

Dispozitive electronice de putere

Se compară calitățile de comutator ale principalelor ventile utilizate în EP și anume tranzistorul bipolar, tranzistorul Darlington și TEC-MOS de putere.

Se vor evalua:

- rezistența și căderea de tensiune pe ventil în starea aprins;
- tensiunea de comandă de prag;
- puterea în circuitul de comandă pentru starea aprins.

1. Introducere teoretică

1.1. Tranzistoare bipolare de putere

Factorul de amplificare al tranzistorului de putere este mult mai mic decât cel al tranzistoarelor de mică putere, fiind de ordinul zeci, iar la tensiuni foarte mari sau frecvențe mari poate fi între 4 și 10. Deci, pentru controlul unui curent de 100A este nevoie de un curent de bază de până la 25A, o valoare mare care implică un circuit de comandă complex și scump. Un alt dezavantaj, tranzistorul bipolar nu are capacitatea de a suporta supracurent.

Avantajul principal este că tensiunea în stare de conducție este mică și nu se modifică mult cu curentul, spre deosebire de tranzistoarele unipolare, deci pierderile de conducție sunt mai mici.

Pierderile principale sunt la comutație, cele de la blocare fiind mult mai mari.

Parametrii importanți ai unui tranzistor bipolar de putere sunt:

- U_{CEO} – tensiunea maximă colector-emitor cu baza în gol
- P_D – puterea disipată maximă
- h_{FE} – factorul de amplificare în curent.

Pentru tranzistoarele de putere punctul de funcționare trebuie să fie în orice condiții în interiorul unei arii de funcționare sigură, SOA (Safe Operating Area) în planul caracteristicilor de ieșire.

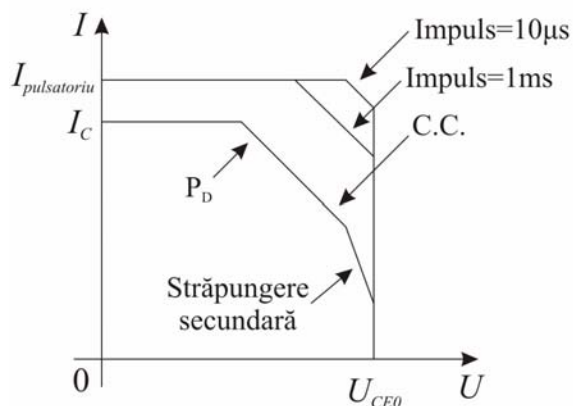


Fig. 1. Arie sigură de funcționare în polarizare directă.

Limitele sunt o dată limitele zonei active, aici primul cadran, apoi limitele maxime pentru tensiunea colector-emitor și curentul de colector. Mai există o limită dată de puterea disipată maximă, P_D , numită și hiperbolă de disipație plus o limită caracteristică zonei de tensiune mare de sub hiperbolă de disipație denumită a străpunerii secundare, fenomenul care apare mai ales în cazul unor sarcini inductive, fiind distructiv.

1.2 Tranzistorul Darlington

Un tranzistor Darlington e compus din două tranzistoare, unul principal, de putere mai mare și un al doilea de comandă, de putere mai mică (figura 2a). Schema internă a unui tranzistor Darlington existent pe piață poate fi mai complicată și cuprinde diode de protecție la tensiune inversă și rezistențe, o variantă fiind prezentată în figura 4b.

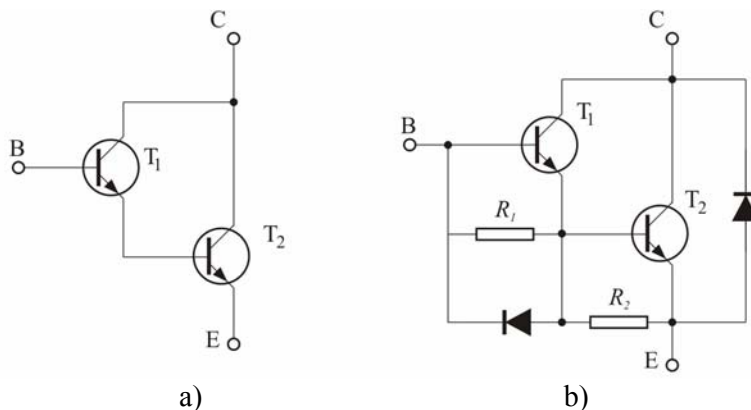


Fig. 2. Tranzistor Darlington

Avantajul principal este ca oferă un factor de amplificare mult mai mare decât tranzistorul individual și deci curent mic și circuit mai simplu de comandă

Dezavantajele sunt o tensiune mai mare în conducție cu 0,8- 1V și timp de comutație inversă mai mare, deoarece tranzistorul principal începe blocarea după ce s-a blocat celălalt.

1.3 Tranzistorul MOS de putere

Față de tranzistoarele MOS de mică putere tranzistoarele MOS de putere sunt realizate într-o structură specială care cuprinde și stratul suplimentar slab dopat care permite funcționarea la tensiune de blocare înaltă (figura 3a), pe de altă parte, pentru a putea suporta curenți mari, sunt foarte multe celule similare conectate în paralel (structură HEXFET). Construcția implică și existența unei diode parazite care apare și în simbolul tranzistorului MOS de putere, figura 3b. Dispozitivul MOSFET are din acest motiv o capacitate asimetrică de blocare a tensiunii. Dioda integrată este caracterizată de o conducție lentă și de aceea, în aplicațiile curențe, este conectată o diodă rapidă externă.

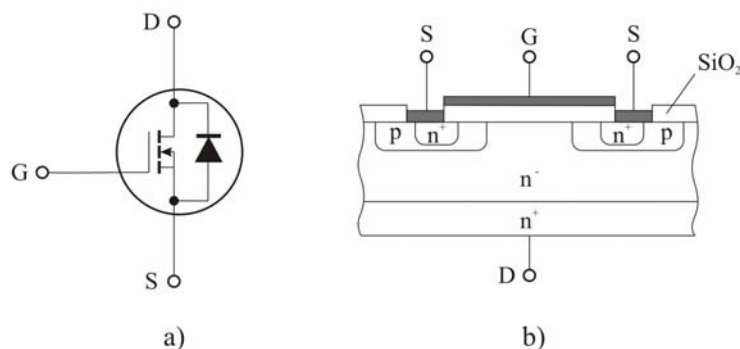


Fig. 3. Tranzistorul MOS de putere: a) simbol; b) structură.

Caracteristica tensiune-curent a tranzistorului are două regiuni distincte: una în care rezistența $R_{DS(ON)}$ este constantă și a doua în care curentul este constant. Parametrul $R_{DS(ON)}$ al tranzistoarelor de tip MOSFET este important deoarece determină pierderile în

conducție. Coeficientul de temperatură pozitiv al rezistenței face ca operațiile cu MOSFET-uri desfășurate în paralel să fie mai ușor de realizat.

În timp ce pierderile în conducție ale tranzistoarelor MOSFET sunt semnificative pentru dispozitive folosite la tensiuni mari, timpii de comutație sunt foarte mici, cauzând pierderi mici de comutație. Tranzistoarele acestea sunt foarte utilizate pentru scheme de comutare la tensiuni joase, puteri mici și frecvențe mari de ordinul sutelor de KHz.

Parametrii principali ai tranzistorului de putere MOS:

- V_{Th} - tensiunea de prag, (Threshold Voltage) este tensiunea aplicată între grila și sursă, pentru care se obține un curent de drenă precizat;
- $R_{DS(ON)}$ - rezistența drenă-sursă în conducție (ON);
- V_{DSS} – tensiunea maximă drenă sursă.

2. Mersul lucrării

2.1. Se va realiza circuitul din figura 4. Tranzistorul este BD237 și se va consulta foaia de catalog pentru identificarea terminalelor (Baza - 1, Colector - 2, Emitor - 3).

$R_B = 120\Omega$, R_C - 2 rezistențe de $4,7\Omega$ în serie.

Atenție: Deoarece în circuit vor fi curenți de peste 1A, ampermetrul va avea intrarea la borna de 10A.

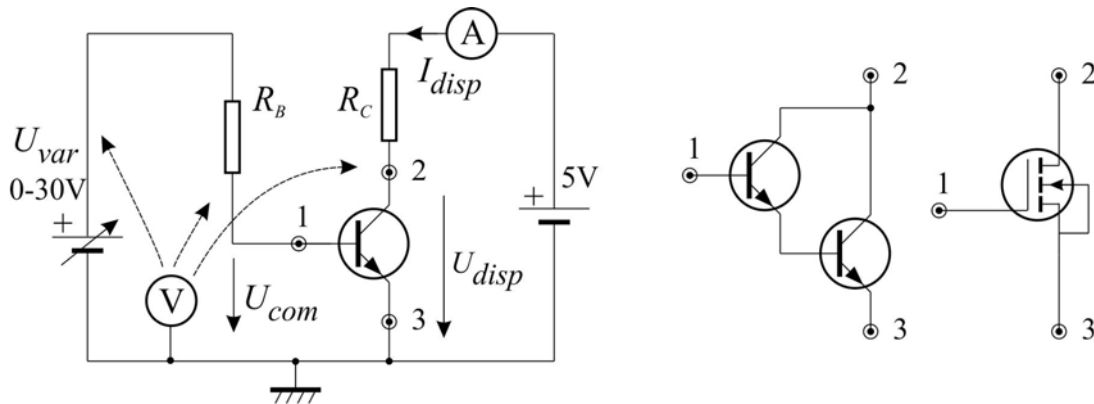


Fig. 4. Circuit experimental ventile de putere.

2.2 Pornind de la valoarea 0 se va crește tensiunea U_{var} până când curentul prin dispozitiv va avea valoarea de 0,05A. Se vor nota în tabelul 1 tensiunile U_{com} , U_{var} și U_{disp} .

Observație: Pentru măsurarea tensiunilor voltmetrul va fi inițial pe sursa variabilă apoi se va muta în punctele 1 și 2.

2.3 Se va fixa U_{var} la 20V și se vor măsura I_{disp} , U_{com} și U_{disp} care se vor trece în tabelul 1.

2.4 Se va modifica $R_C = 4,7\Omega$ și se va repeta punctul 2.3

2.5 Se va modifica $R_C = 2,85\Omega$ (se pun rezistențele în paralel) și se va repeta punctul 2.3

2.6 Se reiau punctele 2.1...2.5 cu tranzistorul Darlington (BD 679)

$R_B = 10K\Omega$, R_C - 2 rezistențe de $4,7\Omega$ în serie.

2.7 Se reiau punctele 2.1...2.5 cu tranzistorul MOS (06n80c)

$R_B = 10K\Omega$, R_C - 2 rezistențe de $4,7\Omega$ în serie

Nume Prenume	Data	Grupa

3. Referat laborator:

Dispozitive electronice de putere

Tabel 1. BD237

	Tens prag	$R_C=9,4\Omega$	$R_C=4,7\Omega$	$R_C=2,35\Omega$
Idisp (A)	0.05			
Ucom(V)				
Udisp(V)	-			
Uvar(V)		20	20	20
Pcomanda				
Pdisipata	-			

$$P_{comanda} = U_{com} (U_{var} - U_{com}) / R_B$$

$$P_{disipata} = U_{disp} I_{disp}$$

Tabel 2. BD679

	Tens prag	$R_C=9,4\Omega$	$R_C=4,7\Omega$	$R_C=2,35\Omega$
Idisp (A)	0.05			
Ucom(V)				
Udisp(V)	-			
Uvar(V)		20	20	20
Pcomanda				
Pdisipata	-			

Tabel 3. 06n80c

	Tens prag	$R_C=9,4\Omega$	$R_C=4,7\Omega$	$R_C=2,35\Omega$
Idisp (A)	0.05			
Ucom(V)				
Udisp(V)	-			
Uvar(V)		20	20	20
Pcomanda				
Pdisipata	-			

Observații:

4. Conținutul referatului

- 4.1. Nume, prenume, data, grupa.
- 4.2. Tabelele 1-3, completate si cu puterile de comanda si disipata pe tranzistor.
- 4.3. Caracteristicile grafice $I_{disp} = f(U_{disp})$ pentru cele trei tranzistoare. Cele trei grafice vor fi trasate pe un aceeași desen.