

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 1

UTILIZAREA INSTALAȚIEI INDUSTRIALE JI2-46 PENTRU STUDIUL CARACTERISTICILOR STATICE ȘI PARAMETRILOR TRANZISTORULUI CU EFECT DE CÂMP

Scopul lucrării: Studiul tranzistoarelor cu efect de câmp. Familiarizarea cu instalația industrială de testare a tranzistoarelor de câmp și utilizarea ei pentru caracterizarea tranzistoarelor cu efect de câmp.

Dotarea instrumentală: Instalația industrial tip JI2-46. Tranzistori cu efect de câmp.

Breviar. Tranzistorul cu efect de câmp cu poartă joncțiune (TECJ)

Tranzistorul cu efect de câmp cu poartă joncțiune (TECJ) este un dispozitiv electronic unipolar (conducția se face printr-un singur tip de purtători fie electroni, fie goluri). Este format dintr-un cristal semiconductor în care se realizează un canal conductor prevăzut la capete cu contacte pentru aplicarea tensiunii de alimentare și un electrod de comandă a curentului din canal. Contactele de la capete sunt denumite: *sursă -S (ucmok)* - electrodul prin care purtătorii pătrund în canal, *drenă -D (cmok)* - electrodul prin care purtătorii sunt evacuați din canal, și *poartă(grilă) -G(зameop)* electrodul, care, prin tensiunea poartă-sursă U_{GS} , modulează, controlează lățimea canalului (deci conductanța electrică) între drenă și sursă. Tipul n sau p al materialului semiconductor, din care este confecționat canalul, determină tipul purtătorilor mobili de sarcină: electroni și respectiv goluri și divizarea tranzistoarelor cu efect de câmp în TECJ cu canal n și TECJ cu canal p .

La tranzistorul TECJ secțiunea efectivă a canalului este modificată prin modularea lărgimii regiunii de trecere a joncțiunii pn . În fig. 1a, este prezentată structura simplificată a tranzistorului obținut în cristal de semiconductor tip n cu 2 joncțiuni pn care lasă între ele un canal conductor. Cele două joncțiuni sunt polarizate invers, iar tensiunea de polarizare dictează lărgimea regiunilor de trecere și secțiunea efectivă a canalului.

În fig. 1b, este arătată o variantă de realizare a unui TECJ în tehnologie planar epitaxială. Canalul este realizat din regiunea n crescută pe substratul p^+ . Joncțiunile grilă-canal și substrat-canal, delimitează clar canalul conductor. Realizarea contactelor ohmice se face pe regiuni dopate n^+ . În unele cazuri substratul este utilizabil ca electrod de comandă similar grilei iar uneori se conectează împreună cu grila.

Curenții de grilă, datorită polarizării inverse a joncțiunii pn sunt foarte mici: $1\text{pA} \div 10\text{nA}$ astfel rezultând o rezistență de intrare de $10^{10} \div 10^{13} \Omega$.

Citto: Evitați regimul accidental de polarizare directă a joncțiunii poartă-canal care conduce la o disipație termică în regiunea de trecere cu eventuală deteriorare a tranzistorului.

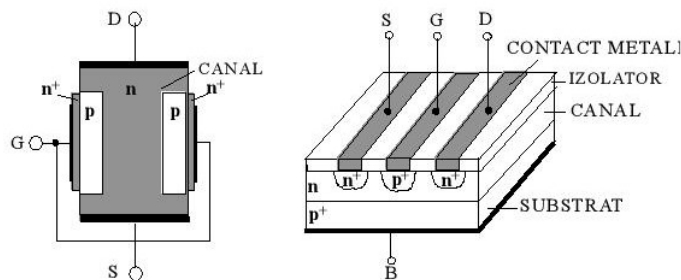


Fig. 1 a) Schema simplificată a unui tranzistor TECJ ;
b) structura unui tranzistor TECJ planar epitaxial cu canal n .

În cele ce urmează se va studia un tranzistor TECJ cu canal n .

1. Caracteristici statice ale TECJ

1.1 Caracteristici de ieșire (de drenă): $I_D = f(V_{DS})$ pentru $V_{GS} = \text{const}$ (1)

În cazul tensiunilor de drenă-sursă mici, între I_D și V_{DS} există o relație liniară ($I_D = 2K(V_{GS} - V_p)V_{DS}$) - tranzistorul se comportă aprox. ca o rezistor, caracteristicile ce trec prin origine sunt drepte și au panta dependentă de tensiunea aplicată pe poartă. Experimental se constată, că prin canal trece curent și în cazul aplicării unei tensiuni negative pe drenă.

Cu creșterea tensiunii pozitive pe drenă, după atingerea unei anumite valori V_{DS} curentul se saturează, caracteristicile fiind drepte, paralele cu abscisa (vezi fig. 2). În montaje de amplificare, TECJ lucrează în regiunea de saturație unde curentul I_D este efectiv comandat de tensiunea V_{GS} .

2). Caracteristici de transfer $I_D = f(V_{GS})$ pentru $V_{DS} = \text{const}$ (2)

Mai precis, $I_D = 0$ pentru $V_{GS} < V_p$ (2a)

și $I_D = k(V_{GS} - V_p)^2$ pentru $V_{GS} \geq V_p$ (2b)

Această familie de caracteristici se trasează de obicei pentru regimul de saturație când curentul I_D este slab influențat de tensiunea V_{DS} . Se constată, că aceste caracteristici sunt foarte apropiate între ele fiind suficient să se traseze doar una, corespunzătoare unei tensiuni de drenă superioară celei de saturație.

Pentru tensiuni de grilă mici, caracteristica de transfer poate fi considerată liniară. Spre tensiuni negative apropiate de V_p (tensiunea de prag la care tranzistorul se blochează, în unele surse se notează ca U_T , dar nu de confundat cu tensiunea termică de la pn-joncțiuni), caracteristica de transfer prezintă o pantă variabilă.

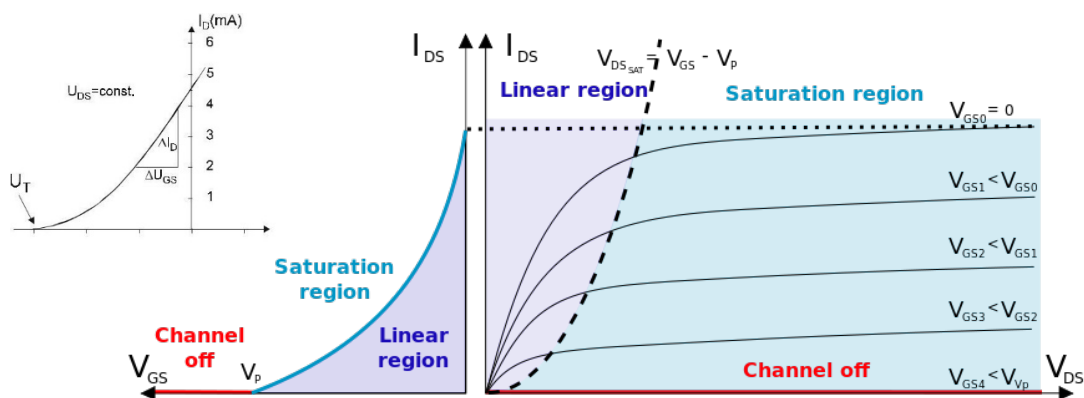


Fig. 2 Caracteristicile de transfer (în stânga) și de ieșire (în dreapta) pentru TECJ cu canal n. Înserat – arată modul determinării transconductanței.

Notă. Tranzistorul este considerat complet deschis (în starea ON) la o anumită valoare a tensiunii V_{GS} , usual de 10V, unde se definește $I_{D(ON)}$. Valoarea $I_{D(ON)}$. Este data în foile de catalog, de aici putem determina parametrul K al tranzistorului:

$$K = I_{D(ON)} / (V_{GS(ON)} - V_p)^2 \quad (2c)$$

Notă. La tranzistorul TECJ caracteristicile de intrare $I_G = f(V_{GS})$ pentru $V_{DS} = \text{const}$ nu prezintă interes datorită rezistenței foarte mari a circuitului de intrare, ce conduce la curenți foarte mici, fapt care se constituie într-un parametru de performanță al acestui tip de tranzistor.

Constatăm cu regret, că până-n prezent atât V_p cât și $I_{D(ON)}$ sunt puternic dependente tehnologic, chiar și de același tip. Astfel, caracteristicile de transfer au o împrăștiere tehnologică mult mai mare ca la tranzistoarele bipolare.

Important. Deoarece nu există curent de poartă, nu are sens să vorbim despre caracteristica de intrare la tranzistori de câmp.

3). Parametrii tranzistorului TECJ

a) **Transconductanța** (conductanța mutuală, **panta de semnal mic**), g_m , este un parametru ce descrie acțiunea tranzistorului la variații mici în jurul unui punct de funcționare (vezi graficul înserat în fig. 2) și se definește ca:

$$g_m (dI_D/dV_{GS}) = dI_D/dV_{GS} \text{ în condiții } V_{DS}=\text{const} \quad (3)$$

De aici rezultă, că transconductanța este proporțională cu comanda porții :

$$g_m = 2K(V_{GS}-V_p)=2 \sqrt{K} \sqrt{I_d} \quad (3a)$$

și valoarea sa la un transistor complet deschis:

$$g_{m(ON)} = 2I_{D(ON)} / V_{GS(ON)} - V_p \quad (3b)$$

Notă. Tranzistoarele de câmp au transconductanța cu 1-2 ordine de mărime mai mică ca la tranzistoarele bipolare. Astfel spus, sensibilitatea controlului curentului este mult mai mica la tranzistoarele cu efect de câmp

b) **Conductanța de drenă** (conductanța de ieșire) g_D

$$g_D = (dI_D/dV_{DS})= dI_D/dV_{DS} \text{ în condiții } V_G=\text{const} \quad (4)$$

c) **Factorul de amplificare static în tensiune**, μ_τ

$$\mu_\tau = -(dV_{DS}/dV_{GS}) = - (dV_{DS}/dV_{GS}) \text{ în condiții } I_D=\text{const} \quad (5)$$

Parametrii g_m , g_D și μ_T sunt legați prin relația:

$$\mu_\tau = g_m/g_d \quad (6)$$

$$R_{DS} = R_{DS0} (V_{GS(ON)} - V_p) / 2I_{D(ON)} \quad (7)$$

2. Montaj experimental pentru trasarea caracteristicilor TECJ

În fig.3 se prezintă un model al schemei pentru analiza tranzistorului TECJ cu canal n . Tipul tranzistorului studiat este dat de cadrul didactic. Caracteristicile principale le aflați din fișele tehnice respective din Internet.

Înainte de a monta tranzistorul în circuit verificați terminalele lui și punctele de montare din instalația dată.

Cuiburile (9 la număr) pentru terminalele tranzistorului sunt amplasate pe circumferință în capsula pentru contacte, cu marcarea respectivă. În centrul circumferinței este un cuib (nemarkat) destinat exclusiv terminalului grilei.

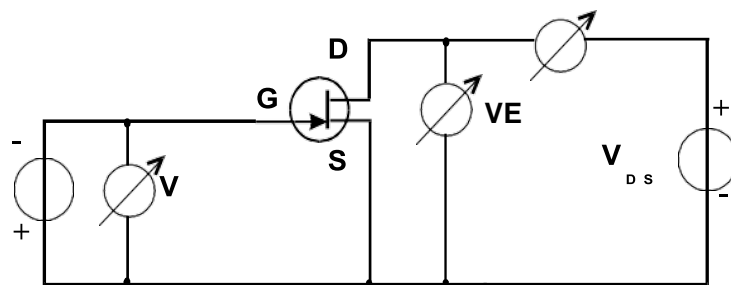


Fig. 3. Exemplu de montaj pentru studiul aracteristicilor statice ale TECJ cu canal n .

După ridicarea caracteristicilor statice se calculează parametrii tranzistorului studiat conform relațiilor (3-5).

Atenție: mențineți tranzistorului în parametrii de funcționare admiși

3. Trasarea caracteristicilor statice la un tranzistor cu efect de câmp cu poartă metal-oxid-semiconductor (TECMOS) cu canal indus de tip p în conexiune sursă-comună

În cele mai multe cazuri în dispozitivele fabricate din Si izolatorul este realizat dintr-un strat de oxizi, obținându-se o structură MOS (Metal-Oxid-Semiconductor). Tranzistoarele astfel construite se numesc TECMOS (în engleză MOSFET; Metal-Oxid-Semiconductor Field Effect Tranzistor). Particularitatea cea mai importantă o reprezintă rezistența de intrare foarte mare care atinge $10^{15}\Omega$.

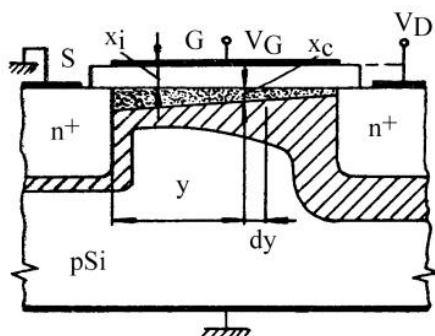


Fig.4 Structura fizică a unui tranzistor TECMOS cu canal indus

Se consideră tranzistorul MOS din fig.4 unde pe grilă este aplicată o tensiune V_G suficientă pentru a forma un strat de inversiune puternic între sursă și drenă în timp ce tensiunea pe drenă este mică $V_D \leq V_G$. Prin canal va circula un curent, în lungul acestuia existând o cădere de tensiune. Fiecare secțiune a canalului este caracterizată de tensiunea $V_{C(y)}$. Tensiunea efectivă dintre poartă și canal V_{GC} , mărime care determină intensitatea câmpului electric transversal în izolator este variabilă cu distanța. Lățimea canalului scade de la sursă spre drenă.

În cazul TECMOS interesează caracteristicile de ieșire și cele de transfer. În fig.5 (a) sunt prezentate caracteristicile de ieșire la un astfel de tranzistor

$$I_D = f(V_D) \quad V_G = \text{ct} \quad (8)$$

La tensiuni de drenă foarte mici I_D depinde liniar de V_D ; urmează apoi porțiunea neliniară a caracteristicilor, iar după aceasta regiunea de saturație în care canalul se închide. Valorile curentului în cele trei cazuri sunt descrise de expresiile analitice găsite în secțiunea precedentă. Păstrând constantă rata de creștere a tensiunii de poartă, V_G , caracteristicile de ieșire nu sunt echidistante deoarece între I_D și V_G există o dependență pătratică. În majoritatea calculelor care se fac pentru utilizarea TECMOS în montaje de amplificare se consideră că în regiunea saturată caracteristicile sunt paralele.

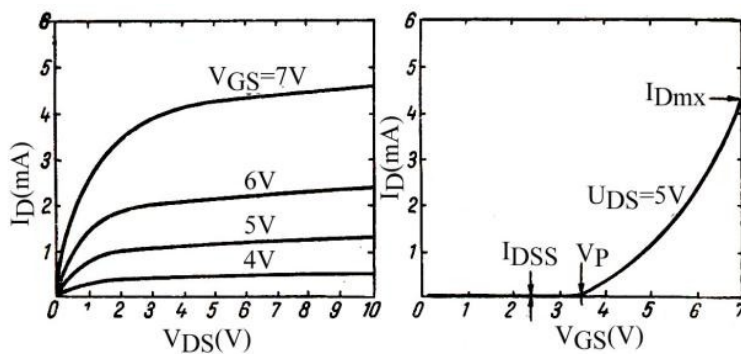


Fig.5. Caracteristici statice (a) de ieșire, (b) de transfer tipice pentru un tranzistor TECMOS cu canal indus

Al doilea tip de caracteristici de interes sunt cele de transfer, vezi relația:

$$I_D = f(V_G) \text{ pentru } V_D = \text{const} \quad (9)$$

Regimul normal de funcționare al TECMOS fiind cel de saturație, ca urmare a influenței slabe a tensiunii V_D asupra curentului I_D , caracteristicile de transfer (luate la diferite tensiuni de drenă) sunt foarte apropiate, în practică folosindu-se una singură ca în fig.5–(b). Pe caracteristica de transfer se poate observa și valoarea tensiunii de prag, V_P . De obicei sunt date curentul de drenă maxim și tensiunea de poartă corespunzătoare.

În cadrul părții experimentale se va studia tranzistorul dat de cadrul didactic pentru care vor fi trasate :

caracteristicile de ieșire $I_D = f(V)$ cu V_G parametru.

caracteristicile de transfer $I_D = f(V_G)$ cu V_D parametru.

Se va utiliza pentru trasare metoda punct cu punct descrisă mai jos. *Pentru a preveni distrugerea dispozitivului printr-o conectare greșită în montaj, în paralel cu terminalele tranzistorului pot fi conectate diode Zener de protecție.*

Precauții la manipularea tranzistoarelor TECMOS

Tranzistoarele TECMOS se pot distruge ușor prin străpungere în timpul montării în circuitele electronice datorită impedanței foarte mari de intrare care favorizează acumularea unei sarcini electrostatice și provoacă apariția unei diferențe de potențial pe grilă, conducând la străpungerea stratului de oxid. Capacitatea corpului uman depășește 300 pF și în anumite condiții se poate încărca electrostatic la peste 10 KV. Alte surse de tensiuni periculoase sunt casetele și distanțierile din polistiren, policlorură de vinil ș.a. De asemenea, tensiuni mari pot genera echipamentele de testare și ciocanele de lipit. Este necesar să se prevadă o serie de măsuri de protecție față de pericolul generat de aceste surse de tensiuni periculoase pentru dispozitiv:

- *pentru anularea sarcinii statice tranzistoarele sunt ținute în cutii metalice sau cu terminalele scurtcircuitate printr-un inel conductor;*
- *toate echipamentele de manipulare și letconul se leagă la masa;*
- *se recomandă ventilarea cu aer ionizat a zonei de lucru;*
- *operatorul va purta legat la încheietura mâinii un conductor conectat la masa generală printr-un rezistor de $1M\Omega$, iar planșeta de lucru este de regulă dintr-un cauciuc conductor conectat la masă;*
- *nu trebuie depășite tensiunile tranzitorii de vârf specificate în foile de catalog ale tranzistorului;*
- *nu se scot, nu se introduc tr-le în circuite conectate la sursa curent.*

Pentru protecția directă la unele dispozitive TECMOS sunt introduse în structură joncțiuni Zener cuplate între grilă și sursă. Dezavantajul acestei soluții de protecție este reducerea impedanței de intrare a tranzistorului

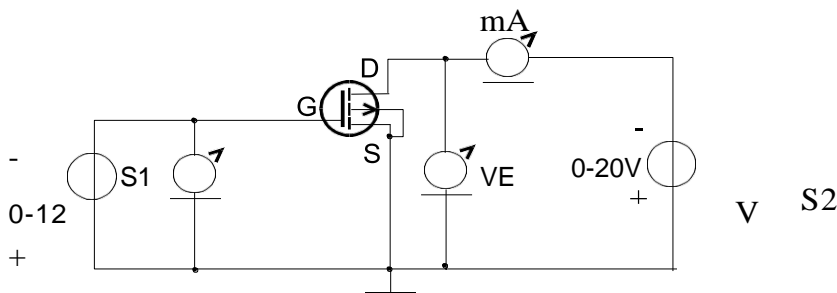


Fig.6 Modelul unui montaj pentru trasarea caracteristicilor statice la un tranzistor TECMOS cu canal indus de tip p.

4. Pregătirea instalației pentru lucru

(a) Mânerele întrerupătoarelor de comandă a blocului regimurilor de instalat în poziția limită de stânga, iar comutatorul **Ic (I al drenei)** în blocul regimurilor de a-l instala în poziția limită din dreapta.

(b) Conectați blocul pentru măsurări și blocul regimurilor în circuitul electric cu ajutorul comutatoarelor de rețea ((**сеть** (*rus*)) de pe panoul din față. Stabiliți în blocul regimurilor tensiunea grilei **En (Eg) = 30V** (grila este echivalentă cu poarta în multiple lucrări) și așteptați 15 min ca instalația să se încălzească.

Important: În caz de măsurări de durată în același regim este necesar de efectuat calibrarea și instalarea poziției 0 (nule) a indicatoarelor peste fiecare 30 min de lucru.

5. Ordinea efectuării lucrării de laborator

(a) Pregătirea pentru măsurări

5.1.1. După intrarea în regim (încălzirea) instalației comutați întrerupătoarele **Ec, E3 și En (Ed drenă, Eg grilă, Es substrat)** în pozițiile necesare “+” sau “-” situate pe panoul din față a blocului de măsurări. De ex. pentru tranzistorul КП 103К de comutat **Ed (Ec)** în poziția “-” iar **E3 (Eg)** în poziția “+” ce corespund polarității tensiunilor drenei și grilei tranzistorului.

5.1.2. Cu mânerul comutatoarelor **E3 (Eg), Ec (Ed)** și a mânerului respectiv de reglarea fină de pe panoul blocului regimurilor instalați tensiunile necesare conform indicatorului cu ac comutat corespunzător cu sursa în dependență de poziția întrerupătorului E.

Pentru orice variație a tensiunii drenei comutatorul **Ic (Id)** de pe panoul blocului regimurilor stabiliți la indicația $I_d=300$. În acest caz, cu capacul capsule instalat, *este permis (în timp de până la 15 sec) să observați salturi ale curentului drenei pe toată scala indicatorului respectiv.*

(b) Efectuarea măsurărilor.

5.2.1. Măsurarea curentului drenei pentru tensiuni ale grilei și drenei stabilite.

Pentru TEC de putere mica de folosit capsula nr. 7 pentru conectarea tranzistorului.

- Comutatorul “parametri” de instalat în poziția **Ic (Id)**;
- Mânerul **Ic (Id)** de pe panoul regimurilor de fixat în poziția 300.
- Întrerupătorul **II** fixați în poziția “-”
- Instalați tranzistorul în capsula de contact conform marcării pinilor de pe capsulă și din catalog luând în considerare, că contactul central din capsulă este destinat totdeauna grilei (porții) tranzistorului. Celelate destinații ale cuiburilor capsule instalate pe circumferință sunt marcate prin respectiv **C (D), n, n(S)**

- pe blocul de măsurări plasați capacul pe capsula de contact.
- Determinați valorile curentului drenei I_d selectând intervalele adecvate măsurărilor, cu ajutorul mânerelor **Ic (Id)** de pe blocul regimurilor.

c) Ridicarea caracteristicilor de ieșire

- scoatem capacul de pe capsula de contact
- stabilim comutatorul **E3, En, Ec (Eg, Es, Ed)** în poziția **E3, (Eg)**;
- cu ajutorul comutatoarelor de reglare fină stabilim valoarea necesara a tensiunii **E31 (Eg)**;
- schimbăm poziția comutatorului „E3, En, Ec” in poziția tensiunii drenei **Ec (Ed)** și alegem intervalul necesar. Plasăm capacul pe capsula de contact. Apoi cu ajutorul regulării fine a tensiunii drenei stabilim valoarea necesară a ei, notând-o în tabelul 1.

• alegând scala respectivă pentru curentul drenei I_D cu ajutorul comutatorului (**Ic**). Notăm valoarea respectivă în tabelul 1. Astfel măsurăm $I_c (I_D)$ ce corespunde tensiunii drenei U_D pentru tot intervalul necesar;

- scoatem capacul de pe capsula de contact;
- stabilim comutatorul „E3, Eu, Ec în poziția **E3 (Eg)**;

- Închidem capsula cu capacul și cu ajutorul reglării fine a tensiunii grilei E_3 (E_g), stabilim o altă valoare U_{G2} ;
- scoatem capacul de pe capsula de contact;
- readucem comutatorul „ E_3 , E_n , E_c ” în poziția E_c (E_d) și din nou efectuăm măsurările respective, notând datele în tabelul 1;
- repetăm măsurările respective a caracteristicii de ieșire a TEC.

Notă: Pentru TEC cu joncțiune pn și canal de tip p măsurările se efectuează în limitele (suplimentar de consultat datele tranzistorului):

Pentru $U_D = (0.5—10,0)$ V ($=E_c$ (E_d));

Pentru $U_G = (0 - 1,0)$ V ($=E_3$ (E_g)).

Caracteristica de ieșire

Tabelul 1

		ID = f(U_D) pentru $U_g = \text{const}$					
U grila	I drenă	$U_{D,v}$					
		0,5	1	2	...	9	10
U_{G1}	I_D .mA						
	$I_{D,rriA}$						
$U_{G3}=1$	$I_{D,rriA}$						

Caracteristica de transfer

În același mod măsurăm caracteristica de transfer cu singura excepție, că acum vom stabili tensiunea drenei E_c (E_d) = const. și vom varia tensiunea grilei cu E_3 (E_g) în limitele date. Datele le vom completa în Tabelul 2.

Tabelul 2

		Id = f(U_G) pentru $U_d = \text{const}$						
U drenă	I grilă	U_G, V_v						
		0	0.25	0,5	•••	2,5	2,75	3
$U_{d1} = 0V$	I_g , mA							
$U_{d2} = 0,5V$	I_g , mA							
$U_{d3} = 1,0V$	I_g , mA							

d) Măsurarea pantei la tensiuni stabilite ale grilei și drenei

- scoateți capacul de pe capsula de contact nr.7;
- comutatorul “parametri” stabiliți în poziția S”
- stabiliți comutatorul Π în poziția “-”;
- stabiliți comutatorul .măsurări-calibrare” în poziția „CALIBRARE” și cu rezistența variabilă calibrare plasați acul indicatorului în poziția limită din dreapta scalei.
- stabiliți comutatorul “măsurări – calibrare” în poziția “măsurări”.
- stabiliți comutatorul (E_3 , E_n , E_c) în poziția E_c și selectați intervalul de lucru;
- închideți cu capac capsula de contact și prin intermediul reglării fine a tensiunii drenei E_c (U_d) stabiliți valoarea necesară;
- scoateți capacul de pe capsula de contact;
- stabiliți comutatorul (E_3 , E_n , E_c) în poziția E_c (E_d) și selectați intervalul necesar de lucru;
- puneți capacul pe capsula de lucru;
- cu ajutorul reglării fine a tensiunii grilei E_g , (E_c) stabiliți valorile respective în intervalul permis de datele pașaportului tranzistorului. Selectând scala pentru indicatorul pantei de pe blocul de măsurări,

determinați valoarea pantei pentru valoarea respectivă a tensiunii grilei E_g (U_3);

- notați datele în tabelul 3.

Tabelul 3

		$I_d = f(U_G)$ pentru $U_D = \text{const}$					
U drenă	S, mA/V	U_G, V					
		0	0,25	0,5	...	2,75	3
$U_{d1}=1V$	S						
$U_{d2}=2V$	S						
$U_{d3}=3V$	S						

e) Măsurarea conductanței de ieșire (drenă) pentru tensiunile drenei constante.

- scoateți capacul și tranzistorul din capsula de contact;
- stabiliți comutatorul „parametri” în poziția RK, g_{22} ;
- stabiliți comutatorul g_{22} în poziția 100;
- stabiliți comutatorul „măsurări μS – calibrare” în poziția „calibrare”;
- cu reglarea “Calibrarea” stabiliți acul indicatorului în poziția maximă a scalei;
- comutatorul „măsurări - calibrare” stabiliți în poziția „măsurări”;
- stabiliți comutatorul g la intervalul, ce corespunde poziției 1000;
- instalați tranzistorul în capsula de contact și respectiv capacul;
- stabiliți comutatorul „ E_3, E_n, E_c ” de pe blocul regimurilor în poziția E_c (tensiunea drenei) și instalați tensiunea necesară;
- scoateți capacul;
- stabiliți comutatorul „ E_3, E_n, E_c ” în poziția E_3 și respectiv, intervalul tensiunii necesare a grilei;
- puneți capacul;
- variind tensiunea grilei cu ajutorul reglării fine E_3 , efectuați măsurările respective ale U_G și g_{22} și le notați în tabelul 4.

Tabelul 4

		$g_{22} = f(U_g)$ pentru $U_d = \text{const}$						
U Drena		U_G, V						
		0	0,1	0,2	...	0,9	1,0	
$U_D=1V$	$g_{22}, \mu S$							
$U_D=2V$	$g_{22}, \mu S$							
$U_D=3V$	$g_{22}, \mu S$							

f) Măsurarea conductanței de ieșire (de drenă) pentru tensiuni ale grilei const.

- îndepliniți consecutivitatea procedurilor ca la pct precedent **c)**, dar cu excepția, că acum fixați tensiunea grilei $U_G = \text{const}$ (E_3) și variind tensiunea drenei (E_c) determinăm g_{22} . Valorile respective introduceți în tab. 5

Tabelul 5

		$g_{22} = f(U_d)$ pentru $U_g = \text{const}$						
Grila		U_d, V						
		0	0,25	0,5	...	2,5	2,75	3,0
$U_G=1V$	$g_{22}, \mu S$							
$U_G=2V$	$g_{22}, \mu S$							
$U_G=3V$	$g_{22}, \mu S$							

g) Finalizarea lucrării.

- micșorați tensiunea grilei până la zero;
- scoateți capacul de pe capsula de contact;
- comutatorul „ E_3 , E_n , E_c ” stabiliți în poziția E_3 și micșorați la zero tensiunea grilei;
- readuceți în poziția limită din stânga toate comutatoarele, iar comutatorul I_c - în poziția limită din dreapta;
- deconectați instalația de la rețeaua electrică.

6. Prelucrarea datelor experimentale

- (a) Rezultatele experimentale din tabelele 1-5 de prezentat în forma unor familii de grafice;
- (b) Pe graficele obținute experimental în aceiași scară de trasat unele grafice din catalog pentru comparări.

7. Conținutul dării de seamă trebuie să reflecte:

Tema și scopul lucrării.

Schema principială de cercetare.

Rezultatele experimentale sub formă de tabele și grafice.

Calculul caracteristicii și parametrilor.

Concluziile respective.

Literatura consultată

1. Instrucțiunea de lucru cu instalația JI2-46.
2. P.Gașin, P.Gaugaș, A.Focșa. Fizica dispozitivelor semiconductoare. FEP Tipografia centrală, Chișinău, 1998.
3. S.M.Sze. Semiconductor Devices. Physics and Technology. Second Edition. 2002.
http://www.fulviofrisone.com/attachments/article/453/Semiconductor.Devices_Physics.Technology_Sze.2ndEd_Wiley_2002.pdf