

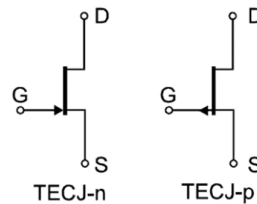
STUDIUL TRANZISTORULUI CU EFECT DE CÂMP CU JONCTIUNE (TECJ sau JFET)

Scopul lucrării

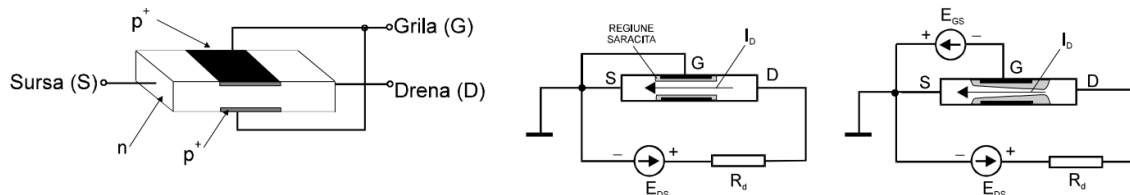
- ridicarea caracteristicilor statice ale unui TECJ cu canal n
- determinarea parametrilor de semnal mic ai unui TECJ cu canal n

Considerații teoretice

Tranzistorii cu efect de câmp se împart în două categorii: tranzistori cu efect de câmp cu jonctiune (TECJ sau JFET) și tranzistori cu efect de câmp metal-oxid-semiconductor (TECMOS sau MOSFET). Fiecare dintre cele două categorii poate fi cu canal de tip n sau de tip p , cele două tipuri fiind complementare atât ca structură internă cât și ca funcționare. Simbolurile folosite în schemele electronice pentru TECJ sunt prezentate în figura de mai jos.



În lucrarea de față se vor trasa caracteristicile statice și se vor determina parametrii de semnal mic ai unui tranzistor cu canal inițial de tip n (BF245). Structura internă unui astfel de tranzistor precum și funcționarea lui fără polarizarea grilei și cu polarizarea inversă a jonctiunii ($V_G < V_S$) sunt ilustrate în figurile următoare. În vecinătatea jonctiunii există o regiune sărăcită de purtători de sarcină ca urmare a difuziei electronilor și golurilor. Se poate observa că în cazul polarizării inverse regiunea sărăcită de purtători de sarcină va determina îngustarea canalului conductor dintre sursă și drenă.



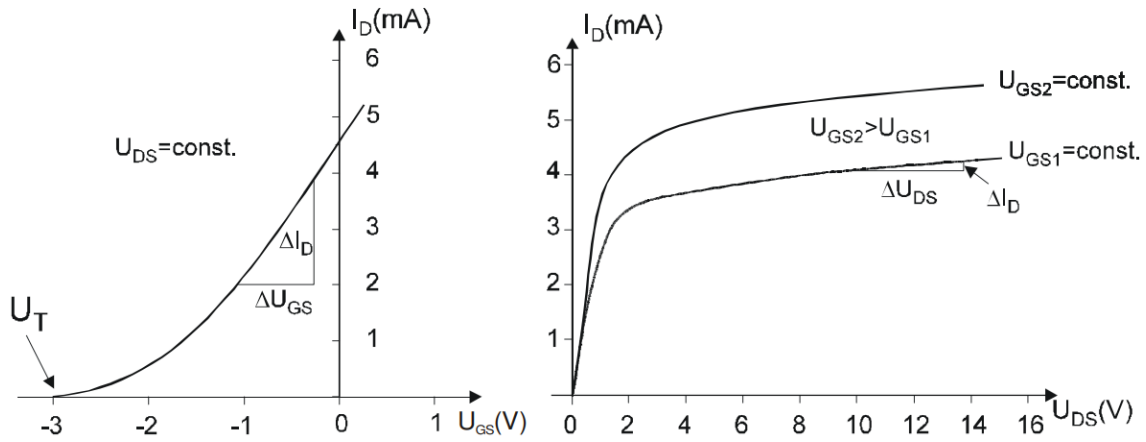
O familie de caracteristici $I_D = I_D(U_{DS})$ este prezentată în figura de mai jos. Dacă privim o singură curbă pentru o valoare dată a tensiunii U_{GS} , se poate observa că la valori mici ale tensiunii U_{DS} tranzistorul se comportă ca o rezistență, dependența $I_D = I_D(U_{DS})$ fiind liniară (zona ohmică). La tensiuni U_{DS} mai mari se constată o limitare a curentului de drenă, el rămânând aproape constant pe o plajă largă a tensiunii U_{DS} (zona activă, de saturație). Dependența curentului de drenă de tensiunea de negativare a grilei, $I_D = I_D(U_{GS})$, având drept parametru o valoare a tensiunii U_{DS} corespunzătoare porțiunii plate a caracteristicii $I_D = I_D(U_{DS})$, are următoarea expresie:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_T}\right)^2$$

unde I_{DSS} este curentul de drenă de saturație pentru $U_{GS} = 0$. Pe lângă tensiunea de blocare se mai definesc alți doi parametri ai tranzistorului cu efect de câmp, parametri necesari în proiectarea circuitelor electronice (amplificatoare, oscilatoare etc.): panta de semnal mic (transconductanța) și rezistența de ieșire (sau rezistența de drenă) în vecinătatea punctului static de funcționare, definite de relațiile:

$$g_m = \left(\frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}}\right)_{U_{DS}=\text{const.}} \quad \text{și} \quad r_d = \left(\frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_D}\right)_{U_{GS}=\text{const.}}$$

în care ΔU_{DS} , ΔU_{GS} și ΔI_D se calculează conform figurii de mai jos.



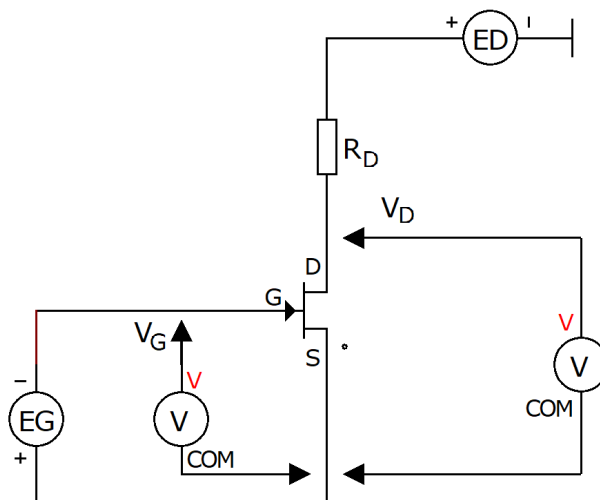
Materiale necesare

- un tranzistor BF245;
- un rezistor de 1 k Ω ;
- un rezistor de 47 k Ω ;
- placă de teste (breadboard), conectori și cabluri;
- sursă dublă de tensiune;
- multimetru electronic.

Metodologia efectuării lucrării

a) Ridicarea caracteristicilor de transfer

- se notează datele de catalog ale tranzistorului, cu specificarea semnificației lor;
- se identifică terminalele tranzistorului pe baza catalogului;
- se măsoară valorile exacte ale rezistențelor;
- se realizează schema de lucru de mai jos pe placa de montaj;



- pentru două valori fixe ale tensiunii drenă-sursă, $U_{DS} = 5 \text{ V}$, respectiv $U_{DS} = 10 \text{ V}$, se ridică punct cu punct caracteristicile de transfer $I_D = f(U_{GS})$ pentru $U_{DS} = \text{constant}$. Tensiunea U_{GS} se reglează variind E_G între 0 și -1.5 V cu pas de 0.1 V menținând **valoarea lui U_{DS} constantă**. Valorile măsurate se trec în tabelul de mai jos.

U_{GS} (V)	$U_{DS} = 5 \text{ V}$	$U_{DS} = 10 \text{ V}$
	I_D (mA)	I_D (mA)
...
...

- **OBS:** pentru curenți mici de drenă se va folosi $R_D = 47 \text{ k}\Omega$, iar pentru curenți mari $R_D = 1 \text{ k}\Omega$. Pentru fiecare măsurătoare mai întâi se fixează tensiunea de grilă și apoi se ajustează tensiunea de drenă la valoarea dorită
- se reprezintă grafic separat caracteristicile $I_D = f(U_{GS})$ pentru $U_{DS} = \text{constant}$.
- de pe fiecare grafic se determină curentul de drenă de saturație, I_{DSS} și tensiunea de blocare, U_T . Comparați valorile obținute cu cele din catalog.
- se realizează un fit liniar pe porțiunea liniară a fiecărei caracteristici $I_D = f(U_{GS})$ pentru $U_{DS} = \text{constant}$. Se determină parametrul g_m pentru fiecare caracteristică și se compară valorile obținute cu datele din catalog.

b) Ridicarea caracteristicilor de ieșire

- pentru trei **valori fixe ale tensiunii U_{GS} (0 V, -0.4 V, -0.8 V)** se ridică punct cu punct caracteristicile de ieșire $I_D = f(U_{DS})$ ale tranzistorului. Se recomandă ca tensiunea de drenă să fie modificată în intervalul 0 V - 20 V. Pasul de variație al tensiunii de drenă va fi de 0.15 V în intervalul 0 V - 1 V, de 2 V în intervalul 2 V - 5 V și de 5 V în intervalul 5 V - 20 V. Datele experimentale se trec într-un tabel de formatul celui de mai jos.

U_{DS} (V)	$U_{GS} = 0 \text{ V}$	$U_{GS} = -0.4 \text{ V}$	$U_{GS} = -0.8 \text{ V}$
	I_D (mA)	I_D (mA)	I_D (mA)
...
...

- se reprezintă pe același grafic cele trei caracteristici $I_D = f(U_{DS})$ pentru $U_{GS} = \text{constant}$.
- pentru fiecare caracteristică $I_D = f(U_{DS})$ se realizează un fit liniar pe zona ohmică și se determină rezistența canalului în zona ohmică, r_{ohmic} .
- pentru fiecare caracteristică $I_D = f(U_{DS})$ se realizează un fit liniar pe zona activă și se determină rezistența de ieșire a tranzistorului, r_d . Comparați valorile obținute cu datele din catalog.