

# Lucrarea Nr. 11

## Amplificatoare de nivel mare

### Scopul lucrării

- asimilarea conceptului de nivel mare;
- studiul etajului de putere clasa B;

### 1. Generalități

Caracteristic etajelor de nivel mare este faptul că deplasarea punctului de funcționare pe durata perioadei de semnal se face într-o zonă extinsă a caracteristicilor statice astfel încât acestea un mai pot fi aproximate liniar precum în cazul etajelor ce funcționau în regim de semnal mic. Etajele de nivel mare pot fi de tensiune sau de putere.

O clasificare a etajelor de nivel mare se poate face după regimul de funcționare (raportul dintre durata  $t_c$  a intervalului dintr-o perioada cât dispozitivul se află în conducție și perioada  $T$  a semnalului):

- clasă A,  $t_c=T$  (dispozitivul este în conducție pe întreaga perioadă);
- clasă AB,  $T/2 < t_c < T$ ;
- clasă B,  $t_c=T/2$ ;
- clasă C,  $t_c < T/2$ ;
- clasă D, când dispozitivul funcționează în regim de comutație, informația privind mărimea semnalului fiind modulată în durata  $t_c$ ;

### 2. Etaj în contratimp cu tranzistoare complementare

Este cel mai des utilizat etaj de putere și constă în două repetoare pe emitor debitând pe aceeași sarcină  $R_L$ .

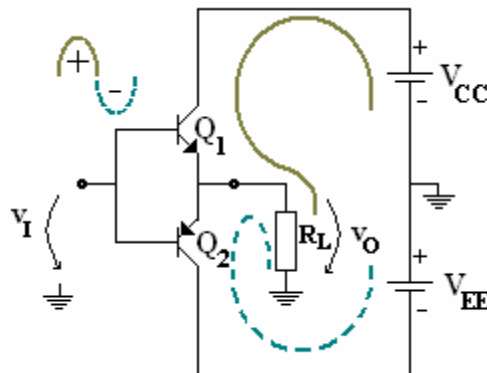


Figura 1. Etaj în contratimp (push-pull) cu tranzistoare complementare  
Funcționare

În PSF nivelul de la intrare este  $V_{IN}=0$  [V], ambele tranzistoare sunt blocate și nu se consumă putere de la sursa de alimentare.

În alternanța pozitivă a tensiunii de semnal tranzistorul pnp ( $Q_2$ ) este blocate iar tranzistorul npn ( $Q_1$ ) se deschide formând cu sarcina un repetor pe emitor.  $Q_1$  nu este deschis pe toată durata alternanței pozitive ci doar pe intervalul cât tensiunea de semnal depășește tensiunea de deschidere a joncțiunii BE,  $V_D$ . Valoarea maximă a tensiunii pe sarcină este limitată la valoarea  $V_{CC}$  care se atinge în momentul când  $Q_1$  intră în saturație.

#### NOTA

Nivelul necesar pentru aducerea în saturație a lui  $Q_1$  este  $V_{CC}+V_D$ .

În alternanța negativă rolurile tranzistoarelor se inversează:  $Q_1$  este blocate iar  $Q_2$  formează cu sarcina un repetor pe emitor. La fel ca în cazul omolog,  $Q_2$  nu este deschis pe toată durata alternanței negative ci doar pe intervalul cât tensiunea de semnal este sub nivelul  $-V_D$ .

Caracteristica de transfer în tensiune a etajului push-pull cu tranzistoare complementare este ilustrată în figura următoare:

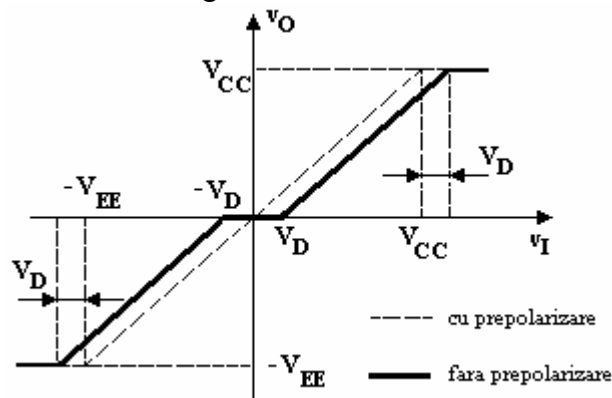


Figura 2. Caracteristica statica de transfer

După cum se observă, la trecerea prin vecinătatea lui zero a tensiunii de semnal etajul prezintă o zonă insensibilă (zonă “moartă”, de trecere) datorită căreia vor apare în tensiunea de ieșire distorsiuni de racord (cross-over).

Zona insensibilă de pe caracteristica de transfer în tensiune poate fi eliminată prin prepolarizarea bazelor tranzistoarelor  $Q_1$  și  $Q_2$  cu două tensiuni de deschidere  $V_D$ , așa cum se ilustrează în figura următoare:

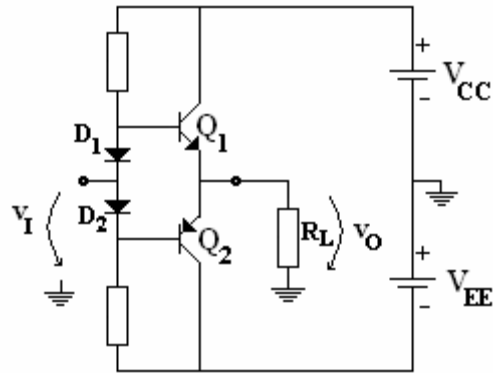


Figura 3. Etaj în contratimp cu prepolarizare

Caracteristica de transfer ce rezultă în această situație este cea reprezentată punctat în Figura 2.

Etajul amplifică de  $\beta+1$  ori curentul debitat de sursa de semnal dar amplificarea în tensiune este practic unitară astfel că, etajul ce îl comandă (numit și etaj pilot sau driver) este tot un etaj de semnal mare, acesta aducând semnalul la nivelul de tensiune necesar. Prepolarizare se obține prin inserierea unor diode cu rezistența din colectorul etajului pilot.

#### NOTA

Distorsiunile ce apar în tensiunea de ieșire datorită zonei de trecere pot fi eliminate fie prin prepolarizarea celor două joncțiuni emitoare ale tranzistoarelor etajului fie prin “prinderea” etajului într-o buclă de reacție negativă (unul din avantajele reacției negative este acela de reducere a distorsiunilor semnalului de ieșire datorate neliniarității amplificatorului de bază).

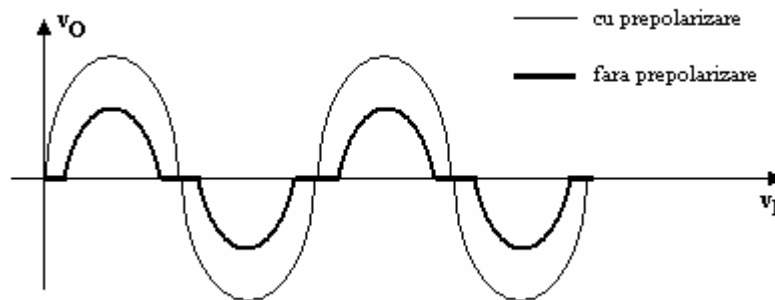


Figura 4. Efectul prepolarizării asupra distorsiunilor de trecere

## Modul de lucru

A.

Circuitul pentru studiul etajului de ieșire în contratimp este ilustrat în figura următoare:

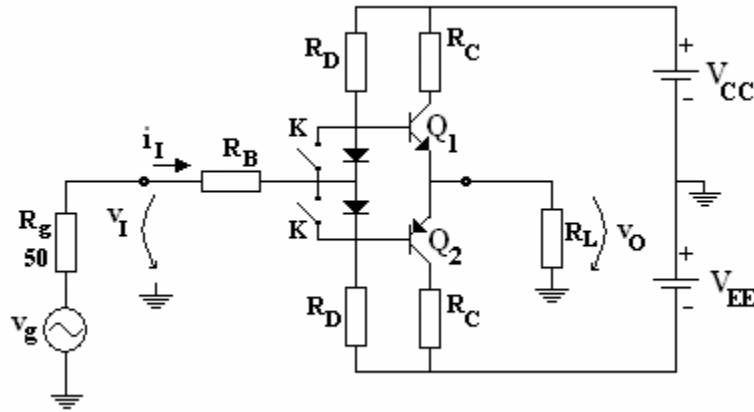


Figura 5. Circuit pentru studiul etajului în contratimp

Se va folosi:  $1K < R_B < 10K$ ,  $R_C=0.47$ ,  $R_L>250$ ,  $R_D>10K$ ,  $V_{CC}=V_{EE}=10[V]$ , BC 107, BC 177, 1N4148.

a. K închise.

Pe modul fără prepolarizare, în PSF (generatorul oprit), ambele TB sunt blocate (prin  $R_B$  un circula curent și  $I_{C1PSF}=I_{C2PSF}=0$ ) și prin  $R_L$  nu trece curent ( $V_O=0[V]$ ). Se spune ca etajul (final) este axat.

Se pornește generatorul și se crește progresiv amplitudinea tensiunii de intrare. Se observă apariția semnalului de ieșire numai după ce amplitudinea semnalului de intrare depășește  $V_D$  și faptul că distorsiunile sunt semnificative la nivele mici ale semnalului de ieșire.

b. K deschise.

Pe modul cu prepolarizare se observă reducerea semnificativă a distorsiunilor și se evaluează amplificarea în putere a etajului precum și randamentul acestuia:

- se măsoară cu osciloscopul  $V_{im}$ ;
- se măsoară  $I_{im}$  folosind osciloscopul pentru a determina căderea de tensiune pe  $R_B$

$$\text{și Legea Ohm } I_{im} = \frac{\Delta V_{R_B m}}{R_B};$$

- se măsoară  $V_{om}$  pe  $R_L$ ;

- se calculează  $P_L = P_{out} = \frac{V_{Oef}^2}{R_L} = \frac{V_{Om}^2}{2R_L}$ ;

- $P_i = V_{ief} I_{ief} = \frac{I_{im} V_{im}}{2}$ ;

- amplificarea în putere  $A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_{Om}^2}{I_{im}V_{im}R_L}$ ;
- randamentul  $\eta = \frac{V_{Om}^2}{2R_L(V_{CC}I_{CC} + V_{EE}I_{EE})}$ ;

B.

Circuitul pentru studiul posibilității reducerii distorsiunilor de racord prin aplicarea unei reacții negative peste etajul în contratimp este reprezentat în figura următoare:

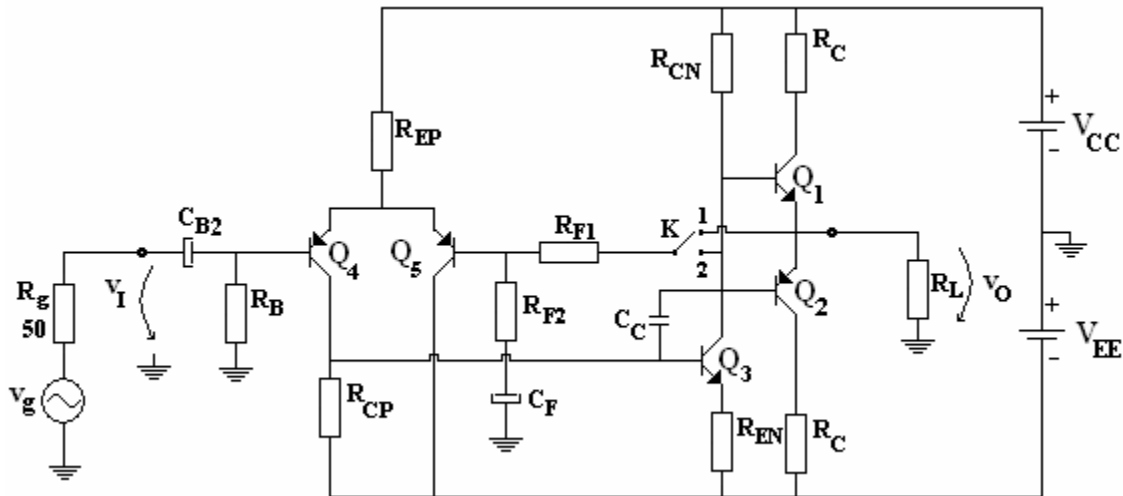


Figura 7. Circuit pentru studiul distorsiunilor la iesirea etajului în contratimp

### Modul de lucru

Se va folosi:  $R_{EP}=3.3K$ ,  $R_B=1K$ ,  $R_{CP}=2.2K$ ,  $R_{F1}=R_{F2}=5.6K$ ,  $R_{EN}=100$ ,  $R_{CN}=3K$ ,  $R_C=1$ ,  $R_L=1K$ , BC107, BC177,  $C_{B2}=C_F=47\mu F$ ,  $V_{CC}=V_{EE}=10[V]$ ,  $V_{gm}=1[V]$ .

- se poziționează K pe poziția 2; se observă cu ajutorul osciloscopului semnalul de intrare, cel din colectorul lui  $Q_3$  și cel din ieșire; se remarcă distorsiunile de trecere ale  $v_O$ ;
- se poziționează K pe poziția 1; cu ajutorul osciloscopului se observă lipsa distorsiunilor de trecere ale semnalului de ieșire dar apariția unor distorsiuni în colectorul lui  $Q_3$ . Justificați acest fapt.