoare din Fig. 2, în punctul static?
- Care este  $v_o(t)$  pentru  $v_i(t) = 0.3 \sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz] ?
- Dar pentru  $v_i(t) = 4 \sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz] ?
- Se modifică  $v_i(t)$  pentru amplitudinea  $v_i$  de 4V dacă la ieșire se conectează difuzorul cu sarcina de  $4\Omega$ ?

*Sugestie:* De exemplu, pentru alternanța pozitivă, trebuie analizat dacă curentul prin R1 este suficient pentru a asigura curentul de bază necesar lui T1. Putem considera  $\beta \approx 25$  (pentru ambele tranzistoare).

### P2.2. CSTV

- Cum arată CSTV pentru circuitul din Fig. 2 pentru tensiunea de intrare cuprinsă între -9V și 9V ?

## P3. Amplificator în clasă B cu amplificator suplimentar și RN globală

O altă modalitate de a reduce distorsiunile de trecere constă în introducerea unui amplificator de tensiune suplimentar înaintea etajului de ieșire, amplificator care să amplifice puternic pentru tensiuni în jurul valorii de 0V, iar pentru tensiuni mai mari, amplificarea totală în tensiune să fie unitară. O astfel de schemă cu AO, amplificator de tensiune și RN unitară se prezintă în Fig. 3. Pentru  $v_i$  mică (în jur de 0V) apare tendința de blocare a tranzistoarelor, calea de reacție este astfel întreruptă și amplificarea AO în buclă deschisă este foarte mare. Tensiunea în baza tranzistoarelor trece de valorile de prag ( $\pm 0.65V$ ) astfel încât unul dintre tranzistoare (în funcție de semnul  $v_i$ ) intră în conducție închizând calea de reacție. În această situație  $v_o = v_i$ .

### P3.1. Cronograme

- Care este domeniul tensiunii de intrare pentru care la ieșire pot apare distorsiuni de trecere?
- Cum arată  $v_o(t)$  pentru  $v_i(t)$  sinusoidal cu amplitudinea de 4V?

### P3.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune

- Care este CSTV pentru valorile tensiunii de intrare în intervalul  $[-9,9]$  V?
- Se modifică CSTV de mai sus dacă la ieșire se leagă difuzorul cu impedanța de  $4\Omega$ ?

*Sugestie: Limitarea tensiunii de ieșire va avea loc la o valoare mai mică. Se are în vedere faptul că AO de tip 741 este prevăzut cu limitarea curentului de ieșire (valoare tipică 25mA la  $\beta A$  741)*

## IV. EXPERIMENTARE ȘI REZULTATE

### 1. Amplificator în clasă B

#### 1.1. Cronograme

##### Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 1: K2 pe poziția 1 (**ATENȚIE:** pe placă există două comutatoare notate K2. Pentru primul, poziția 1 înseamnă conectarea terminalelor 2 cu 3 iar pentru al doilea comutator poziția 1 se realizează prin conectarea terminalelor 1 cu 2).

- circuitul se alimentează cu  $\pm V_{CC} = \pm 12V$ .
- $v_i(t)$  este semnal sinusoidal cu frecvența de 1KHz, de la generatorul de semnale și se aplică la borna A.
- Cu osciloscopul cu două canale se vizualizează simultan  $v_i(t)$  și  $v_o(t)$  pentru valorile de 0.3V, 4V, respectiv 9V ale amplitudinii  $v_i$ .

##### Rezultate

- Cronogramele tensiunilor  $v_i(t)$  și  $v_o(t)$  pentru amplitudini ale  $v_i$  de 0.3V, 4V, respectiv 9V .
- Cum explicați  $v_o(t)=0$  pentru amplitudinea  $v_i$  de 0.3V ?
- Cum explicați faptul că  $v_o(t)$  nu este sinusoidală pentru amplitudinea  $v_i$  de 4V?

- De ce  $v_o(t)$  este limitat inferior și superior pentru amplitudinea  $v_i$  de 9V ? Cine stabilește valorile tensiunilor de limitare ?  $v_o$  este distorsionat și în jurul valorii de 0V ?
- De ce credeți că distorsiunile  $v_o(t)$  în jurul valorii de 0V au fost botezate “distorsiuni de trecere” (sau “de racordare”) ?
- Care este domeniul  $v_i$  pentru care  $v_o=0$  ?

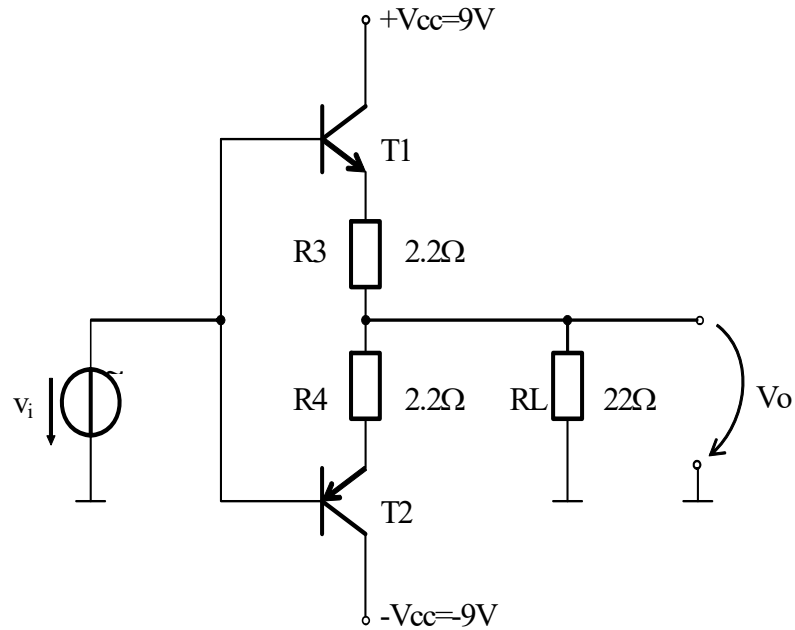


Fig. 1. Amplificator în clasă B

## 1.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune (CSTV)

### Experimentare

Se folosește circuitul din Fig. 1.

- $v_i(t) = 9 \sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz].
- Cu osciloscopul în modul de lucru Y-X se vizualizează CSTV.

### Rezultate

- CSTV pentru amplitudinea  $v_i$  de 9V.
- Pentru ce valori ale  $v_i(t)$ ,  $v_o(t)$  este zero ?

- Care tranzistor conduce pe fiecare porțiune liniară a CSTV ?
- Variația în timp a  $v_o$  de la experimentul 1.1 este în conformitate cu CSTV obținută aici ?

### 1.3. Amplificarea în putere

#### Experimentare

Se folosește circuitul din Fig.1.

- $v_i(t)=4\sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz].
- Difuzorul de  $4\Omega$  se conectează la sursa de semnal (între A-DIF și masă), apoi la ieșirea amplificatorului (între OUT-DIF și masă)

#### Rezultate

- În care situație semnalul acustic este mai puternic ? De ce ?

## 2. Amplificator în clasă AB

### 2.1. Cronograme

#### Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 2.: K2 pe 2 (**ATENȚIE**: pe placă există două comutatoare notate K2. Pentru primul, poziția 2 înseamnă conectarea terminalelor 1 cu 2 iar pentru al doilea comutator poziția 2 se realizează prin conectarea terminalelor 2 cu 3).

- $v_i$  se aplică la borna AB.
- Se vizualizează  $v_i(t)$  și  $v_o(t)$  pentru  $v_i(t)$  semnal sinusoidal cu frecvența de 1KHz și amplitudinea de 0.3V.
- Se repetă vizualizările pentru amplitudinea  $v_i$  de 4V.
- Pentru amplitudinea  $v_i$  de 4V, se conectează pe rând difuzorul cu impedanța de  $4\Omega$  la intrare (între AB-DIF și masă) și apoi la ieșire.

#### Rezultate

- $v_i(t)$  și  $v_o(t)$  pentru amplitudinea  $v_i$  de 0.3V, respectiv 4V.
- Se observă distorsiuni de trecere ? Din ce cauză ?
- $v_o(t)$  când este conectat la ieșire difuzorul (se micșorează impedanța de sarcină)
- Cum explicați limitarea  $v_o$  ?

## E2.2. CSTV

### Experimentare

Se folosește circuitul din Fig. 2.

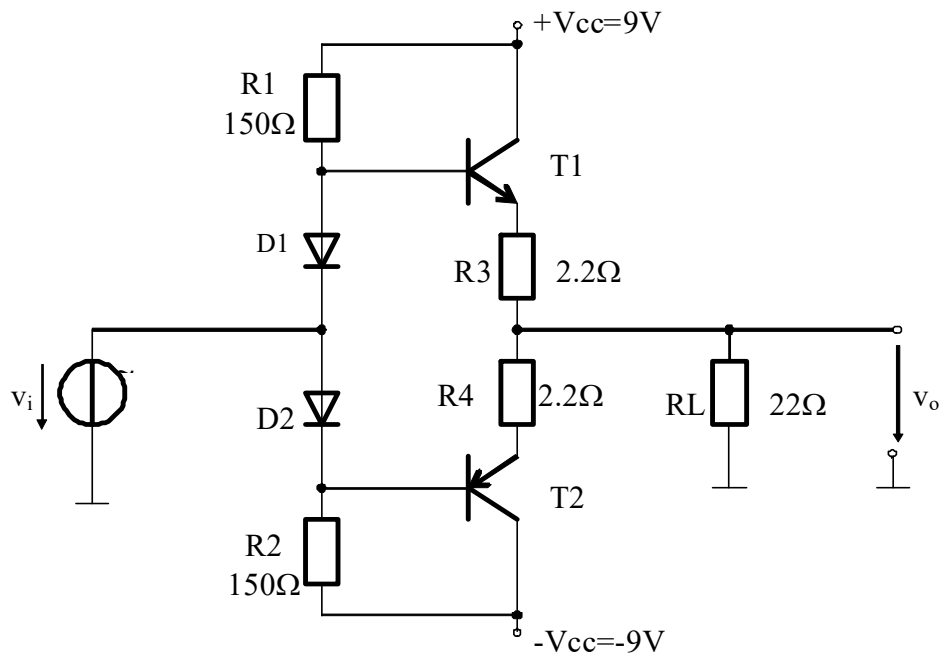


Fig. 2. Amplificator în clasă AB

- Se vizualizează CSTV pentru  $v_i$  sinusoidal cu frecvența de 1000Hz și amplitudine de 9V.

### Rezultate

- CSTV
- La ce valoare se limitează  $v_o$  ?
- Comparați CSTV cu cea obținută la secțiunea 1.2.

### 3. Amplificator în clasă B cu amplificator suplimentar și RN globală

#### 3.1. Cronograme

##### Experimentare

Se construiește circuitul din Fig. 3: K1 închis (un jumper conectat la K1), K2 pe 1 iar  $v_i$  se aplică la borna RN.

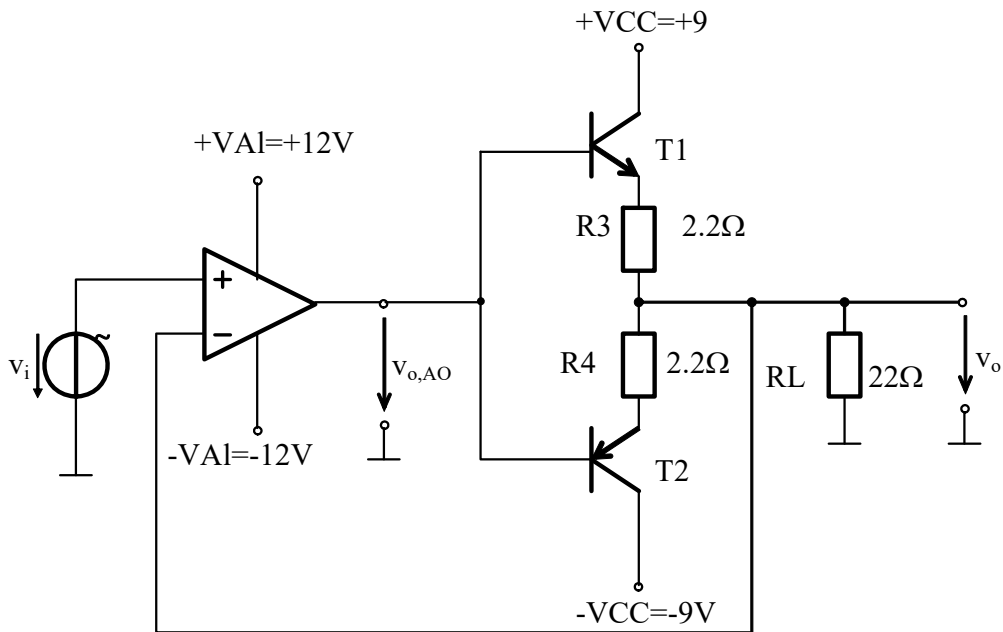


Fig. 3. Amplificator cu RN globală

- $v_i(t) = 4 \sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz].
- Se vizualizează simultan  $v_i(t)$  și  $v_{o, AO}(t)$ , apoi  $v_i(t)$  și  $v_o(t)$ .

##### Rezultate

- $v_i(t)$ ,  $v_{o, AO}(t)$ ,  $v_o(t)$ ;
- Cum explicați distorsionarea  $v_{o, AO}(t)$  în jurul valorii de 0V (nu este perfect sinusoidală) ?
- $v_o(t)$  este distorsionată ?

### 3.2. Caracteristica statică de transfer în tensiune

#### Experimentare

Se folosește circuitul din Fig. 3.

- Se vizualizează CSTV pentru  $v_i(t)=9 \sin 2\pi 1000t$  [V], [Hz].
- Se repetă vizualizarea CSTV când la ieșire se conectează și difuzorul cu impedanța de  $4\Omega$ .

#### Rezultate

- CSTV pentru ieșirea fără difuzor, respectiv cu difuzor.
- Comparați CSTV pentru ieșirea fără difuzor cu cea obținută la secțiunea 1.1 și cu cea de la secțiunea 2.1.
- Cum explicați limitarea  $v_o$  la o valoare mai mică atunci când se leagă difuzorul la ieșire comparativ cu situația fără difuzor ?

#### BIBLIOGRAFIE

1. Oltean, G., Circuite Electronice, UT Pres, Cluj-Napoca, 2007, ISBN 978-973-662-300-4
2. Feștilă Lelia, Simion E., Miron C., Amplificatoare audio și sisteme muzicale, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1990, p. 91-94
3. Gray, P.R., Meyer, R.G. Circuite integrate analogice. Analiză și proiectare. Editura Tehnică, București, 1983, p. 285-290.
4. <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/cef.htm>

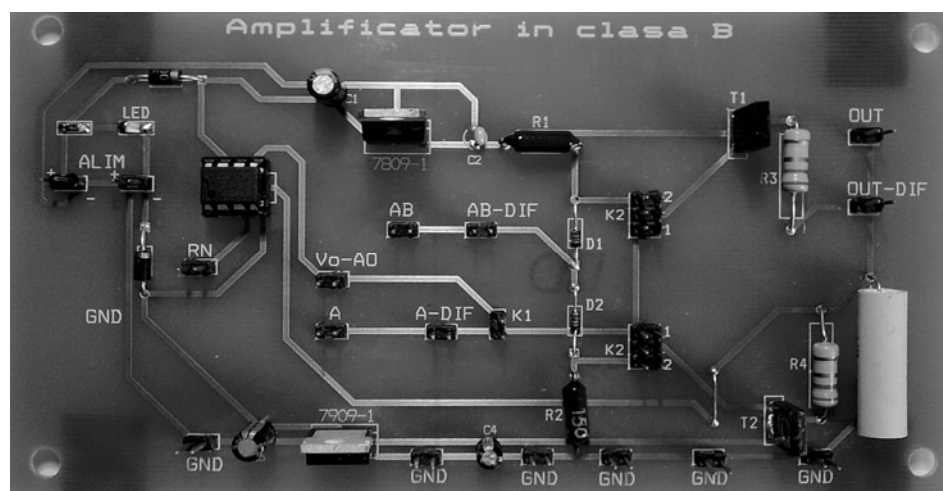




Fig. 4. Montaj experimental