

## L5. Amplificatorul cu tranzistor TEC-J

Datorită proprietăților tranzistorului cu efect de câmp, etajele de amplificare cu acest tip de tranzistor au avantajul unei impedanțe mari de intrare și dezavantajul unei amplificări mici în tensiune.

Fig. 1 prezintă 3 etaje de amplificare (clasice) cu TEC: a) *sursă comună*, b) *sarcină distribuită*, c) *bootstrap*.

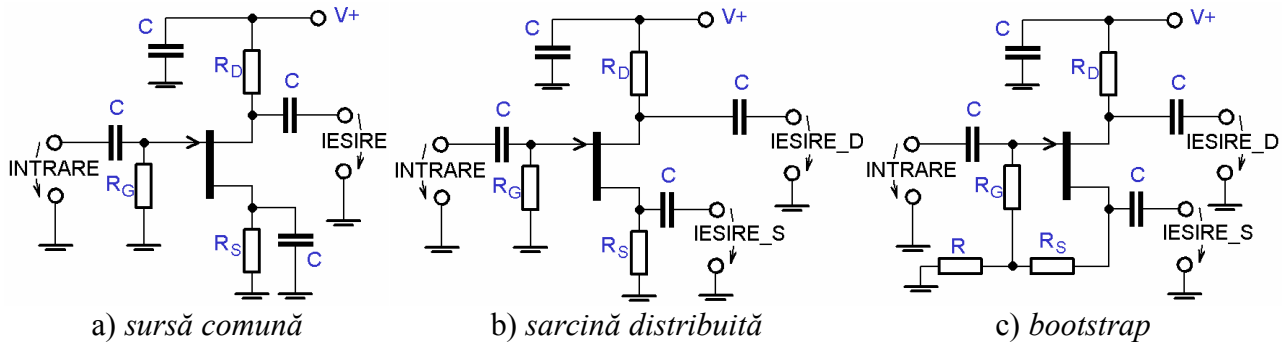


Fig. 1. Etaje de amplificare cu TEC-J

Performanțele oricărui etaj de amplificare cu tranzistor depind de panta caracteristicii tranzistorului,  $g_m$ . În cazul TEC-J aceasta se poate determina din ecuația caracteristicii de transfer, presupunând că tranzistorul funcționează în regiunea de saturație ( $u_{DS} > u_{GS} - V_P$ ):

$$I_{DS} = I_{DSS} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{V_P} \right)^2, \text{ de unde rezultă } g_m = \frac{\partial I_D}{\partial U_{GS}} = -\frac{2I_{DSS}}{V_P} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{V_P} \right).$$

Se pot calcula astfel parametrii circuitelor din Fig.1:

a) *sursă comună*: Au, Zi

$$A_{ud} = -g_m R_D \quad Z_i = R_G$$

b) *sarcină distribuită*: Aus, Aud, Zi

$$A_{us} = \frac{g_m R_S}{1 + g_m + \frac{R_S + R_D}{r_d}} \cong \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} \quad A_{ud} \cong \frac{-g_m R_D}{1 + g_m R_S} \quad Z_i = R_G$$

c) *montajul bootstrap*: Aus, Aud, Zi

$$A_{us} \cong \frac{g_m (R_S + R)}{1 + g_m (R_S + R)} \quad A_{ud} \cong \frac{-g_m R_D}{1 + g_m (R_S + R)} \quad Z_i \cong R_G \left( 1 + \frac{g_m R}{1 + g_m R_S} \right)$$

### 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.

R1 se folosește pentru măsurarea impedanței de intrare a amplificatorului, R2, R3, R4 și R5 pentru stabilirea punctului static de funcționare al tranzistorului iar J1 permite configurarea circuitului ca etaj de amplificare în conexiunea *sarcină distribuită* sau *bootstrap*.

Deoarece impedanța de intrare în montaj este foarte mare, se va folosi o sondă cu atenuare 1:10 (10MΩ impedanță) pentru osciloscop. Din același motiv, tensiunea  $V_{GS}$  nu se va măsura cu aparatul de măsură direct între grila și sursa tranzistorului ci se va folosi R4.

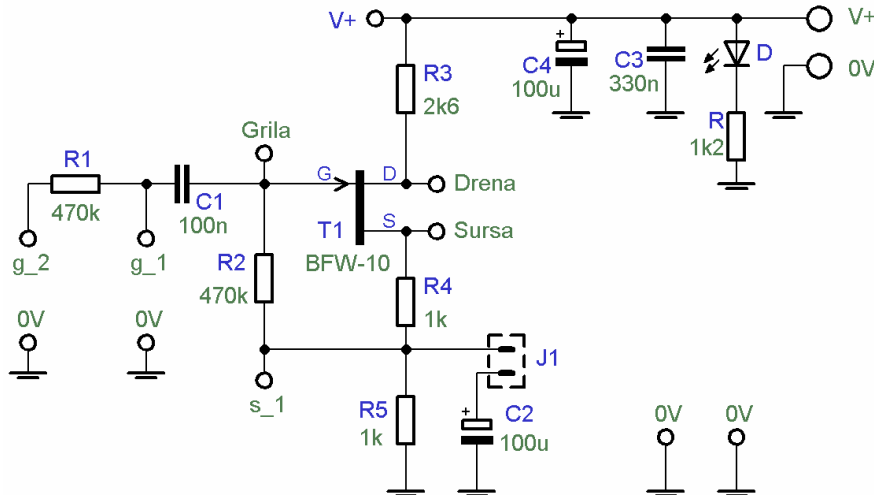


Fig.2. Schema electrică a montajului experimental

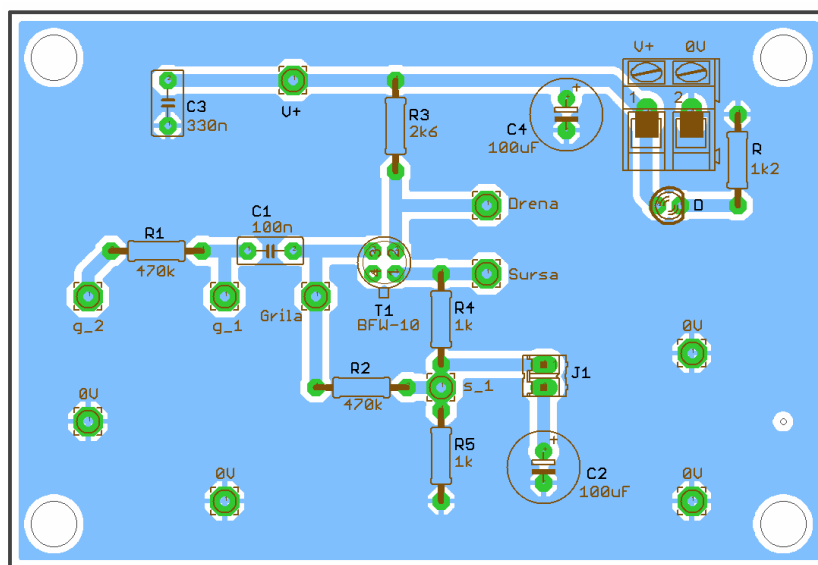


Fig.3. Amplasarea componentelor

2. Se alimentează circuitul cu 16V și se determină punctul static de funcționare și panta teoretică a tranzistorului. Pentru tranzistorul BFW10 folosit în montaj se cunosc  $V_p = -4.2V$  și  $I_{DSS} = 9mA$ .

$$V_{GS} = \quad V_{DS} = \quad I_D = \frac{U_{R3}}{R3} = \quad g_m = -\frac{2I_{DSS}}{V_P} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{V_P} \right) =$$

3. Se realizează conexiunea *sarcină distribuită*. În punctul g<sub>2</sub> se aplică semnalul de intrare (sinus, 15 kHz, 200 mV). Se determină impedanța de intrare, amplificările de tensiune în drenă și sursă precum și panta experimentală a tranzistorului.

$$\begin{aligned} u_g &= & u_{in} &= & u_{iesire} &= \\ Z_i &= R_1 \cdot \frac{u_{zi}}{u_g - u_{zi}} = & A_{uD} &= & A_{uS} &= \\ g_m &= \frac{\partial I_D}{\partial U_{GS}} = \frac{i_D}{u_{GS}} = & i_D &= \frac{u_D}{R_3} = & u_{GS} &= u_G - u_S \end{aligned}$$

4. Se realizează conexiunea *bootstrap*. Se determină impedanța de intrare și amplificările de tensiune în drenă și sursă:

$$\begin{aligned} u_g &= & u_{in} &= & u_{iesire} &= \\ Z_i &= R_1 \cdot \frac{u_{zi}}{u_g - u_{zi}} = & A_{uD} &= & A_{uS} &= \end{aligned}$$

5. Se compară valorile obținute la punctele 3 și 4 cu valorile teoretice.

6. Se determină amplitudinea maximă a semnalului de intrare. Se notează:

$$u_{in} = \quad u_d = \quad u_s =$$

7. Se ridică experimental caracteristica de frecvență a amplificatorului (conexiunea *bootstrap*) și se completează Tabelul 1; se trasează ambele caracteristici  $A_{dB} = f(\text{frecv.})_{\log}$  pe același grafic și se determină limitele benzii amplificatorului.

Tabelul 1.

| Frecv.<br>[Hz]       | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1k | 2k | 5k | 10k | 20k | 50k | 100k | 200k | 500k | 1M |
|----------------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|------|----|
| $u_d$                |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |
| $u_s$                |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |
| $A_{ud}$             |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |
| $A_{us}$             |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |
| $A_{ud} [\text{dB}]$ |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |
| $A_{us} [\text{dB}]$ |    |    |     |     |     |    |    |    |     |     |     |      |      |      |    |

$$u_i = \quad (\text{amplitudinea semnalului de intrare})$$

$$A_{dB} = 20 \log_{10} A_u$$

$$f_{inf} =$$

$$f_{sup} =$$

### Întrebări:

- cum se poate verifica dacă C1 și C2 sunt scurt-circuit pentru frecvența de lucru?
- cum se poate determina impedanța de intrare în montaj dacă nu este disponibilă o sondă cu atenuare pentru osciloscop? (o sondă 1:1 are impedanța de 1MΩ)
- ce legătură există între tensiunea de alimentare și parametrii amplificatorului?

