

SECȚIA DE TRANZISTOARE ȘI DIODE DE MICĂ PUTERE CU SILICIU

În decembrie 1984 secția de tranzistoare și diode de mică putere cu siliciu a împlinit 10 ani de la înființare. Demararea s-a făcut pe osatura unei licențe cu firma ITT — Intermetall, licență completă pentru diode varicap și de comutație și parțială pentru tranzistoare în plastic: capsulă TO-92 fire și SOT-32. De-a lungul timpului, colectivul secției a realizat o multitudine de îmbunătățiri tehnologice pentru linia de diode planar-epitaxiale în capsulă de sticlă, DO-35:

- măsurarea automată a grosimii stratului epitaxial;
- eliminarea difuziei din pulbere de siliciu și înlocuirea ei cu implantare ionică;
- schimbarea rețetelor de spălare în acizi;
- înlocuirea deglazurării prin oxidare termică cu procedeul de anodizare și eliminarea unei măști;
- corecții de difuzie pe plachete cu sticlă de bor;
- îndepărtarea urmelor de fotorezist în plasmă;
- înlocuirea subțierii prin rodare cu procedeul grinding;
- înlocuirea rețetelor de corodare Ti-Ag pentru creșterea aderenței contactelor;
 - depunerea Ti-Ag cu tun electronic;
 - depunerea electrochimică a Ag la temperatura ambiantă;
 - decuparea structurilor cu disc diamantat;
 - verificarea automată a împerecherii diodelor;
 - stanarea pe rețetă Culmo.

De asemenea gama de produse s-a diversificat, concomitent cu creșterea capacităților de producție astfel încât, în prezent, secția oferă beneficiarilor diode de comutație rapidă, diode Zener 0,5 w, diode Zener 1,3 w, diode cu avalanșă controlată, diode picoamperice, diode varicap cu plajă mare

de capacitate, diode termocompensate și diode termocompensate integrate. Aceste produse reprezintă realizări de marcă în tehnologii proprii.

În linia de tranzistoare un rezultat important l-a constituit eliminarea importului de structuri, integrarea fabricării lor și diversificarea gamei de produse prin efort propriu. Astfel s-au asimilat familii noi de tranzistoare grupate după tipul de capsulă:

- TO-92 fire: BC 413, 414, 415, 416; BF 506, 509, 914, 254, 255, 245, 256, 247;
- TO-92 grile: BC 327, 328, 337, 338, 516, 517; BF 297, 299, 420, 422, 421, 423;
- SOT-32: BD 233-237, 234-238, 433-441, 434-442, 675-681, 676-682; BF 469, 471, 470, 472;
- TO-18: 2N2220-2222, 2368-2369, 2906-2907;
- TO-72: BF 180-200, 272 A, 316 A; BFX 90; BFX 89; 2N918, 4957-4958;
- TO-39: 2N1613-1711, 2217-2219, 2899-2891, 2904-2905; BSX 45-47, 12; BSV 15-17;
- F 22: BUR 606-608, 606 D-608 D, TD 643-649, 644-650; BU 806 F-807 F;
- TO-3: BU 606-608, 606 D-608 D, 326, 526; 2N5871-5872, 6653-6655, BUX 80-83.

Toate acestea însumează 16 familii noi în capsula TO-92, dintre care se remarcă tranzistoarele PNP de înaltă frecvență și 8 familii noi în capsula SOT-32, familii care epuizează spectrul tehnologiei epibază. În capsulele metalice TO-18, TO-72 și TO-39 s-au asimilat 5 noi familii la primele două și 7 la ultima, accentul punându-se pe tranzistoarele de comutație și de înaltă frecvență. În domeniul tranzistoarelor de putere, capsulele F 22 și TO-3, asimilările sînt orientate spre domeniul tensiunilor înalte și comutație rapide.

Inovația a fost nota dominantă a secției, tehnologiile fiind originale, unele protejate de brevete de invenție. Demne de remarcat sînt noile procese tehnologice, dezvoltate în ultimii 5 ani: epibază, hometaxială, multi-epitaxial mesa, dispozitive de microunde,

Tehnologie proprie	Tipuri reprezentative	Caracteristici principale	Aplicații
Tripla difuzie planară	BU 526 BU 526 A BU 204—206 BU 207—209	$I_C = 5 \dots 10 \text{ A}$ $V_{CES} = 1000 \dots 1700 \text{ V}$ $P_{tot} = 60 \dots 100 \text{ W}$ $t_f = 0,5 \mu\text{s}$	● acționări electrice ● convertoare, invertoare ● surse în comutație ● baleiaj orizontal TV alb-negru și TV color
Multiepitaxial MESA	BUX 80—81 BUX 82—83	$I_C = 5 \dots 10 \text{ A}$ $V_{CES} = 800 \dots 1000 \text{ V}$ $P_{tot} = 60 \dots 100 \text{ W}$ $t_f = 0,5 \mu\text{s}$	● roboți industriali ● surse în comutație ● comandă motoare
Epibază	BD 233—238 BD 433—442 BD 675—682 BD 643F—650F 2N5872	$I_C = 2 \dots 20 \text{ A}$ $V_{CES} = 22 \dots 150 \text{ V}$ $P_{tot} = 25 \dots 150 \text{ W}$ $f_T = 5 \text{ MHz}$ PNP/NPN	● amplificatoare Hi-Fi ● surse de alimentare ● aplicații de putere și comutație la tensiuni mici
Multiepitaxial planară cu inele de control a sarcinii	2N6653—6655 BUX 10—12 A BUX 40—42 A	$I_C = 7 \dots 30 \text{ A}$ $V_{CES} = 200 \dots 450 \text{ V}$ $P_{tot} = 125 \dots 180 \text{ W}$ $f_T = 25 \text{ MHz}$ $t_f = 0,35 \mu\text{s}$	● defectoscopie cu U.S. ● surse în comutație ● comandă motoare de viteză mare

circuite integrate stabilizatoare, celule solare și dispozitive optoelectronice, componente speciale, triplă difuzie, planar epitaxială pentru înaltă tensiune.

Datorită faptului că, în viitor, domeniul prioritar al secției îl vor constitui tranzistoarele de putere, în tabelul alăturat se indică principalele tipuri reprezentative și caracteristicile aferente pentru câteva tehnologii implicate în fabricarea acestor componente. Dar inovația tehnologică nu s-a concentrat numai în domeniul structurilor, ci a avut rezultate notabile în linia de chimie (aurirea localizată), și în linia de montaj (încapsularea pe grile TO-92, lipirea structurilor cu rășini epoxidice și cu aliaje noi).

Fabricația secției nu este destinată exclusiv consumului intern. Calitatea garantată

a tranzistoarelor a creat condițiile necesare vânzării acestor componente pe piața externă. S-a exportat astfel, fără confruntări cu probleme de calitate sau reclamații, 30% din producția valorică, 25% din producția fizică, adică peste 10 milioane de componente. Reprezentative în exportul secției sînt diodele 1N4148, BA 244 și tranzistoarele 2N2369 A, BF 173, BB 126, BC 171-174, 2N2222, 2N2222 A, BF 458.

În acest moment aniversar adresez calde felicitări colectivului secției pentru rezultatele obținute. De asemenea mulțumim tuturor celor care au muncit alături de noi și ne-au sprijinit pe parcursul celor 10 ani de activitate.

TRAIAN CARCU

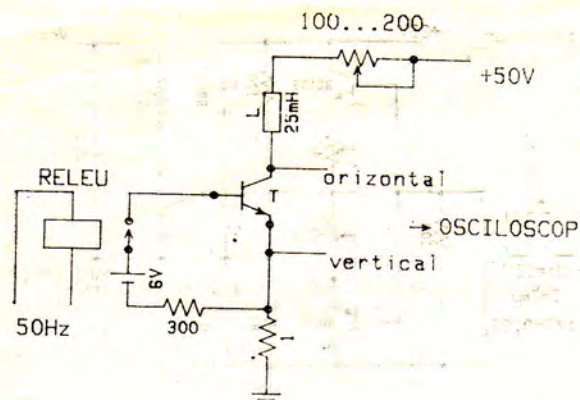
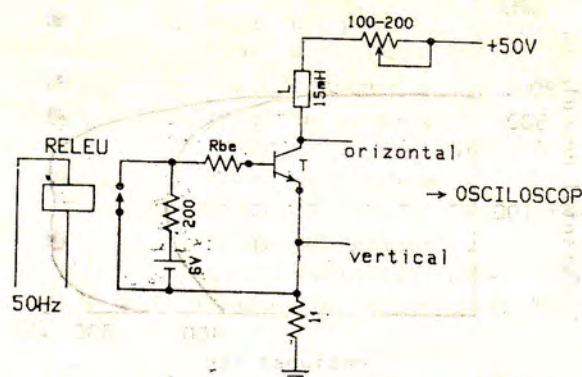
TRANZISTOARE DE PUTERE — COMUTAȚIE ȘI ÎNALTĂ TENSIUNE

Recent au fost omologate și introduse în fabricație curentă tranzistoare de putere capabile să funcționeze direct la tensiunea redresată a rețelilor de 220 V/380 V. Tranzistoarele au caracteristici specifice care permit acoperirea aproape în totalitate a spațiului util tensiune-curent-frecvență definit de majoritatea aplicațiilor.

Structurile tranzistoarelor de putere și comutație se realizează în trei tehnologii diferite:

12/BETA

● Tehnologia „triplă difuzie planară” utilizează plachete n-, uniform dopate, în care se difuzează fosfor la adîncimi relativ mari ($\sim 100 \mu\text{m}$). Stratul de colector astfel realizat conferă tranzistoarelor o robustețe deosebită la comutarea inversă pe sarcină inductivă, în defavorarea cîștigului în curent h_{FE} care este relativ mic. Aceeași robustețe la străpungeri secundare se obține și prin realizarea difuziilor de bază și emitor la adîncimi mari ajungîndu-se totodată la frecvențe de tranziție de 5—10 MHz. „Ter-

Schema de măsură pentru V_{CEO} (sus)Schema de măsură pentru V_{CER} (sus)

minația" joncțiunii bază colector, simulată și optimizată pe calculator, permite valorificarea în proporție de 95% a capacității în tensiune a stratului de colector. Cu ajutorul acestei tehnologii se realizează tranzistoare cu tensiuni pînă la 2000 V cum sînt BU 526, BU 326 A, BU 204-206, BU 207-209.

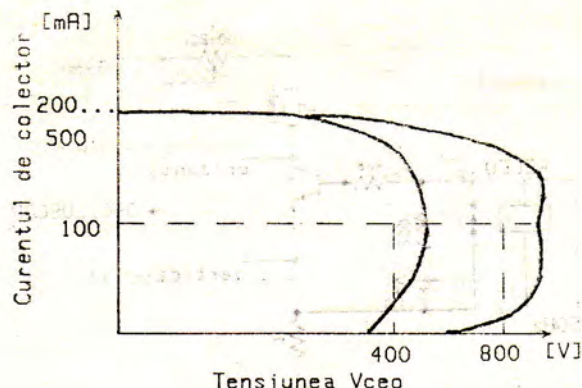
● Tehnologia „multiepitaxial mesa“, cu tipurile reprezentative BUX 80, și BUX 82, pornește de la plachete în care colectorul și baza au fost realizate prin epitaxie. După difuziile de plusare a bazei și de emitor se face corodare, pînă la stratul de colector, a unor șanțuri care apoi se pasivează cu o sticlă specială, de temperatură ridicată. Procesele sînt de productivitate mare și permit realizarea tranzistoarelor complementare cu randamente de fabricație superioare. Baza groasă și uniformă conferă acestor dispozitive o comportare foarte bună la străpungeri secundară. Frecvența de tranziție este

în domeniul 5—10 MHz, suficientă pentru obținerea unor fronturi de comutație mai mici de 0,5 μ s.

● Tehnologia „multiepitaxial planară“, cu ajutorul căreia se realizează tranzistoarele 2N6653-6655, utilizează inele de potențial flotant și metalizări expandate peste oxid. Difuziile de bază și de emitor sînt astfel realizate încît, la o bună comportare la străpungeri secundare, să se obțină totuși o frecvență de tranziție mai mare de 25 MHz. Stratul de colector, mai puțin gros față de tehnologiile anterioare, asigură un cîștig în curent de minimum 10 la curenți de 15 A. Timpii de comutație sînt limitați superior la 0,35 μ s.

Metalizarea tuturor tranzistoarelor descrise se face cu Al de aproximativ 4 μ m grosime pe față și cu TiAg pe spatele structurilor. Pentru încapsulare a fost asimilată o variantă de capsulă TO 3 avînd treceri metal-sticlă, de diametru mare (~ 5 mm)

Tip/Parametru	P_{tot} (w)	I_{CM} (A)	I_B (A)	$V_{CEO(sus)}$ (V)	V_{CES} (V)	t_f (μ s)	h_{FE}/I_C (A)	V_{CEsat} (V)	I_a (A)	I_C (A)	f (MHz)
BU 526	86	10	4	400	900	0,3	30/ 1	<5	8	7	
BU 326 A	62,5	8	2	400	900	0,3	30/ 1	<5	4	7	
BUX 80	115	15	4	400	800	0,3	30/ 1,2	<3	8	6	
BUX 81	115	15	4	450	1000	0,3	30/ 1,2	<3	8	6	
BUX 82	75	8	2	400	800	0,3	30/ 1,2	<3	4	6	
BUX 83	75	8	2	450	1000	0,3	30/ 1,2	<3	4	6	
2N6653	150	30	10	300	350	<0,35	>10/15	<0,6	15	>25	
2N6654	150	30	10	350	400	<0,35	>10/15	<0,6	15	>25	
2N6655	150	30	10	400	450	<0,35	>10/15	<0,8	15	>25	
BUX 10 A	150	30	5	125	160	<0,3	>10/20	<1,2	20	> 8	
BUX 11 A	150	25	4	200	250	<0,4	>10/12	<1,5	12	> 8	
BUX 12 A	150	25	4	250	300	<0,5	>10/10	<1,5	10	> 8	
BUX 40 A	120	28	4	125	160	<0,4	> 8/15	<1,6	15	> 8	
BUX 41 A	120	20	3	200	250	<0,8	> 8/ 8	<1,6	8	> 8	
BUX 42 A	120	15	2,4	250	300	<1,2	> 8/ 6	<1,6	6	> 8	



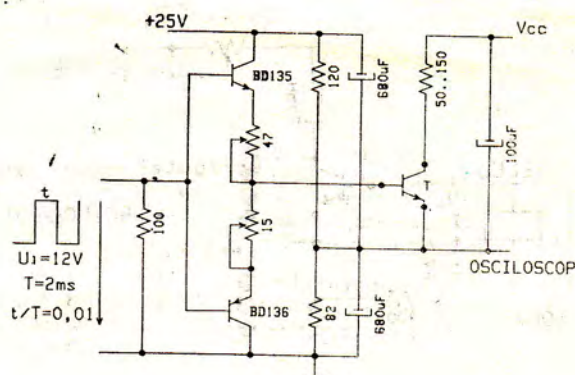
Caracteristica curen-t-tensiune pe osciloscop

pentru mărirea tensiunii de străpungere a
perlei de sticlă la valori mai mari de 2000 V.

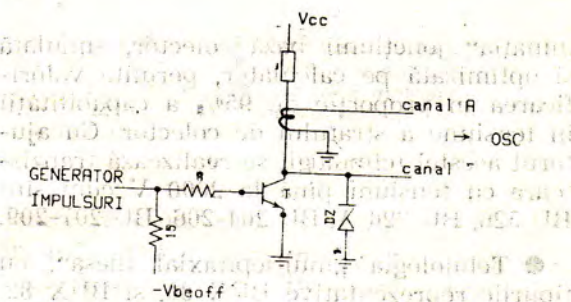
Sortarea tranzistoarelor a necesitat implementarea unor măsuri specifice aplicațiilor acestei clase de dispozitive. Testarea tensiunilor $V_{CE0}(s_{us})$ și $V_{CER}(s_{us})$ la curent de colector de 100 mA și cu sarcină inductivă se realizează cu montaje din figurile alăturate. La blocarea tranzistorului tensiunea colector-emitor crește foarte mult, ducând tranzistorul în zona de avalanșă. Tranzistorul este declarat bun dacă forma de undă ocolește prin dreapta punctul 400 V/100 mA pentru $V_{CE0}(s_{us})$ sau 800 V/100 mA pentru $V_{CER}(s_{us})$.

Pentru măsurarea timpilor de comutație s-a ales o schemă care permite reglarea independentă a curentului de bază injectat și extras din tranzistor. Formele de undă tipice evidențiază pentru tranzistorul BU 526 un timp de stocare de 2 μ s și un timp de cădere de 0,2 μ s.

Determinarea ariei de funcționare la comutarea inversă pe sarcină inductivă se face cu un circuit comandat de un generator de



Circuit de măsură a timpilor de comutație pe sarcină rezistivă.



Circuit de măsură a timpilor de comutație pe sarcină inductivă.

impulsuri. La blocarea tranzistorului tensiunea colector-emitor face un salt tăiat la valoarea diodei Zener DZ. Această diodă protejează tranzistorul la valoarea maxim admisibilă specificată în catalog.

Foia de catalog prezentată în continuare arată principalele tipuri de tranzistoare de putere și comutație puse în fabricație la I.P.R.S. BĂNEASA.

DUMITRU SDRULLA

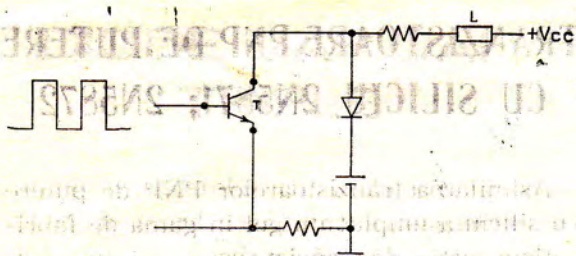
PROBLEME SPECIFICE ALE COMUTĂRII PE SARCINA INDUCTIVĂ

Acest articol conține informații și recomandări privind comutarea pe sarcină inductivă a tranzistoarelor de putere. Deși aspectele legate de această temă sînt prezentate din punct de vedere al producătorului, ele pot constitui informații utile proiectantului de circuite electronice de putere.

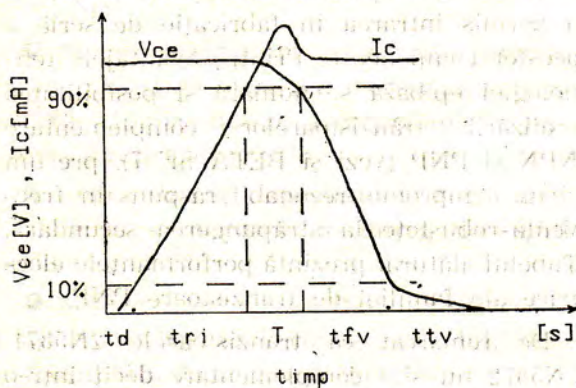
Inexistența unui standard de definire a timpilor de comutație pe sarcină inductivă lasă producătorului libertatea de a alege circuitul de testare și de a-și defini proprii parametri. Prin consens s-a extins utilizarea

circuitului prezentat alăturat în care tensiunea colector-emitor este tăiată la o valoare prestabilită. Se definesc următorii timpi de comutație :

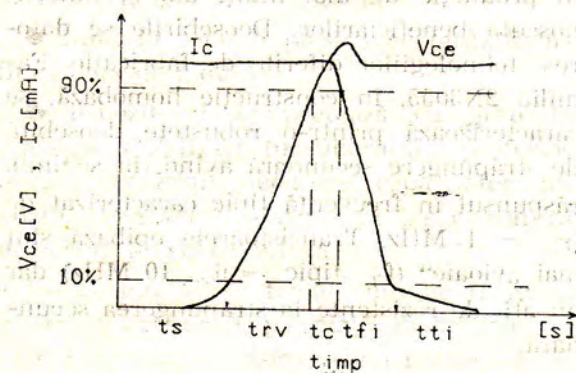
- | | | |
|------------|---------------------------------------|------------|
| ● t_d | — timp de întîrziere
al curentului | 0 ... 10% |
| ● t_{ri} | — timp de creștere
al curentului | 10 ... 90% |
| ● t_{fv} | — timp de cădere a
tensiunii | 90 ... 10% |



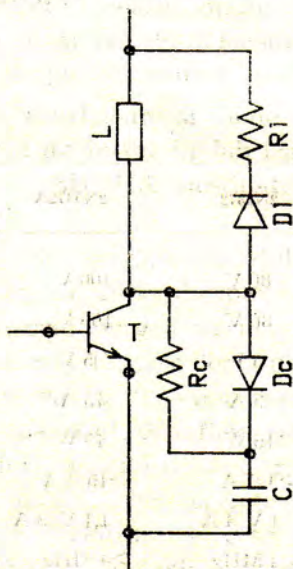
Schema de principiu pentru măsurarea timpilor de comutație pe sarcină inductivă.



Formele de undă corespunzătoare deschiderii tranzistorului.



Formele de undă corespunzătoare blocării tranzistorului



Protejarea tranzistorului pe ambele fronturi de comutare.

- t_{lv} — timp de „prelungire” a tensiunii 10... 2%
- t_s — timp de stocare 0... 10%
- t_{rv} — timp de creștere a tensiunii 10... 90%
- t_{fi} — timp de cădere al curentului 90... 10%
- t_{tt} — timp de prelungire al curentului 10... 2%
- $t_{c,T_{rec}}$ — timpi de suprapunere 90% curent... 90% tensiune

Cel mai răspândit fenomen, cu care sînt confrunțați atît producătorii cît și utilizatorii de tranzistoare de putere și comutație, este „străpungerea secundară”. Simplificînd, se poate spune că există două moduri distincte de străpungere secundară și anume:

● Străpungerea secundară la polarizarea directă. Creșterea temperaturii pe unele porțiuni ale structurii duce la creșterea curentului care trece prin acele porțiuni. În acest fel distribuția de curent pe suprafața structurii va fi neuniformă ducînd la încălzirea suplimentară a suprafețelor deja încălzite. Efectul este mai accentuat la tensiuni V_{CE} mari datorită creșterii puterii la creșteri mici de curent de emitor.

● Străpungerea secundară la polarizarea inversă. Este specifică aplicațiilor de comutație cu sarcină inductivă în colector. La blocarea tranzistorului, tensiunea colector-emitor crește pînă la valoarea de străpungere în avalanșă, iar curentul de colector este concentrat într-o zonă de arie mică a structurii, datorită tensiunii negative de extracție a curentului pe jonțiunea bază-emitor.

Avînd în vedere fenomenul distructiv arătat, se cuvine să facem cîteva recomandări utilizatorilor de tranzistoare de putere și comutație. Descărcarea tranzistorului se face cu componente unidirectionale, așa cum se vede în figură, pe ambele fronturi de comutare. Valorile componentelor pasive se calculează ținînd cont de timpii de comutație ai dispozitivului (t_{rv} și t_{fi}), de curentul de colector maxim, I_{Cmax} , de excursia în tensiune a colectorului, V_{CEmax} și de frecvența de lucru. Cîteva formule empirice stabilesc aceste valori:

$$C_{min} = \frac{I_{Cmax}(t_{rvmax} + t_{fimax})}{V_{CEmax}}$$

$$R_{Cmax} = \frac{1}{3fC_{min}}$$

$$L_{min} = \frac{V_{CEmax}(t_{rl} + t_{fv})}{I_{Cmax}}$$

$$R_{lmin} = 4Lf$$

Limitarea excursiei în tensiune, în special în regulatoarele în contratimp, se face cu ajutorul unei diode Zener.

Conectarea în paralel a tranzistoarelor impune luarea unor măsuri de precauție:

- împerechere la h_{FE} și $V_{BE\text{ on}}$
- rezistențe de egalizare în emitor (eventual bază)
- egalizarea curentului prin tranzistoare în timpul comutării este greu de obținut și nu are importanță decât pentru perioada de blocare. În acest caz se recomandă utilizarea diodelor de mărire a vitezei de comutare.

Comanda în bază a tranzistorului de putere și comutație trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- deschiderea tranzistorului trebuie să se facă cu un supracurent de bază care va micșora timpul de comutare.
- în timpul conducției curentul din bază trebuie menținut la valoarea de saturare a tranzistorului.
- la blocare un curent de bază mai mare va reduce timpul de închidere.
- saturarea incipientă a tranzistorului, deși implică riscul desaturării, are avantajul micșorării timpului de stocare și de cădere și duce la extinderea ariei de funcționare.

DUMITRU SDRULLA

TRANZISTOARE PNP DE PUTERE CU SILICIU 2N5871; 2N5872

Asimilarea tranzistoarelor PNP de putere cu siliciu a umplut un gol în gama de fabricație a secției de tranzistoare.

Tehnologia epibază fiind pusă la punct, a permis intrarea în fabricație de serie a acestor componente. Printre avantajele tehnologiei epibază se numără și posibilitatea realizării tranzistoarelor complementare NPN și PNP (vezi și BETA nr. 7), precum și un compromis rezonabil răspuns în frecvență-robustețe la străpungerea secundară. Tabelul alăturat prezintă performanțele electrice ale familiei de tranzistoare PNP.

De remarcat că tranzistoarele 2N5871, 2N5872 nu sînt complementare decât într-o primă aproximație cu familia 2N3055 aflată în producție de mai mulți ani și binecunoscută beneficiarilor. Deosebiri se datoresc tehnologiilor diferite de fabricație. Familia 2N3055, în construcție homobază, se caracterizează printr-o robustețe deosebită de străpungere secundară avînd, în schimb, răspunsul în frecvență tipic caracterizat de $f_T = 1$ MHz. Tranzistoarele epibază sînt mai „vioaie“ (f_T tipic = 6..10 MHz) dar nu atît de rezistente la străpungerea secundară.

TUDOR DUNCA

Parametrul/tip	2N5871	2N5871/1	2N5871/2	2N5872	2N5872A	2N5872B
V_{CBO}	60 V	45 V	45 V	80 V	100 V	120 V
V_{CEO}	60 V	45 V	45 V	80 V	100 V	120 V
V_{EBO}	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V
I_{CM}	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
P_{tot}	115 W	115 W	90 W	115 W	115 W	115 W
h_{21E}/I_C	>4/7 A	>20/2,5 A	>20/2,5 A	>4/7 A	>15/4 A	>10/4 A
V_{CEsat}/I_C	<1 V/4 A	<1 V/4 A	<1 V/2 A	<1 V/4 A	<1,1 V/3 A	<1,1 V/3 A
f_T	>4 MHz	>4 MHz	>2,5 MHz	>4 MHz	>4 MHz	>4 MHz

DIODE VARICAP TRIPLE

Radioreceptoarele actuale folosesc în circuitele de acord condensatoare variabile cu două sau trei secțiuni. Fabricarea și utilizarea unui astfel de component ridică unele probleme:

- proiectarea formei armăturilor mobile trebuie să țină cont de necesitatea unei variații cât mai liniare a capacității cu unghiul de rotire a rotorului.

- împerecherea capacităților secțiunilor trebuie să se mențină pe întreg domeniul de lucru.

- obținerea unor capacități mari necesită creșterea gabaritului condensatorului, deci și a cantității de materiale înglobate.

- miniaturizarea aparaturii în care intră dispozitivul este foarte dificilă.

- fiind în fond o piesă mecanică, fiabilitatea ei este redusă.

- dispozitivul se pretează cu greu la unele automatizări (în aparatura profesională în special) deoarece capacitatea nu poate varia decât relativ lent iar aparatura ar deveni foarte complexă.

De curînd unele firme cum ar fi RCA, Siemens au lansat pe piață diode varicap care vor înlocui clasicul condensator variabil. Noul dispozitiv, prin natura sa pur electronică, revoluționează multe circuite din aparatura modernă de telecomunicații, teledetecție, măsură și control, radio.

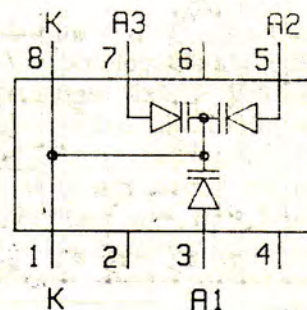
În secția de tranzistoare și diode de mică putere cu siliciu au intrat în fabricație diodele $\beta B 313$ și $\beta B 413$, destinate recepției MA.

O diodă varicap conține un dublet sau terțet de joncțiuni hiperabrupte, împerechiate din start printr-o geometrie corespunzătoare a structurii. Fiecare joncțiune oferă o capacitate mare la tensiune de polarizare inversă mică, o plajă suficient de largă privind reglajul capacității și o rezistență serie cât mai mică. Aceste cerințe necesită o tehnologie de realizare a dispozitivului mai complicată decât a diodelor varicap TV a căror capacitate este mică (11...13 pF).

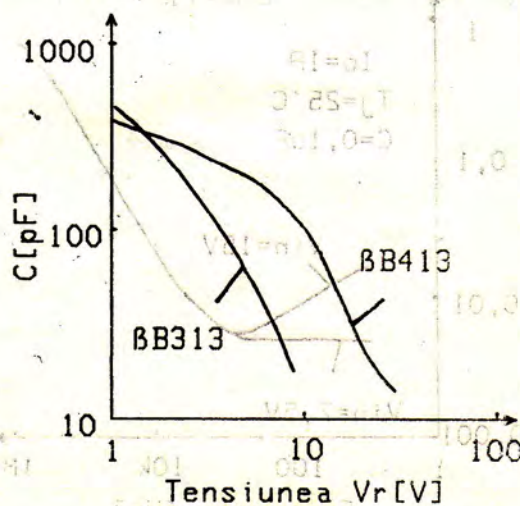
Din proiectarea pe calculator a profilului de impurități pentru joncțiunea hiperabruptă a rezultat necesitatea unor implantări multiple și la doze de implantare extrem de mici.

Dioda varicap $\beta B 313$ este destinată radioreceptoarelor portabile cu tensiuni de lucru reduse (max. 8,5 V), iar $\beta B 413$ este destinată radioreceptoarelor staționare (max. 30 V). Din diagrama variației capacității cu tensiunea de polarizare se constată un raport C_{max}/C_{min} mai mare ca 20 la o rezistență serie garantată sub 2,5 Ω pentru $\beta B 313$ și 2 Ω pentru $\beta B 413$. Montajul se face în capsulă MINIDIP. Sortarea diodelor varicap garantează, la livrare, parametrii statici și dinamici, precum și împerecherea celor trei joncțiuni.

MIHAI BUCUR



Schema internă pentru $\beta B 313/413$.

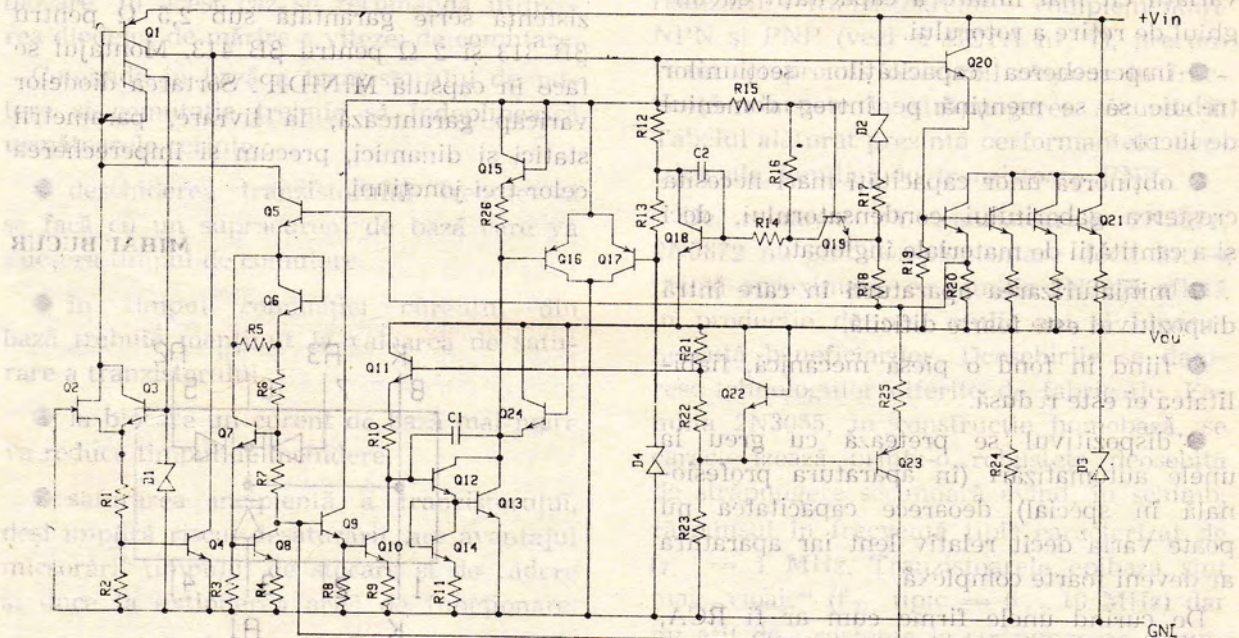


Variația capacității în funcție de tensiunea de polarizare.

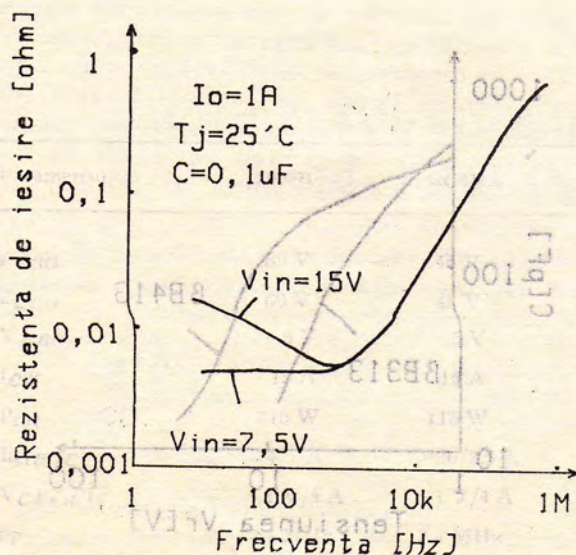
BM 323-STABILIZATOR DE TENSIUNE DE PUTERE 5V/3A

Creșterea complexității sistemelor electronice a impus schimbarea modului de abordare a realizării subansamblurilor „consacrate”, privite de multe ori fără șansă de evoluție spectaculoasă. Un astfel de subansamblu este blocul de alimentare. S-a constatat o fiabilitate ridicată și un preț de

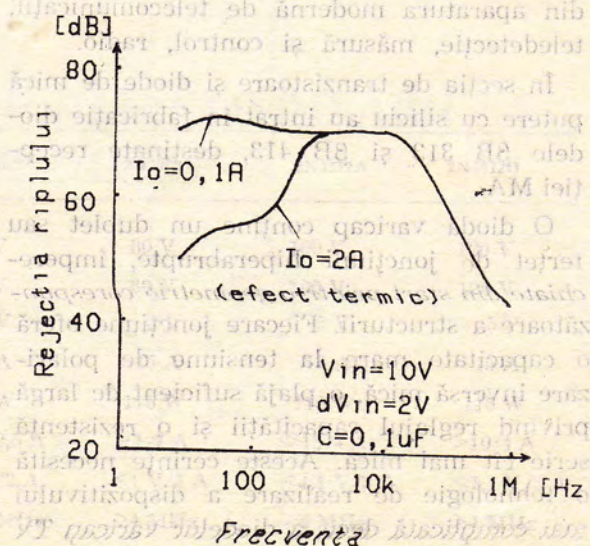
cost scăzut dacă se realizează stabilizarea locală a alimentării. Distribuitorul general de tensiune este o sursă ieftină, fără pretenții mari, în schimb fiecare bloc electronic are propria stabilizare pentru obținerea unei alimentări cu parametri specifici. Ca urmare stabilizatoarele de tensiune monolitice evo-



Schema internă a stabilizatorului BM 323.



Caracteristica rezistență de ieșire-frecvență.



Caracteristica rejecția rippleului-frecvență.

Graph showing the collector current I_C (Y-axis, labeled "Curent de iesire Io") versus the input voltage V_{in} (X-axis, labeled "Tensiune de intrare Vin"). The temperature is $T_j = 25^\circ\text{C}$.

Two curves are plotted for different output voltages V_O :

- $V_O = 5\text{V}$ (Solid line)
- $V_O = 0\text{V}$ (Dashed line)

The curves show that the collector current I_C increases with V_{in} up to a peak and then decreases. The peak current is higher for $V_O = 5\text{V}$ than for $V_O = 0\text{V}$.

lua $\bar{z}$ constant $\bar{z}$ direc $\bar{z}$ ia integrării tranzistorului de putere, capabil să livreze curen $\bar{z}$ ți în gama 1...5 A la puteri disipate de peste 30 W.

În colaborare cu C.C.S.I.T.-S., I.P.R.S. BĂNEASA a omologat stabilizatorul monolitico de tensiune fixă 5 V/3 A, β M 323, destinat alimentării distribuite a sistemelor electronice. Acest stabilizator cuprinde un circuit de start, un circuit de polarizare, o referință de tensiune tip „band-gap”, un amplificator de eroare și tranzistorul regulator de putere capabil să livreze un curent tipic de 4,3 A. Datorită funcționării în regim de putere ridicată circuitul cuprinde și un sistem de protecție la scurtcircuit, un sistem de menținere a tranzistorului în limitele hiperbolei de putere de 40 W și o protecție termică pentru o temperatură maximă de 170°C.

PARAMETRUL*	Condiții de măsură	U/M	βM_{323}		βM_{323J}	
			Valoarea		Valoarea	
			min.	max.	min.	max.
Tensiunea de ieșire	$7,5 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 15 \text{ V}$ $0 \leq I_O \leq 3 \text{ A}$	V	4,75	5,25	4,60	5,40
Curentul de polarizare	$7,5 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 15 \text{ V}$ $0 \leq I_O \leq 3 \text{ A}$	mA		20		30
Stabilizarea de intrare	$7,5 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 15 \text{ V}$ $I_O = 0,1 \text{ A}$	mV		25		40
Stabilizarea de sarcină	$V_{IN} = 7,5 \text{ V}$ $0 \leq I_O \leq 3 \text{ A}$	mV		100		150
Limita maximă a curen- tului de scurtcircuit	$V_{IN} = 15 \text{ V}$ $V_{IN} = 7,5 \text{ V}$	A A		4,5 5		4,5 5

9

Tehnologic realizarea stabilizatorului 3M 323 a impus o serie de modificări ale procesului bipolar standard. S-au dezvoltat procedee de difuzie a stratului îngropat din surse de Sb de tip „spin-on” și de difuzie a zidului de izolare și a bazei din plachete BN cu injecție de H₂. Metalizarea a fost adaptată capsulei TO-3 obținându-se o rezis-

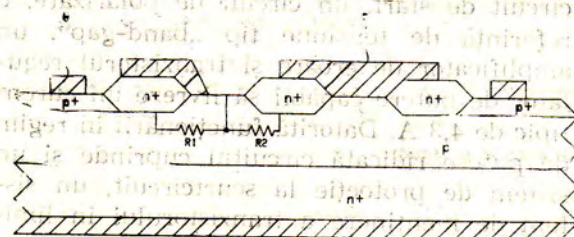
tență termică joncțiune-capsulă sub 2°C/W. Performanțele circuitului 3M 323, indicate în tabel, sînt similare cu cele ale standardului industrial LM 323 produs de firma Național. De asemenea sînt prezentate și câteva caracteristici tipice.

ADRIAN VERON

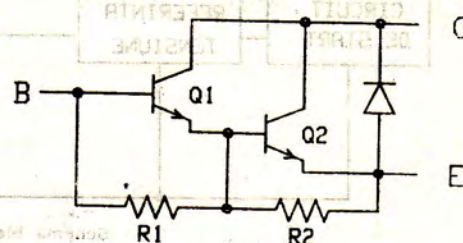
TRANZISTOARE MONODIFUZATE DARLINGTON

Tranzistoarele monodifuzate Darlington au fost asimilate la I.P.R.S. BĂNEASA pentru rezolvarea problemelor de spațiu, amplificarea de curent mare, fiabilitate, interfatare directă TTL în numeroase aplicații.

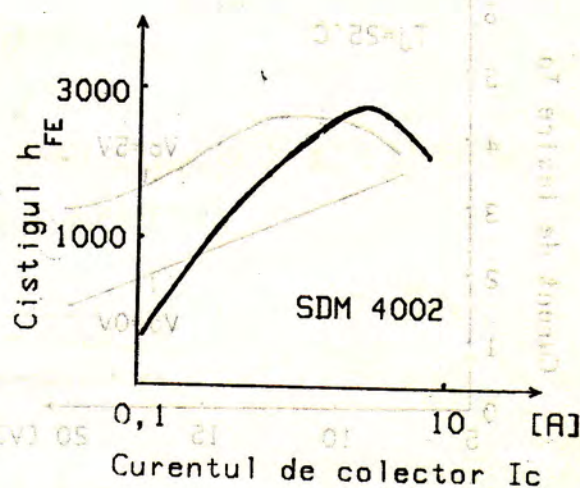
Așa cum se vede în desenul alăturat, pe placheta inițială de tip p se depune fosfor la temperatură înaltă. După îndepărtarea sticlei de fosfor se trece la oxidare termică și apoi corodare mesa pentru separarea emitorilor. Baza devine p+ datorită unei difuzii din sursă solidă (acid boric și clorură nicheluoasă). Metalizarea este realizată prin depunere de nichel chimic, în etape succesive, la o grosime de aproximativ 3 μm, urmată de stanare la 350°C.



Secțiune printr-un tranzistor monodifuzat Darlington.

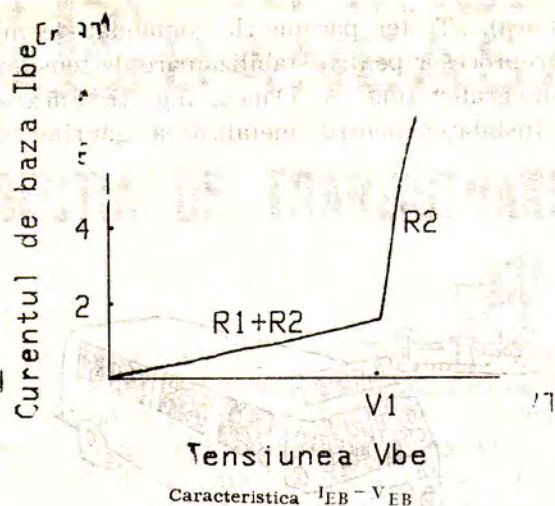


Schema electrică a tranzistorului monodifuzat Darlington.



Caracteristica câștigului în curent.

U/M	Condiții	SDM4001	4002	4003	4004	4005	4006	4010	4011	4012	4013	4014	4015	4016	4017
V_{CE0} V	$I_C = 200$ mA	40	60	80	40	60	80	100	120	140	160	100	120	140	160
V_{EBO} V	$I_B = 10$ mA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
h_{FE}	$I_C = 4$ A, $V_{CE} = 4$ V	1000	1000	1000	750	750	750								
	$I_C = 10$ A, $V_{CE} = 4$ V	500	500	500	350	35	350								
	$I_C = 2$ A, $V_{CE} = 4$ V							1000	1000	1000	1000	750	750	750	750
	$I_C = 5$ A, $V_{CE} = 4$ V							500	500	500	500	350	350	350	350
V_{CEsat} V	$I_C = 4$ A, $I_B = 40$ mA	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1									
	$I_C = 10$ A, $I_B = 100$ mA	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5									
	$I_C = 2$ A, $I_B = 20$ mA							1	1	1	1	1	1	1	1
	$I_C = 5$ A, $I_B = 50$ mA							1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4



Tranzistoarele astfel realizate fac parte din familia SDM 4000 avînd parametrii $V_{CE0}(u_s) = 40 \dots 160$ V, $I_{Cmax} = 20$ A, $I_{Bmax} = 150$ mA, $P_D = 117$ W, $h_{FEmin} = 1000$. Tensiunea de saturație are valori relativ mari datorită faptului că tranzistorul Q_2 nu intră în saturație. Întrădeavăr tensiunea

colector-emitor pentru acest tranzistor este de:

$$V_{CE(sat)} = V_{CE2} = V_{BE2} + V_{CE1(sat)}$$

în momentul în care tranzistorul Q_1 este dus în saturație. Valorile tipice $V_{CE(sat)}$ obținute pentru această familie sînt de 0,9 V la $I_C = 4$ A, $I_B = 40$ mA.

Tensiunea de susținere depinde de condițiile din bază și aceasta datorită grupului rezistiv R_1, R_2 . Tensiunea V_{CE0} devine V_{CER} și este egală cu tensiunea de polarizare inversă V_{CEX} . Același grup rezistiv determină și caracteristica emitor-bază așa cum se vede în figura alăturată.

Din punct de vedere dinamic, câștigul h_f scade mai rapid ca h_{FE} , deoarece efectul curentului de bază este mai mic, emitorul fiind golit de purtători. Pentru familia SDM 4000 câștigul dinamic devine unitar la o frecvență de 4 MHz.

GABRIEL NANI

SESIUNEA ANUALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE A I.P.R.S. BĂNEASA LA A 6-A EDIȚIE

A devenit o tradiție organizarea de către Comisia inginerilor și tehnicienilor din I.P.R.S. BĂNEASA a unei confruntări tehnico-științifice periodice, de înaltă ținută profesională. Inițial, aria de cuprindere a sesiunii se restringea la activitatea inginerilor, fizicienilor și chimiștilor stagiași și constituia cadrul de expunere a celor mai reușite lucrări anuale de stagiatură. Sub această formă, sesiunea a fost o adevărată rampă de lansare pentru specialiști care astăzi se mîndresc cu rezultate cunoscute și apreciate atît în întreprindere cît și în afara acesteia.

Începînd din 1983 sesiunea a devenit un for științific deschis tuturor cadrelor tehnice din întreprindere. Ea își propune să fie o dezbatere cu caracter constructiv pe marginea unor proiecte valoroase și de mare interes pentru fabricarea componentelor electronice și pentru dezvoltarea I.P.R.S. De asemenea, urmărește cultivarea și menținerea unui stil de lucru profesionist, științific, ri-

guros și eficient în toate sectoarele întreprinderii.

Sesiunea și-a exercitat din plin rolul stimulator, atît prin „atmosfera fierbinte” din timpul dezbaterilor, cît și prin premiile acordate celor mai valoroase lucrări, selectate în urma aprecierilor făcute de comitetul de organizare împreună cu reprezentanți ai secțiilor și serviciilor din întreprindere, pe baza următoarelor criterii:

- gradul de noutate și complexitate;
- stadiul de realizare și punere în aplicare;
- eficiența economică;
- nivelul științific și modul de prezentare în cadrul sesiunii.

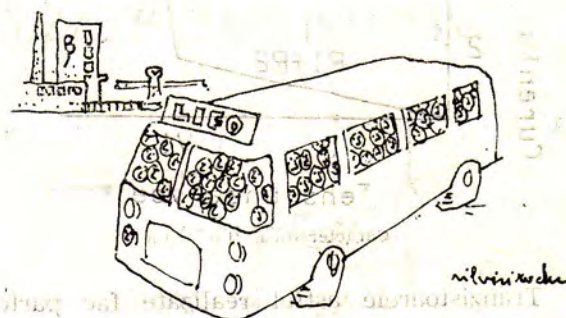
Constituie o datorie de onoare enunțarea citorva dintre cele mai interesante realizări prezentate în cadrul sesiunii anuale a I.P.R.S. Au ocupat un loc important în cadrul preocupărilor științifico-tehnice componentele electronice de înaltă performanță

și competitivitate, destinate înlocuirii importurilor la beneficiarii noștri precum și viitoare oferte la export. Se pot cita lucrările : „Dispozitive de mare putere în capsulă de plastic“ (fiz. M. Jidveian și sing. F. Pîrvu); „Tranzistoare de 1000 V și 15 A realizate în tehnologie planară“ (ing. D. Sdrulla, ing. S. Georgescu); „Tranzistoare Darlington complementare în tehnologia epibază“ (ing. T. Dunca, fiz. G. Bănoiu); „Realizarea circuitelor integrate în tehnologie BIFET“ (ing. Gh. Balaban); „Diode Schottky de frecvență înaltă“ (ing. N. Marin și ing. F. Marchidan); „Circuite integrate realizate în tehnologie Low Power Schottky“ (ing. S. Filimon, ing. D. Seremeta) ș.a.

Interesul pentru cercetarea și punerea în aplicare a unor tehnologii de vîrf, cu un înalt grad de originalitate, și avînd ca scop diminuarea consumurilor materiale și energetice, a fost prezent în numeroase comunicări, dintre care menționăm : „Iradieră cu neutroni rapizi — metodă originală de realizare a tiristoarelor pentru frecvențe înalte“ (fiz. E. Hălmăgean, ing. A. Nichita), „Procedee de getterizare a plachetelor de siliciu epitaxiale“ (ing. A. Veron), „Un nou procedeu de obținere a tensiunilor mari de străpungere la joncțiuni p-n planare“ (ing. D. Sdrulla, ing. S. Georgescu, ing. T. Dunca, fiz. I. Ghiță), „Tehnologia de obținere a cuvetelor DO 4, DO 5 prin ambutisarea adîncă a tablelor groase“ (ing. T. Olaru).

Nu a lipsit preocuparea pentru realizarea unor aplicații care să utilizeze în mod eficient și performant componentele aflate în fabricația noastră : „Serie unitară de module cu ansambluri de răcire în diverse scheme electrice“ (ing. M. Boulescu, ing. M. Chiș) sau „Sistemul de comandă și reglare pentru ansambluri cu tiristoare“ (ing. L. Bonu, ing. S. Fucă, ing. Gh. Boulescu). Au fost prezentate lucrări cu realizarea unor utilaje tehnologice de mare complexitate, care pînă nu demult puteau fi procurate exclusiv din import : „Sortator automat comandat de calculator pentru circuite integrate liniare“ (ing. E. Romașcanu, ing. M. Vereș, ing. N. Marinescu, ing. G. Tănase, ing. A. Năstase), „Aparat pentru testarea tiristoarelor rapide la medie frecvență“ (ing. N. Chirtaș, ing. M.

Luca), „Tester parametric comandat de microprocesor pentru stabilizatoare de tensiune integrate“ (ing. A. Oanea, ing. G. Farkaș), „Instalație pentru metalizarea găurilor la



cablajele imprimate“ (ing. E. Tudoran, ing. D. Muraru, ing. E. Smeianu), „Mecanica de sortare pentru diode în capsulă de sticlă“ (ing. M. Vereș, ing. I. Gheorghe). Nu au lipsit nici rezultatele privind abordarea unor metode moderne de proiectare, redactare și prezentare ca cea oferită de „Programul MADO pentru desenarea schemelor electronice“ (ing. N. Marinescu, ing. A. Năstase).

Ne-am convins cu ocazia celei de-a 6-a ediții, care a avut loc în 20 iunie 1985, cînd alături de specialiștii noștri au prezentat lucrări și invitați, de profesionalismul și necesitatea acestei sesiuni științifice.

IOAN FLOREA
DAN PETRU ALEXANDRU

Colectivul redacțional: **ADRIAN SORIN NĂSTASE** — redactor șef, **DĂNUȚ BODEA**, **PETRU ALEXANDRU DAN**, **GABRIEL DONCIU**, **TUDOR DUNCA**, **AURELIA NĂSTASE**, **SILVIU PUCHIANU**, **DANA STANOIU**.

I.P.R.S. BĂNEASA, str. **IANCU NICOLAE 32**,
-72996 **BUCUREȘTI**, telefon 33.40.50/364