

# TehniuM

FONDATA ÎN ANUL 1970

ANUL XXXIV, Nr. 353

REVISTĂ PENTRU CONSTRUCTORII AMATORI

Număr editat cu sprijinul Ministerului Educației și Cercetării

REVISTĂ  
TRIMESTRIALĂ

2 Iunie  
2004



● DETECTOARE DE METALE PLL

● GLORIA ... VEST

● CONVERTIZOARE STATICE

● AMPLIFICATOR HI-FI DE MARE PUTERE

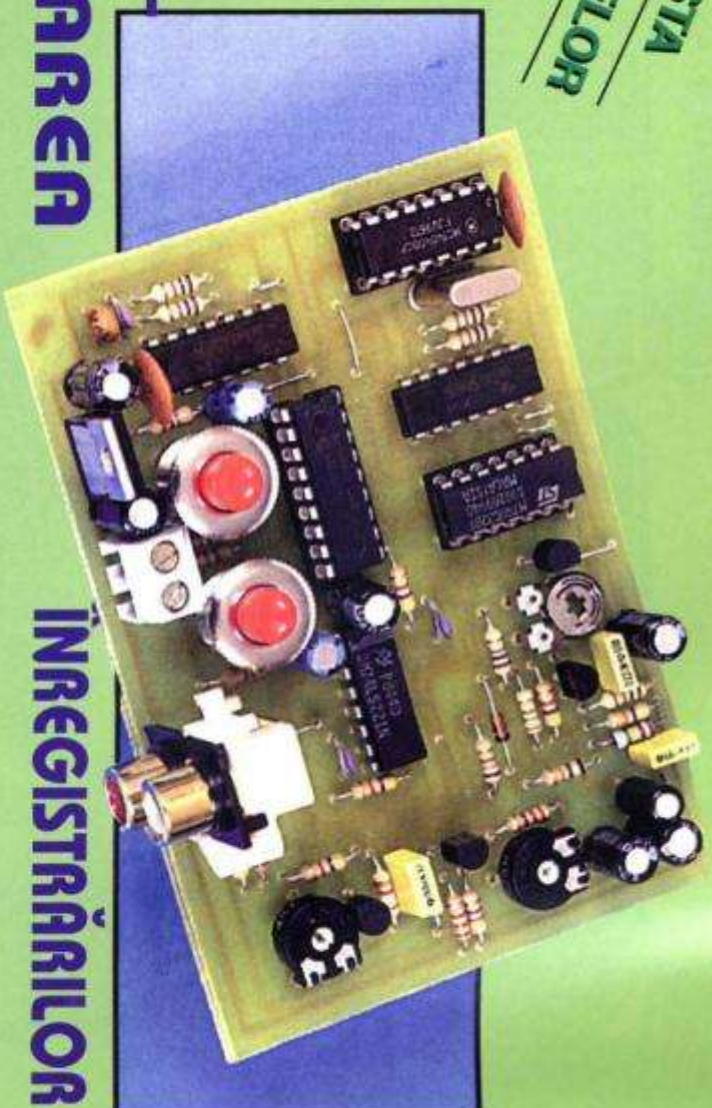
● SOLUTII SIMPLE DE IRIGATIE

● SELECTOR DE CANALE



# ORO - DATAREA VIDEO

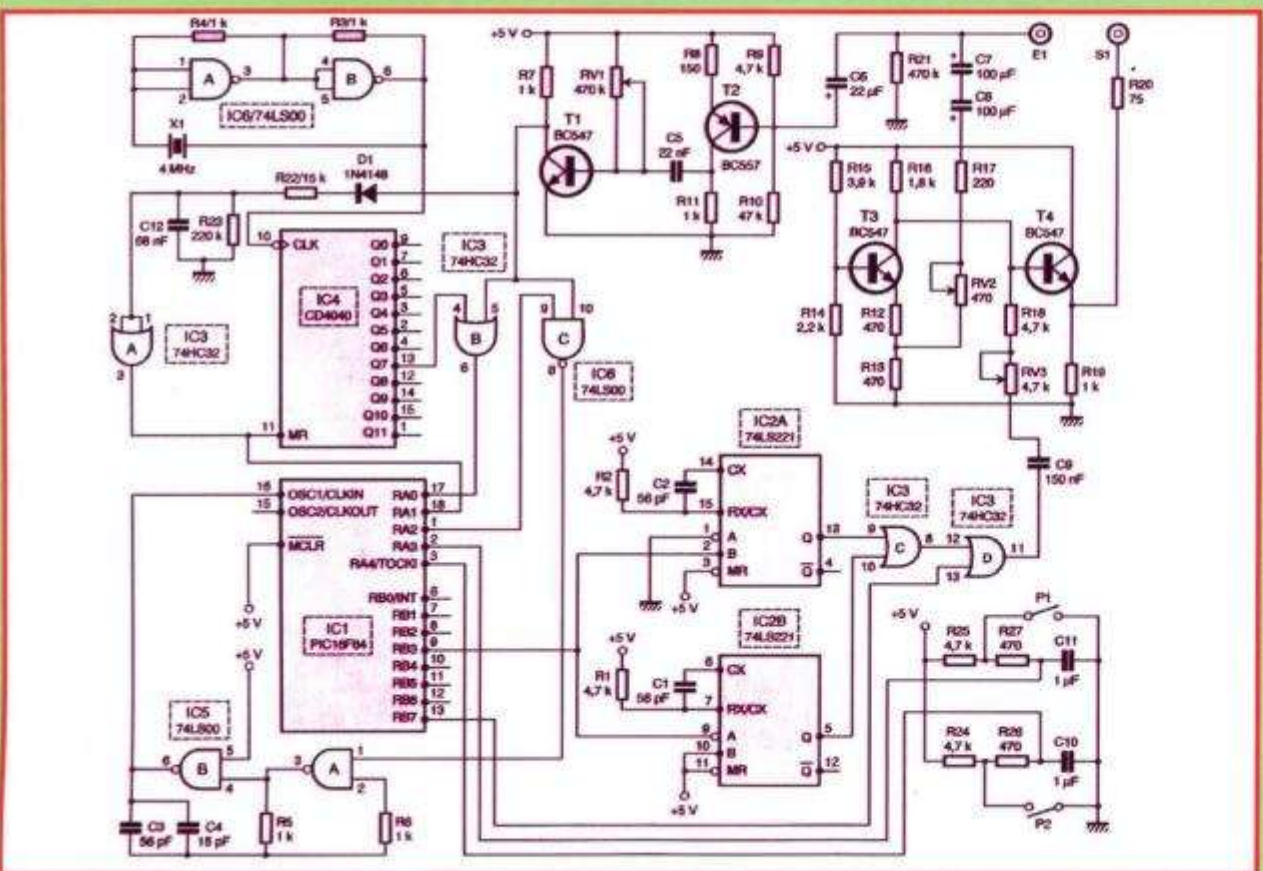
## INREGISTRĂRII



Construcătorilor avansați care au preocupări în domeniul înregistrărilor video le semnalăm articolul „Horodateur video” apărut în revista *Electronique Pratique* nr. 266 (iunie 2002), pag. 54-60, autor O. Viacava.

Montajul a fost conceput pentru inscripționarea automată a datei și orei pe înregistrările video, fără a fi necesare reglaje pentru trecerea de la ora de vară la cea de iarnă și viceversa. Destinat în special instalațiilor de supraveghere video, montajul funcționează bine atașat camerelor video alb-negru, dar autorul precizează că poate fi folosit și cu camere color, în sistem SECAM.

Realizarea este descrisă pe larg în articolul menționat.





## Stimați cititori,

Sumarul noului număr TEHNIIUM pe care îl aveți în față este în mare parte un răspuns la numeroasele și foarte diversele dumneavoastră doleanțe sau chiar rugăminți exprese adresate redacției. Desigur, nu am putut să le satisfacem pe toate, după cum suntem conștienți că nu-i putem mulțumi deopotrivă pe toți cititorii noștri, atât de „diferiți” între ei ca profesie, ocupație, pasiuni (domenii hobby preferate), dar mai ales ca „vechime” și implicit nivel de cunoștințe acumulate în respectivele domenii de interes. Avem în „clubul” nostru TEHNIIUM numeroși „veterani”, unii dintre ei – așa cum singuri mărturisesc – cititori fideli ai revistei, încă de la primele ei numere. Desigur, aceștia așteaptă să le oferim de fiecare dată ceva nou, rafinat și elaborat, cu descriere cât mai concisă. Avem însă, pe de altă parte, și foarte mulți cititori tineri, diversificați și ei în privința cunoștințelor, a experienței acumulate, mai ales după starea materială a familiei și – din păcate – după norocul sau ghinionul lor de a locui la oraș, respectiv la țară. Cele mai multe mesaje – întrebări, solicitări, propuneri de subiecte, uneori și propuneri de articole – le primim tocmai de la acești tineri cititori, mulți dintre ei mărturisindu-ne că nu au altă sursă de documentare decât revista TEHNIIUM. Ca atare, cititorii noștri „avansați” sunt rugați să ne ierte pentru articolele de inițiere special publicate pentru acești tineri cititori. Și, eventual, chiar să ne ajute în acest sens, aducându-și aminte că și ei au fost începători și multora dintre ei revista TEHNIIUM le-a fost ca o a doua școală.

Sunt încă multe solicitări pe care n-am reușit să le onorăm nici prin conținutul numărului, nici prin intermediul rubricii „Poșta redacției”. De pildă, domnul *Valentin Tudor* (com. Ceptura, jud. Prahova) ne roagă să-i dăm informații despre posibilitatea realizării unui variator de turație pentru pompa aparatului de hemodializă de tip FRESNIUS. Pentru a vă ajuta concret, domnule Valentin Tudor, trebuie să vă interesați și să ne comunicați ce fel de motor electric folosește pompa respectivă (tipul de motor – c.c., c.a., caracteristici principale – putere, turație).

Ne pare rău de eșecul dv., domnule *Mădălin Oprescu* (Pitești), dar noi nu vă putem spune unde ați greșit dacă nu ne trimiteți o copie a schemei de amplificator AAF (2x50 W, kit) pe care ați încercat să-l realizați fără succes. Totuși, cel mai bine este să insistați la firma care v-a vândut montajul în kit) pe care ați încercat să-l realizați fără succes. Totuși, cel mai bine este să insistați la firma care v-a vândut montajul în kit (poate că setul a avut unele componente defecte sau chiar vreo greșală/omisiune în instrucțiunile de realizare).

Ne bucurăm că ne-ați contactat din nou, domnule *ing. M. Istrate* (Craiova), și vă mulțumim pentru articolul pe care ni l-ați trimis. Din păcate, schemele nu sunt reproductibile și nici suficient de clare pentru a putea fi date la desenat. Dați-ne un număr de telefon unde vă putem contacta pentru detalii.

Și dumneavoastră, domnule *Ilie Stoica* (Urziceni) vă mulțumim pentru noile articole trimise și vă cerem scuze încă o dată, și pe această cale (telefonice am făcut-o imediat, știți) pentru regretabila omisiune, din vina redacției, la articolul dv. „Recondiționarea contactelor la tastaturi”, care a fost publicat în TEHNIIUM nr. 1/2004, pag. 59, fără numele autorului, adică al dumneavoastră.

Ne vom ocupa, desigur, și de celelalte solicitări ale dumneavoastră. Până atunci vă dorim în continuare succes și vă semnalăm că editorul S.C. Presa Națională S.A. și redacția TEHNIIUM au noile numere de telefon pe care le găsiți în caseta tehnică alăturată.

**Alexandru Mărculescu**

## SUMAR

<b>CONSTRUCTORUL ÎNCEPĂTOR</b> ..... pag. 4-16	Factorul beta și măsurarea lui Indicatoare de tensiune Minilaborator de electronică
<b>LA CEREREA CITITORILOR</b> ..... pag. 17-22	Detector de metale PLL Sfaturi practice Regulator de turație Verificarea telecomenzilor MAVO-35 Două idei simple
<b>CITITORII RECOMANDĂ</b> ..... pag. 23-25	Controlul digital al volumului Gloria ... Vest
<b>POȘTA REDACȚIEI</b> ..... pag. 26-28	
<b>CONSTRUCȚIA NUMĂRULUI</b> ..... pag. 29-35	Convertitoare statice
<b>HI-FI</b> ..... pag. 36-42	Amplificator HI-FI de mare putere
<b>TEHNIIUM PC</b> ..... pag. 43-44	Adaptor pentru placa audio Amplificator de sunet stereo pentru PC
<b>AUTOMATIZĂRI</b> ..... pag. 45-51	Echipament pentru automatizarea funcționării hidrofoarelor și castelelor de apă
<b>AMENAJĂRI ÎN AGRICULTURĂ</b> ..... pag. 52-58	Soluții simple de irigație cu apă din surse locale
<b>AUTO-MOTO</b> ..... pag. 59	Redresor auto cu deconectare automată
<b>RADIOAMATORISM</b> ..... pag. 60-61	Stabilizator de tensiune Adaptor de antene Protecție Punte RC
<b>TEHNIIUM TV</b> ..... pag. 62-64	Selector de canale
<b>TEHNIIUM MODELISM</b> ..... pag. 65-68	Aparat pentru încălzirea și reglarea servomecanismelor
<b>REVISTA REVISTELOR</b> ..... pag. 67	

## TEHNIIUM

Revistă pentru constructorii amatori  
Fondată în anul 1970  
Anul XXXIV, nr. 353, iunie 2004

Editor

SC Presa Națională SA  
Piața Presei Libere nr. 1, București  
Casa Poștală 68, București – 33

Redactor-șef: fiz. Alexandru Mărculescu  
Secretariat - macheta artistică: Ion Ivașcu

Redacția: Piața Presei Libere nr. 1,  
Casa Presei Corp C, etaj 1, camera 121  
Telefon: 224.21.02; 224.38.22 Fax: 222.48.32  
E-mail: presanationala@yahoo.com

Abonamente

La orice oficiu poștal (Nr. 4120 din Catalogul Presei Române)  
DTP: Clementina Geambașu

Editorul și redacția își declină orice responsabilitate în privința opiniilor, recomandărilor și soluțiilor formulate în revistă, aceasta revenind integral autorilor.

ISSN 1224-5925

© Toate drepturile rezervate.

Reproducerea integrală sau parțială este cu desăvârșire interzisă în absența aprobării scrise prealabile a editorului.

Tiparul Romprint SA

Abonamente la revista „Tehnium” se pot face și la sediul SC PRESA NAȚIONALĂ SA, Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, oficiu poștal nr. 33. Relații suplimentare la telefoanele: 224.21.02; 224.38.22 FAX 222.48.32

Cititorii din străinătate se pot abona prin S.C. Rodipet S.A., cu sediul în Piața Presei Libere nr. 1, Corp B, Sector 1, București, România, la P.O. Box 33-57, la fax 0040-21-2226407, 2226439 sau e-mail: export@rodipet.ro



# FACTORUL BETA

## SI MĂSURAREA LUI

Pagini realizate de fiz. Alexandru MĂRCULESCU

Printre parametrii intrinseci cei mai importanți ai tranzistorului bipolar se numără și *factorul de amplificare în curent*, denumit uzual *factorul beta* ( $\beta$ ), iar în studiul aprofundat al tranzistorului considerat ca un cuadripol - *parametrul  $h_{21E}$* .

De ce este atât de important acest factor beta? Și, dacă într-adevăr este, cum se explică faptul că putem realiza diverse montaje cu tranzistoare, obținând adeseori rezultate foarte bune, fără a avea habar ce valori ale factorului beta au tranzistoarele utilizate?

"Rațiunea de a fi" a tranzistorului bipolar - respectiv scopul utilizării lui în orice tip de montaj electronic - este obținerea unei *amplificări* (numită adeseori și *câștig*) în curent și/sau în tensiune, respectiv în putere. În funcție de scopul concret urmărit (natura amplificării - curent și/sau tensiune, precum și valorile acestor amplificări), tranzistorul se conectează în etajul respectiv în una din cele trei configurații clasice (EC - cu emitorul comun, CC - cu colectorul comun, BC - cu baza comună), cărora li se calculează corespunzător valorile rezistențelor de polarizare și de sarcină. Indiferent de configurația aleasă, etajul respectiv are

un circuit de intrare și un circuit de ieșire, rolul tranzistorului (bipolar - doar la ele ne referim în acest articol) fiind acela de "transformator" de impedanță între circuitul de intrare și cel de ieșire, amplificarea în curent și/sau tensiune rezultând tocmai din sensul și mărimea acestei "transformări" (transferări) de impedanță. De fapt, de la această proprietate definitorie provine însăși denumirea tranzistorului - în limba engleză TRANSISTOR - compusă prin alăturarea părților de început, respectiv de sfârșit, ale cuvintelor TRANSfered resISTOR (rezistență transferată).

Măsura în care (mai precis limita maximă până la care) un tranzistor dat, într-o configurație dată (EC, CC, BC), poate realiza acest "transfer" de rezistență (transformare de impedanță) între circuitul de intrare și cel de ieșire depinde, firește, de "constituția" internă a tranzistorului. Tocmai pentru a caracteriza cantitativ această "măsură", în studiul etajelor cu tranzistoare s-au introdus (definit) diverși parametri intrinseci care să caracterizeze *amplificarea maxim posibilă*, între care și factorul beta de care ne ocupăm aici. Necazul mare este că valorile acestor parametri intrinseci ce caracterizează amplificarea variază pro-

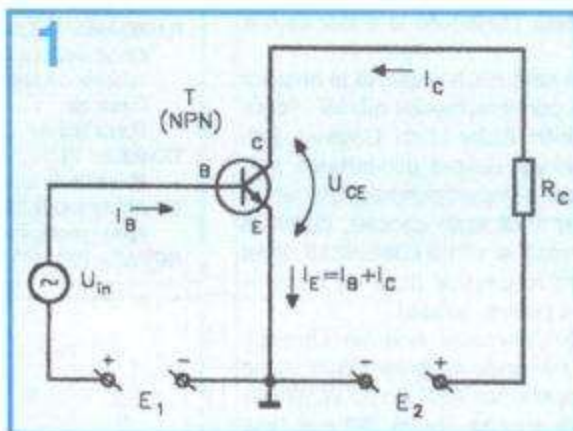
nunțat nu numai de la un tip la altul de tranzistor, dar și de la un exemplar la altul, în cadrul aceluiași tip, prin așa-numita împrăștiere din fabricație. Această constatare a condus, în timp, la numeroase măsuri de contracarare, între care, desigur, perfecționarea continuă a tehnologiei de fabricație, sortarea și marcarea (din fabrică) pe clase de factor beta, introducerea claselor "profesionale", cu plajă de variație mai riguros controlată etc. În ceea ce privește proiectarea și realizarea montajelor industriale (de serie mare) cu tranzistoare, această împrăștiere a factorilor de amplificare a condus la o limitare "acoperitoare" a câștigului pentru fiecare etaj în parte, prin dimensionarea corespunzătoare a rezistențelor aferente, astfel încât - teoretic - să se poată

folosi orice exemplar de tranzistor dintr-un tip dat, pentru care se precizează în catalogul producătorului plaja de variație (implicit valoarea minimă) a factorului respectiv de amplificare.

Cam asta ar fi explicația faptului că nouă, amatorilor, multe montaje ne reușesc bine fără să ne batem capul cu măsurarea factorului beta. Multe dintre schemele concepute și propuse de constructorii amatori "copiază" acest prin-

cipiu industrial de proiectare, așa că se pot practic folosi exemplare la întâmplare din tipurile de tranzistoare menționate (recomandate) de autori. Ca atare, sunt destul de rare cazurile în care se fac precizări speciale în legătură cu factorii de amplificare ai tranzistoarelor utilizate, dar chiar și aceste precizări sunt de regulă foarte generale.

Există însă și excepții, care îl obligă pe constructorul amator să-și realizeze un aparat de măsură sau măcar un tester pentru evaluarea/compararea factorilor de amplificare ai exemplarelor de tranzistoare ce urmează a fi folosite. De exemplu, în cazul montajelor cu perechi de tranzistoare (de aceeași structură, PNP + PNP, respectiv NPN + NPN, sau de structuri opuse, PNP + NPN) care joacă roluri simetrice, cum ar fi etajele de amplificatoare diferențiale, etajele finale în contratimp ale amplificatoarelor de audiofrecvență ș.a., performanțele optime se obțin atunci când cele două tranzistoare au același factor de amplificare (practic, factori cât mai apropiați posibil), ceea ce impune o măsurare prealabilă pentru "împerecherea" cât mai bună posibil, în limita stocului de exemplare de care dispunem.





Un alt exemplu, mult mai general, este acela în care noi înșine - constructorii amatori - dorim să "exploatăm" cât mai bine tranzistorul pus într-un etaj oarecare, astfel încât să putem realiza un montaj performant cu cât mai puține etaje posibil. Pentru aceasta, sortăm în prealabil exemplele de tranzistoare după factorul de amplificare, realizăm montajul cu foarte bune rezultate și apoi îl publicăm, „uitând” să precizăm valorile respectivelor factori de amplificare. Rezultatul este că adeseori montajul se dovedește nerealizabil - "greșit", cum se pronunță, oarecum îndreptățit, toți cei care nu reușesc să-l reproducă, folosind aceleași tipuri de tranzistoare. Alteleori, neavând nici noi posibilitatea măsurării factorului de amplificare, concepem și realizăm - tot cu bune rezultate - diverse montaje cu exemple de tranzistoare care întâmplător sunt foarte performante, dar care montaje se întâmplă adesea să nu "iasă" la fel de bune la o nouă tentativă de realizare, cu alte exemple de tranzistoare.

Concluzia acestei introduceri, voit lungită (căci ne adresăm aici constructorilor începători) este una dublă. În primul rând, cinstit și corect ar fi ca la fiecare montaj propus spre realizare constructorilor amatori, autorii să precizeze cerințele minime în ceea ce privește valoarea factorului de amplificare pentru fiecare tranzistor folosit. În al doilea rând, pentru a putea ține cont de aceste precizări

ale autorului, constructorul amator ar trebui să-și realizeze el însuși un aparat pentru măsurarea - sau măcar pentru evaluarea ori compararea - valorilor factorului de amplificare, cel mai util a factorului beta, care intervine în relațiile de calcul al câștigului în curent și/sau în tensiune al tuturor etajelor cu tranzistoare.

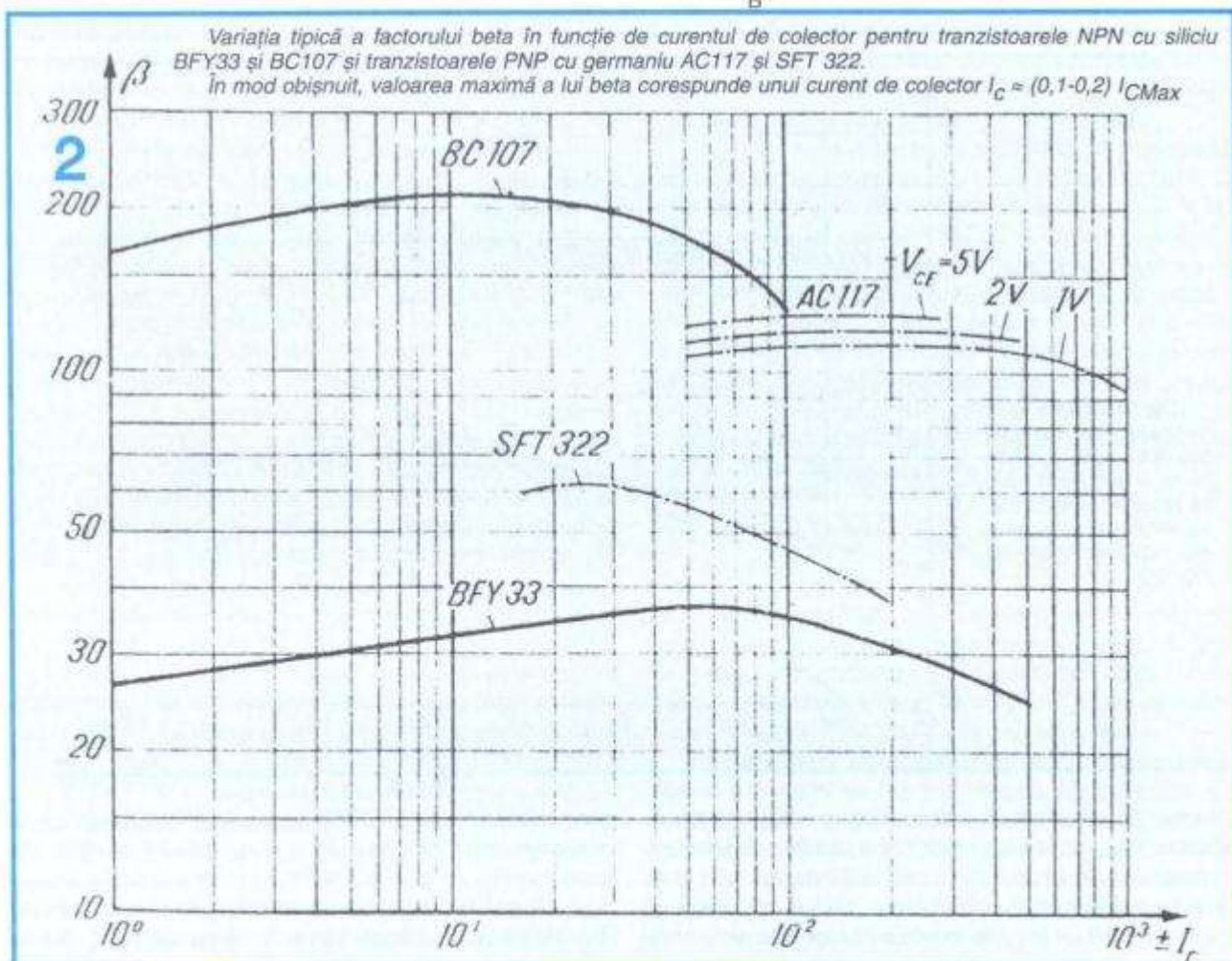
#### Factorul beta

Configurația cea mai răspândită a etajelor cu tranzistoare este cea în conexiunea cu emitorul comun, EC, prezentată schematic în **figura 1**, pentru cazul unui tranzistor T având structura de tip NPN (pentru PNP se inversează sensurile tensiunilor de polarizare  $E_1$  și  $E_2$ , precum și sensurile convenționale ale curenților de bază  $I_B$  și, respectiv, de colector  $I_C$ ).

Tocmai de aceea, factorul de amplificare în curent definit pentru această configurație - care este **factorul beta** - a cunoscut, la rândul său, cea mai largă răspândire, fiind utilizat în relațiile de calcul al câștigului și menționat în cataloagele producătorilor, de regulă ca plată maximă de variație (împrăștiere) pentru un curent de colector dat și uneori și prin precizarea valorii  $U_{CE} = \text{constantă}$ .

Pentru această configurație EC, **factorul de amplificare în curent**, numit **factorul beta** ( $\beta$ ), se definește prin relația:

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad \text{pentru } U_{CE} = \text{constantă} \quad (1)$$



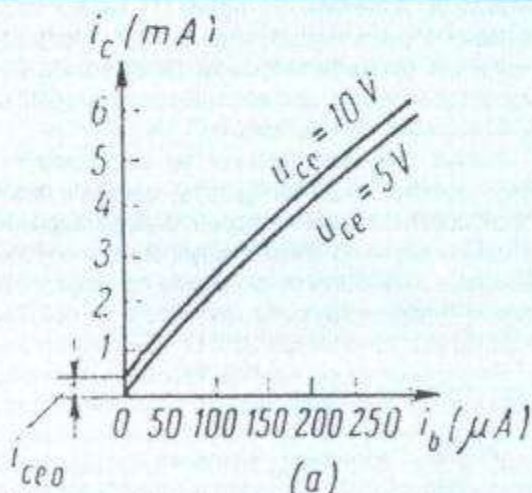


În cuvinte spus, factorul beta reprezintă raportul dintre variația  $\Delta I_C$  a curentului de colector  $I_C$  și variația corespunzătoare  $\Delta I_B$  a curentului de bază  $I_B$ , pentru o valoare constantă (specificată) a căderii de tensiune emitor-colector (de exemplu,  $U_{CE} = 5V$ ,  $U_{CE} = 1V$  etc.).

Definiția lui beta poate părea ambiguă sau chiar un nonsens, deoarece unei variații  $\Delta I_B$  a curentului de bază îi corespunde, într-adevăr, o variație  $\Delta I_C$  a curentului de

$E_2$  este presupusă constantă. Această contradicție aparentă s-a "rezolvat" teoretic prin considerarea situației ideale  $R_C = 0$ , adică presupunând că determinarea s-ar face pentru rezistență nulă de sarcină. Desigur, în practică acest lucru nu este recomandabil, deoarece trebuie să avem în permanență în circuitul de sarcină o rezistență de limitare, pentru protecția tranzistorului, sursa de alimentare  $E_2$  a circuitului emitor-colector având, de regulă, o rezis-

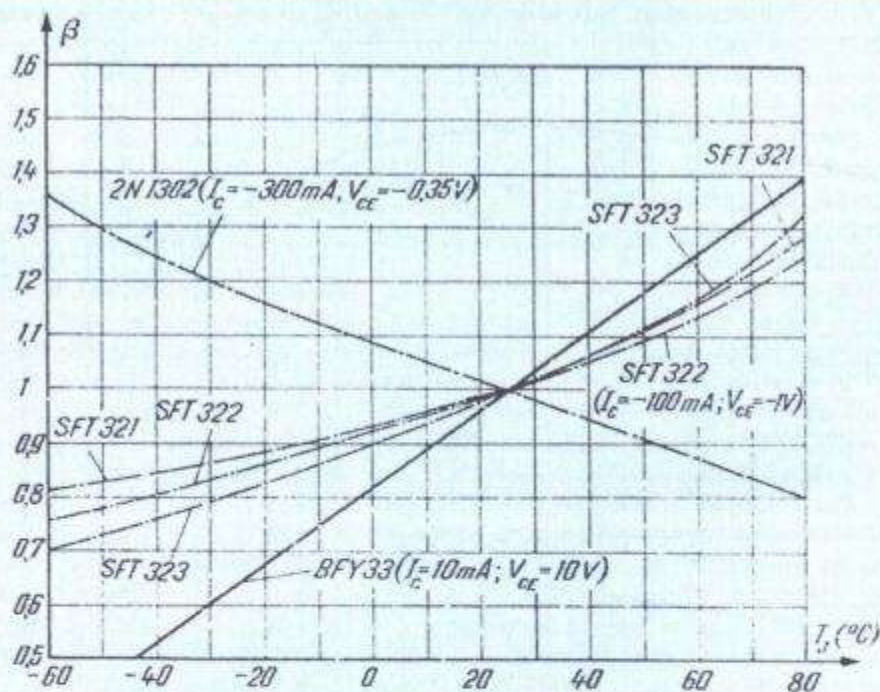
3



Caracteristica de transfer  $i_C = f(i_B)$  la  $U_{CE} = \text{constant}$  a tranzistorului în conexiunea cu emitorul comun

4

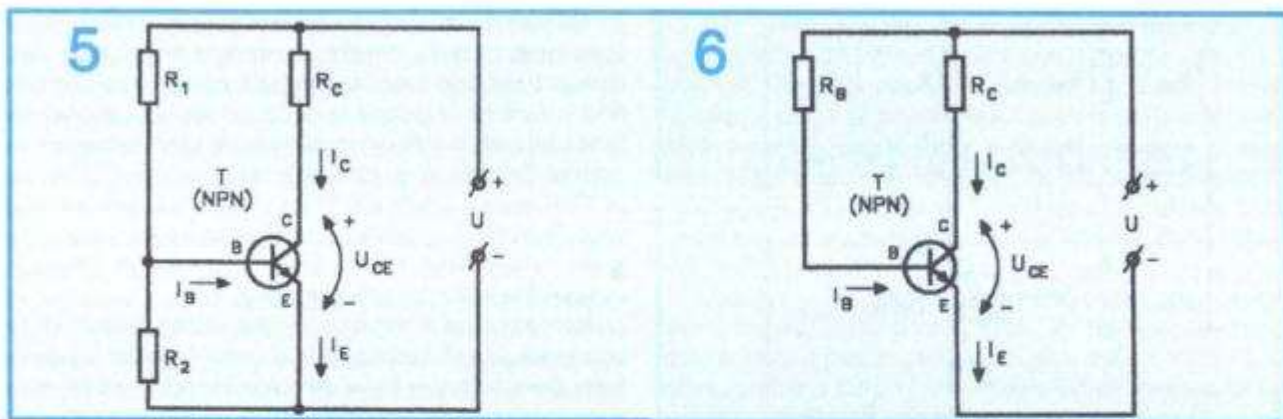
Caracteristicile normalizate ale variației factorului beta cu temperatura joncțiunii pentru tranzistoarele cu siliciu BFT33 și cu germaniu SFT321-323 și 2N1302



colector, dar din moment ce curentul de colector s-a modificat cu  $\Delta I_C$ , implicit s-a modificat și căderea de tensiune pe rezistența de sarcină  $R_C$  din circuitul de colector, ceea ce atrage automat și modificarea căderii de tensiune colector - emitor,  $U_{CE}$ , deoarece tensiunea de alimentare

tență internă foarte mică. De aceea, în practică circuitul de măsurare este prevăzut cu o rezistență de sarcină (de colector)  $R_C$  nenulă, dar suficient de mică, astfel dimensionată, ținând cont și de valoarea tensiunii de alimentare  $E_2$ , încât variația căderii de tensiune pe ea,  $R_C \Delta I_C$ , să fie





mică în raport cu valoarea lui  $E_2$ , ceea ce va însemna că nici căderea de tensiune  $U_{CE}$  nu va suferi o variație importantă prin modificarea cu  $\Delta I_C$  a curentului de colector.

Această "rigoare" -  $U_{CE} = \text{constantă}$  - stipulată în definiția lui beta are ca scop să ne asigure că factorul de amplificare astfel determinat este într-adevăr o *caracteristică intrinsecă* a tranzistorului respectiv, deci independență de valorile rezistențelor de sarcină din circuitul de colector. O "idealizare", firește.

O a doua observație în legătură cu definiția lui beta se referă la valoarea curentului de colector - valoarea inițială  $I_C$  și valoarea finală  $I_C + \Delta I_C$  - la care nu se face referire expresă. Pentru a satisface condiția  $U_{CE} = \text{constantă}$  (practic aproximativ constantă), am văzut că trebuie să alegem o valoare cât mai mică a rezistenței de sarcină  $R_C$ . Mai există însă și posibilitatea de a lucra cu rezistență de sarcină  $R_C$  mai mare (cât să asigure, pentru  $E_2$  dat, o limitare a curentului  $I_C$  la valori nepericuloase), dar să operăm cu variații  $\Delta I_C$  foarte mici, adică în imediata vecinătate a valorii inițiale  $I_C$ . Problema este cum să alegem valoarea curentului de colector  $I_C$  în jurul căreia vom efectua măsurătoarea? Și asta sub două unghiuri de vedere: întâi, pentru că factorul beta, chiar pentru un exemplar dat de tranzistor, nu este de fapt constant, valoarea lui depinzând - mai mult sau mai puțin - tocmai de valoarea curentului  $I_C$  în jurul căreia a fost măsurat. Din acest motiv, ne trezim adeseori în situația ca tranzistorul căruia i-am măsurat factorul beta la un curent de colector dat - să zicem  $I_C = 100$  mA - să îl utilizăm în montaj la un curent de colector mediu semnificativ diferit, de pildă  $I_C = 1$  A. Desigur, chiar dacă variația lui beta în funcție de  $I_C$  nu este foarte mare (vezi, de exemplu, graficul din **figura 2**), preferabil ar fi ca măsurătoarea să se efectueze în condiții cât mai apropiate de cele ale montajului în care vom folosi tranzistorul respectiv. Dar aceasta ar însemna complicarea aparatului de măsurare folosit, respectiv a betametruului, care ar trebui să poată efectua măsurarea în orice punct al curbei de variație  $I_C = f(I_B)$ .

În fine, din al doilea unghi de vedere, pentru a ști cât de performant este un exemplar dat de tranzistor în raport cu plaja de variație a lui beta indicată în catalog pentru tipul respectiv, ar fi mai indicat să efectuăm măsurătoarea pentru valorile (orientative) ale lui  $I_C$  și  $U_{CE}$  specificate în catalog. De exemplu, pentru un tranzistor de tip BC 107

(fără litere adiționale de clasă, A, B sau C), fabricat de I.P.R.S.-Băneasa, catalogul indică plaja lui beta ( $h_{21E}$ ) între 125-500, cu precizarea condițiilor de măsurare  $I_C = 2$  mA și  $U_{CE} = 5$  V.

La astfel de întrebări - și la multe altele care se vor mai ivi pe parcurs, vom găsi împreună răspunsuri, analizând mai multe scheme de betametre și de testere beta, dar mai ales realizându-le practic, folosindu-le și apreciind singuri rezultatele obținute.

Desigur, ideal ar fi (măcar în situații speciale, când exemplarul respectiv de tranzistor ar urma să funcționeze într-un montaj foarte exigent, în condiții la limită etc.) ca măsurarea factorului beta să se facă în mai multe "puncte" de pe curba  $I_C = f(I_B)$ , sau chiar să se traseze experimental această curbă, așa cum se arată în exemplul din **figura 3**, pentru diverse valori  $U_{CE} = \text{constantă}$ .

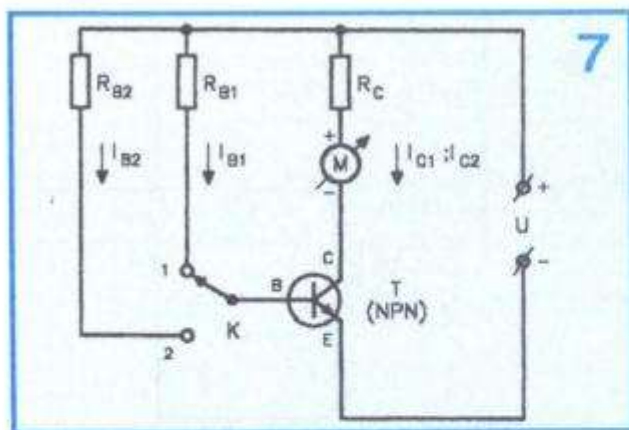
Spațiul nu ne permite să abordăm aici, fie și în treacăt, toate aspectele relevante privitoare la factorul beta. Un lucru însă tot mai trebuie amintit, și anume acela că factorul beta - la fel ca numeroși alți parametri intrinseci ai tranzistorului - depinde într-o măsură nu întotdeauna neglijabilă și de temperatură. De pildă, în [2] se prezintă graficul din **figura 4**, care ilustrează variația lui beta cu temperatura pentru câteva tipuri de tranzistoare. Valoarea de referință a lui beta (cea indicată și în cataloage) este cea pentru temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , respectiv  $\beta(25^\circ\text{C})$ . Pentru o temperatură  $T = 25^\circ\text{C} \pm \Delta T^\circ\text{C}$ , valoarea "corectată" a lui beta se poate deduce aproximativ cu relația:

$$\beta(T) = \beta(25^\circ\text{C}) \cdot \left[ 1 + \frac{\Delta T}{K} \right] \quad (2)$$

unde factorul K are valoarea 100 pentru tranzistoarele cu germaniu și, respectiv, 50 pentru cele cu siliciu. În [2] se face precizarea că pentru tranzistoarele cu siliciu de mică putere, această variație a lui beta în funcție de temperatură este, totuși, neglijată adeseori la proiectare.

Pentru a putea trece efectiv la prezentarea unor montaje de betametre sau de testere beta, să observăm că în practică, schema etajului de amplificare cu tranzistor în conexiunea EC nu este tocmai cea din **figura 1**, care are mai mult un caracter "didactic". În majoritatea cazurilor, etajul este prevăzut cu o sursă unică de tensiune continuă joasă, U, care polarizează atât circuitul de intrare, cât și pe





cel de ieșire. Mai precis, din această tensiune unică, ațerentă formal circuitului de ieșire (fosta sursă  $E_2$  din figura 1), se "extrage" un curent  $I_B$  pentru polarizarea statică a bazei, de pildă prin intermediul divizorului rezistiv  $R_1, R_2$ , ca în figura 5, sau cu ajutorul unei singure rezistențe  $R_B$ , ca în figura 6. Firește, "peste" polarizarea statică a circuitului de intrare se aplică și sursa de tensiune variabilă  $U_{in}$  (alternativă, în impulsuri etc.) pe care urmează să o amplifice montajul, dar nefigurată aici.

Marea majoritate a schemelor de betametre și de testere beta se bazează pe circuitul de polarizare statică a etajului EC din figura 6. Mai precis, se asigură (cu ajutorul unor elemente reglabile sau comutabile) două situații distincte de polarizare statică, se măsoară cele două seturi de valori  $I_B$  și  $I_C$  și se deduce valoarea lui beta. Există și scheme de betametre dinamice, dar noi nu ne vom ocupa de ele aici.

#### Betametre și testere beta

Așadar, pentru a transforma circuitul din figura 6 într-un betamtru, ar fi suficient - în cea mai simplă variantă posibilă - ca în loc de o rezistență de polarizare a bazei,  $R_B$ , să fie prevăzute două rezistențe diferite,  $R_{B1}$  și  $R_{B2}$ , selectabile printr-un comutator K, dimensionate pentru două intensități convenabile ale curentului de bază,  $I_{B1}$  și  $I_{B2}$ . Nu mai rămâne decât să introducem în serie cu circuitul de colector un instrument adecvat (miliampermetru sau ampermetru c.c.) cu ajutorul căruia să măsurăm cele două valori diferite ale curentului de colector,  $I_{C1}$  și  $I_{C2}$ , corespunzătoare curenților de bază  $I_{B1}$ , respectiv  $I_{B2}$  (fig. 7) și apoi să calculăm valoarea factorului beta cu relația de definiție (1), adaptată acestui aranjament (presupunând  $I_{B2} > I_{B1}$ ):

$$\beta = \frac{I_{C2} - I_{C1}}{I_{B2} - I_{B1}} \quad (3)$$

Singura grijă pe care trebuie să o avem este de a face un mic calcul prealabil, în funcție de natura tranzistoarelor pe care urmează să le măsurăm (mică, medie sau mare putere), pe de o parte pentru alegerea sursei de alimentare ( $U$  orientativ între 4,5V și 12V) și a valorii rezistenței de sarcină  $R_C$ . În plus, în funcție de plaja maximă scontată (dorită) pentru valorile lui beta, ne vom asigura că  $\Delta I_B = I_{B2} - I_{B1}$  nu este prea mare (implicit, că  $\Delta I_C = I_{C2} - I_{C1}$  nu este prea mare), pentru a fi îndeplinită aproximativ condiția  $U_{CE} = \text{constantă}$  din definiția factorului beta.

Nu vom da un exemplu concret pentru această posibilă bună variantă de betamtru, din simplul motiv că aici factorul beta trebuie calculat "pe hârtie", mult mai comod fiind variantele - aproape la fel de simple - la care valorile factorului beta "se citesc" liniar pe scara unui instrument de măsură (betamtru cu citire directă).

Configurația din figura 6 fiind însă, așa cum am mai spus, "punctul de plecare" al multor variante de betametre și de beta-testere, ne întoarcem puțin la ea pentru a (re)aminti relațiile de calcul implicate.

În primul rând, tensiunea de alimentare  $U$  trebuie să fie constantă (sursă stabilizată, cel puțin în cazul betametrelor (pentru testere beta, de obicei portabile, se admit și surse nestabilizate, preferabil seturi de miniacumulatori Ni-Cd). În această supoziție, curentul de bază  $I_B$ , în cazul tranzistoarelor cu siliciu, poate fi calculat aproximativ cu relația:

$$I_B = \frac{U - U_{BE}}{R_B} \approx \frac{U(V) - 0,65V}{R_B} \quad (4)$$

rezultatul  $I_B$  fiind exprimat în amperi, dacă  $R_B$  se exprimă în ohmi, respectiv (mai uzual) în miliamperi, dacă  $R_B$  se exprimă în kilohmi.

Căderea de tensiune pe jonțiunea bază-emitor a tranzistorului,  $U_{BE}$ , a fost aproximată la 0,65V, dar în cazul unor curenți de bază mari (tranzistoare de putere), ea poate fi sensibil mai mare. De aceea, după efectuarea calculului aproximativ al lui  $I_B$  cu relația (4), este indicat să se verifice rezultatul prin măsurare experimentală, iar la nevoie să se retușeze fin valoarea lui  $R_B$  (respectiv valorile lui  $R_{B1}$  și  $R_{B2}$  din figura 7, sau, în general, ale celorlalte combinații rezistive de polarizare a bazei, cu care ne vom întâlni pe parcurs).

În ipoteza că sursa de alimentare este stabilizată, deci tensiunea  $U$  este constantă, pentru a veghea respectarea condiției  $U_{CE} = \text{constantă}$  (aproximativ), este suficient să proiectăm și să verificăm variația căderii de tensiune pe rezistența de sarcină,  $U_s = R_C I_C$ . Într-adevăr, deoarece

$$U = \text{constantă} = U_s + U_{CE} \quad (5)$$

rezultă că vom satisface cu atât mai bine condiția  $U_{CE} = \text{constantă}$ , cu cât vom permite (vom opera cu) variații cât mai mici ale căderii de tensiune  $U_s$ , respectiv cu variații cât mai mici ale curentului de colector  $I_C$ , deoarece rezistența  $R_C$  este și ea constantă.

Lucrurile se complică puțin în cazul utilizării unor surse autonome de alimentare (acumulatori), când ipoteza  $U = \text{constantă}$  nu mai este întemeiată.

Necesitatea măsurării atât a curentului de bază, cât și a celui de colector îi încurcă serios pe constructorii începători, care de regulă sunt dotați cu un singur aparat de măsură, de pildă un AVO-metru sau un multimetru. Desigur, pe parcursul ajustărilor experimentale, valorile lui  $I_B$  și  $I_C$  pot fi măsurate "pe rând", folosind acest unic multimetru, bineînțeles pus în prealabil pe un domeniu adecvat. Dar chiar și așa, mutarea instrumentului din circuitul de bază în cel de colector și viceversa este migăloasă,



pentru că trebuie de fiecare dată să desfacem și să refacem conexiuni, eventual să închidem și să deschidem niște întrerupătoare intercalate ad-hoc, cărora la un moment dat le putem uita pozițiile.

Pentru simplificarea acestor operații putem apela la soluția sugerată în figura 8. Mai precis, în circuitul de bază și în cel de colector (plecând tot de la schema din figura 6) a fost intercalat câte un push-buton (buton prin apăsare, cu revenire), PB1, respectiv PB2, ambele cu contacte normal închise (deci care se deschid prin apăsare). Contactele de lucru ale acestor butoane sunt racordate la niște borne de măsurare, a-b, respectiv a'-b', cărora le vom marca într-un fel polaritatea. Astfel putem "plimba" comod multimetrul de la un circuit de măsurare la altul, iar după selectarea domeniului adecvat (de pildă, 6 mA pentru circuitul de bază, 600 mA pentru cel de colector), nu avem decât să apăsăm pe timpul citirii butonul corespunzător.

#### Betmetru cu citire directă - varianta 1

Vom trece acum la prezentarea unei prime variante de betmetru cu citire directă, a cărui schemă o vom obține "complicând" treptat circuitul EC din figura 6.

O primă etapă este cea din figura 9, corespunzătoare tranzistoarelor cu structură de tip NPN. Observăm că în circuitul de intrare, rezistența  $R_B$  (fig. 6) a fost înlocuită cu combinația serie ajustabilă  $R2+P$ . Aceasta ne permite să reglăm valoarea inițială a curentului de polarizare a bazei,  $I_{B1}$ , într-o plajă dorită. Apoi, mai observăm că pentru realizarea creșterii de curent  $\Delta I_B = I_{B2} - I_{B1}$ , în paralel cu grupul  $R2+P$  se conectează rezistența  $R1$ , prin simpla apăsare a butonului PB (tot buton cu revenire, dar de data aceasta model cu contactele normal deschise).

Modificarea esențială a survenit însă în circuitul de ieșire (de colector), unde s-a introdus un aranjament de măsurare indirectă a curentului, folosind un voltmetru V de tensiune continuă. Acest voltmetru măsoară căderea de tensiune pe rezistența de sarcină,  $U_S$ , dar nu direct, ci scăzând din ea în permanență o tensiune fixă de referință,  $U_{ref}$ , furnizată la bornele rezistenței  $R4$  de divizorul fix  $R4-R5$ . Scopul acestui aranjament de măsurare diferențială este acela de a scădea automat căderea de tensiune pe rezistența  $R3$  datorată curentului inițial de colector,  $I_{C1}$ , pentru care am ajustat din  $P$  valoarea inițială a curentului de bază,  $I_{B1}$ . Astfel, la apăsarea lui PB pentru creșterea  $\Delta I_B$ , voltmetrul va măsura - pe întreaga scală, liniar - doar diferența  $\Delta U_S = R3I_{C2} - R3I_{C1} = R3\Delta I_C$ , adică direct proporțional cu creșterea curentului de colector.

Cum valoarea lui  $R1$  este fixă (o vom calcula și apoi ajusta experimental pentru o anumită creștere dorită a curentului de bază), rezultă că  $\Delta I_B$  este și ea constantă, deci, conform definiției (1), indicația voltmetrului, direct proporțională cu  $\Delta I_C$ , va fi direct proporțională și cu factorul beta.

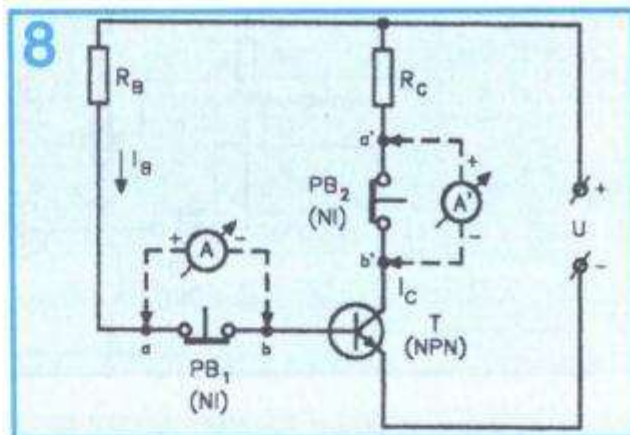
Cu alte cuvinte, dacă pentru valoarea inițială a curentului de colector,  $I_{C1}$ , ajustăm potențiometrul  $P$  astfel încât voltmetrul să indice zero, adică să avem egalitatea  $U_S = U_{ref}$ , la apăsarea butonului PB voltmetrul va indica, pe domeniul pe care este selectat, valori proporționale cu cele ale factorului beta.

Cam aceasta ar fi pe scurt "teoria" variantei de betmetru cu citire directă din figura 9. Pentru realizarea practică, respectiv pentru dimensionarea valorilor rezistențelor, a tensiunii și curentului sursei de alimentare, precum și pentru alegerea domeniului de tensiune al voltmetrului, se pleacă în primul rând de la tipul tranzistoarelor ce urmează a fi măsurate și apoi de la plaja valorilor beta pe care dorim s-o acopere domeniul selectat al voltmetrului.

Vom ilustra în continuare modul de calcul pentru cazul tranzistoarelor de tip NPN, cu siliciu, de medie sau de mare putere (curent maxim de colector de cel puțin 1-1,5 A). În această situație putem lua o valoare inițială a curentului de colector  $I_{C1} = 200$  mA. Apoi vom alege sursa de alimentare, de exemplu  $U = 6$  V, tensiune continuă stabilizată. Pentru  $I_{C1}$  ales, este perfect acoperitor un curent maxim admis al stabilizatorului de circa 0,5 A.

Urmează alegerea valorii convenabile pentru rezistența de sarcină  $R3$ , conform celor analizate la definirea factorului beta. O valoare convenabilă în acest caz concret este  $R3 = 5 \Omega$ . Vom folosi practic un rezistor cu puterea de disipație de minimum 3-4 W. Valoarea de  $5 \Omega$  nefiind standardizată, vom sorta pe  $R3$  din seria de  $4,7 \Omega/4$  W, de exemplu, astfel încât exemplarul ales să fie cât mai apropiat de  $5 \Omega$ .

Curentul inițial de colector ales va produce, deci, la bornele lui  $R3$  o cădere de tensiune  $U_{S1} = R3I_{C1} = 5 \Omega \cdot 200$  mA = 1 V.



Am ajuns astfel la proiectarea divizorului  $R4/R5$ , care trebuie făcută astfel încât tensiunea  $U_{ref}$  (de la bornele lui  $R4$ ) să fie egală cu  $U_{S1} = 1$  V. Tensiunea de alimentare fiind  $U = 6$  V, rezultă că raportul rezistențelor din divizor va trebui să fie  $R4/R5 = 1/5$ . Pentru a asigura un curent suficient de mare prin divizor, astfel încât  $U_{ref}$  să nu fie influențată practic de consumul de curent al voltmetrului, putem lua, de pildă,  $R4 + R5 = 300 \Omega$ , respectiv un curent de  $6$  V/ $300 \Omega = 20$  mA prin divizor. Rezultă imediat valorile necesare:  $R4 = 50 \Omega$ ,  $R5 = 250 \Omega$ . Cum nici aceste valori nu sunt standardizate, putem lua, de pildă,  $R4 = 47 \Omega$  și  $R5 = 240 \Omega$  (rezistoare de 0,5 W), sortându-le experimental, dintre mai multe exemplare, astfel încât  $U_{ref}$  să fie cât mai apropiată de valoarea dorită de 1 V. La această etapă de reglaj, bineînțeles, voltmetrul nu trebuie conectat în



poziția din figură, ci el se va racorda la bornele lui R4, cu minusul în punctul median N și pus pe un domeniu de 1,2 V (la nevoie 2 V sau 3 V), tensiune continuă.

Următoarea etapă o constituie alegerea plajei de valori beta ce vor fi indicate pe scala voltmetrului, precum și a valorilor elementelor R2 și P din circuitul de polarizare inițial a bazei. Fiindcă ne-am propus să măsurăm doar tranzistoare de medie și mare putere, un domeniu 0÷300 pentru factorul beta ar fi destul de convenabil. În acest scop vom alege ca instrument indicator un multimetru având scala de tensiuni continue divizată liniar 0÷30, astfel încât valoarea beta să se citească direct, înmulțind doar cu 10 gradația indicată de ac.

Rezistența de limitare R2, de altfel justificată și chiar strict necesară, va face să nu putem regla un curent inițial de bază mai mare decât valoarea aproximativă dictată de ea conform relației (4), adică  $I_{B\max} \approx (6V - 0,65V)/R2$ , presupunând potențiometrul P trecut în poziția cu rezistență înseriată zero. Prin urmare, domeniul de măsurare beta nu va fi de forma 0÷300, ci de forma  $\beta_{\min} \div 300$ , unde  $\beta_{\min}$  este dictat tocmai de valoarea aleasă pentru R2. Aceasta nu constituie un neajuns, deoarece oricum nu ne interesează practic tranzistoarele care au valori foarte mici ale

R2 = 510  $\Omega$ , rezultă că potențiometrul P va trebui să aibă cel puțin 10.190  $\Omega \approx 10$  k $\Omega$ . Vom alege un potențiometru bobinat de 10 k $\Omega$ , cu diametrul bobinei cât mai mare (reglaj cât mai fin).

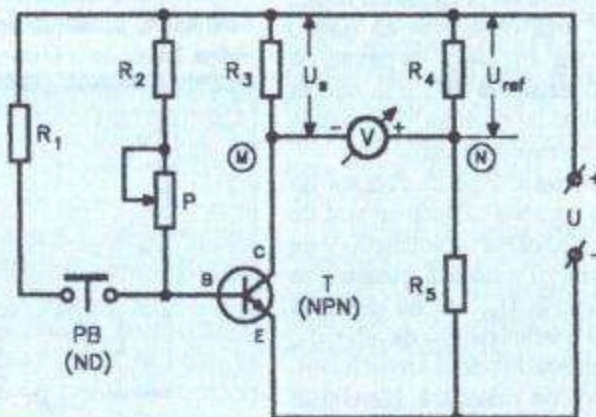
Pasul următor îl reprezintă alegerea domeniului de sensibilitate al voltmetrului V pe care vom citi valorile lui beta în plaja stabilită și, corelată cu acesta, determinarea valorii necesare pentru rezistența R1, care prin apăsarea butonului PB va asigura creșterea curentului de bază de la  $I_{B1}$  la  $I_{B2}$ , respectiv  $\Delta I_B = I_{B2} - I_{B1}$ . Primul criteriu care se are în vedere este de a nu opera cu creșteri mari ale curentului de colector, implicit ale căderii de tensiune  $U_S$ , pentru a respecta cât mai bine condiția  $U_{CE} = \text{constantă}$  din definiția (1) a factorului beta. De exemplu, acceptabil ar fi ca tensiunea  $U_S$  să crească, pentru  $\beta_{\max} = 300$ , cu valoarea  $\Delta U_S = U_{S2} - U_{S1} = 0,6$  V, care va fi și foarte ușor de citit pe scala voltmetrului V divizată 0÷30, alegând domeniul de măsurare de 0,6 Vc.c. al multimetrului.

Acestei creșteri cu 0,6 V a tensiunii  $U_S$  îi corespunde o creștere a curentului de colector:

$$\Delta I_C = I_{C2} - I_{C1} = 0,6V/R3 = 0,6V/5\Omega = 0,12A = 120\text{ mA}.$$

Ținând cont de valoarea maximă (la cap de scală),  $\beta_{\max} = 300$ , rezultă că introducerea lui R1 în paralel cu grupul inițial

9



lui beta. Să zicem că acceptăm o plajă posibilă de măsurare  $\beta = 20 \div 300$ , adică admitând  $\beta_{\min} = 20$ . Cum curentul inițial de colector l-am ales  $I_{C1} = 200$  mA, acestui factor minim îi corespunde un curent inițial de polarizare a bazei de aproximativ 200 mA/20 = 10 mA, care va fi totuși  $I_{B\max}$ . Din relația (4) deducem aproximativ:

$$R2 = (6V - 0,65V) / 10\text{ mA} = 535\Omega.$$

Putem lua deci, acoperitor, R2 = 510  $\Omega$  (rezistor de 0,5 W).

Cealaltă extremitate a plajei beta alese, respectiv  $\beta_{\max} = 300$ , ne impune valoarea minimă posibilă de reglaj pentru curentul inițial de polarizare a bazei:

$$I_{B1\min} = I_{C1} / \beta_{\max} = 200\text{ mA} / 300 \approx 0,666\text{ mA}.$$

Aproximând acoperitor  $I_{B1\min} \approx 0,5$  mA, rezultă:

$$R2 + P \approx (6V - 0,65V) / 0,5\text{ mA} = 10.700\Omega.$$

Cum pentru rezistența de limitare am ales valoarea

de polarizare R2+P va trebui să asigure o creștere a curentului de bază:

$$\Delta I_B = I_{B2} - I_{B1} = \Delta I_C / \beta_{\max} = 120\text{ mA} / 300 = 0,4\text{ mA}.$$

Dacă aplicăm din nou relația (4), obținem aproximativ:

$$R1 = (6V - 0,65V) / 0,4\text{ mA} = 13.375\Omega.$$

Această valoare nestandardizată se va obține prin sortare din rezistoarele de precizie (1%-2%), cu valorile nominale cele mai apropiate (13,3 k $\Omega$  sau 13,5 k $\Omega$ ) sau la nevoie printr-o combinație serie sau paralel. Oricum, creșterea  $\Delta I_B$  fiind importantă pentru precizia de etalonare a betametruului, rezultatul va fi verificat și la nevoie ajustat experimental, prin măsurarea lui  $\Delta I_B$  în condițiile concrete de lucru.

Cu aceasta, proiectarea betametruului pentru domeniul  $\beta = 0 \div 300$ , cu citire directă (liniară) pe scala de 600 mVc.c., divizată 0÷30, a voltmetrului V este încheiată. Cine dorește



poate trece la proiectarea unui alt domeniu, după modelul descris mai sus.

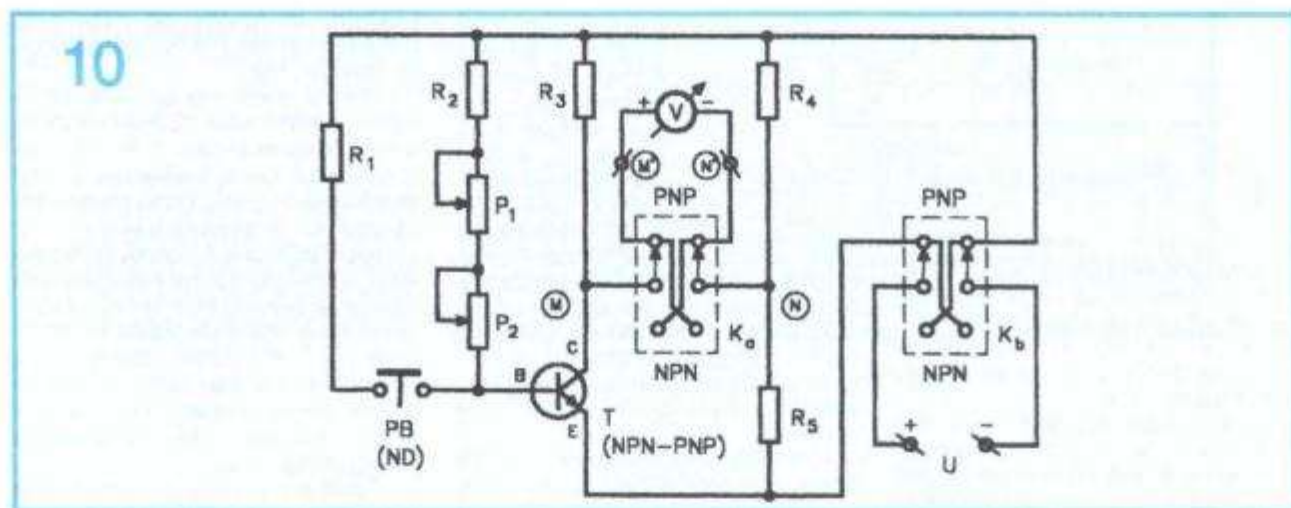
Modul de lucru cu acest betametrul este următorul:

1. Se trece inițial cursorul potențiometrului P în poziția cu valoarea maximă înseriată a rezistenței;
2. Se conectează la bornele M-N voltmetrul V, pus inițial pe un domeniu mai mare de tensiune (de exemplu, pe 12 V c.c.); în absența tranzistorului T, acul va "bate" ușor spre stânga lui zero, punctul M fiind practic la plusul sursei U, iar punctul N la -1 V față de acesta;
3. Se racordează la bornele E - emitorul, B - baza și C - colectorul tranzistorului T de măsurat, căruia îi vom atașa provizoriu un radiator, pentru a evita ambalarea termică;
4. Se ajustează cursorul potențiometrului P astfel ca acul voltmetrului V să indice aproximativ zero; în acest moment se comută voltmetrul de pe domeniul de 12 V pe domeniul de 0,6 V (care va fi folosit la măsurare) și se reajustează fin cursorul lui P astfel ca acul să indice cât mai precis diviziunea zero;
5. Se apasă butonul PB și se citește noua indicație a acului, în diviziuni (de la 0 la 30); valoarea lui beta pentru tranzistorul astfel măsurat se obține înmulțind cu 10 indi-

unii regim de ambalare termică va duce la instabilitatea reglajului de zero al voltmetrului nostru diferențial, implicit și la nereproductibilitatea suficient de precisă a valorilor lui beta măsurate de mai multe ori consecutiv pentru același exemplar de tranzistor.

Montajul descris mai necesită cel puțin o "complicare" obligatorie, și anume introducerea unui sistem de comutare pentru trecerea comodă de la tranzistoarele de tip NPN la cele de tip PNP și viceversa. O soluție simplă în acest sens este cea din figura 10, unde cu ajutorul comutatoarelor K<sub>b</sub> și K<sub>a</sub> (fiecare cu 2 x 2 poziții), acționate simultan, se inversează polaritatea tensiunii de alimentare U și, respectiv, polaritatea voltmetrului V în raport cu bornele M-N. În plus, schema consemnează și o mică îmbunătățire în ceea ce privește finețea reglajului de zero al voltmetrului diferențial: adăugarea în circuitul de polarizare inițială a bazei a încă unui potențiometru (P2), cu valoarea de 1 kΩ (tot bobinat).

Înainte de a trece la prezentarea unei alte variante performante de betametrul cu citire directă (pe care îl vom "proiecta" de data aceasta pentru tranzistoare de mică putere, PNP și NPN), să mai zăbovim puțin asupra schemei din figura 9. Cu câteva mici modificări, aceasta



cația respectivă; de exemplu, pentru indicația acului la diviziunea 25 va corespunde  $\beta = 250$  ș.a.m.d.;

6. Se eliberează butonul PB și se comută din nou voltmetrul pe domeniul de 12 V, după care se deconectează tranzistorul de la bornele E, B, C, putând racorda în continuare un alt exemplar de tranzistor în vederea măsurării.

La modul de lucru vom face doar două mici precizări. Întâi, faptul că pentru timp relativ scurt, "bătăia" sub zero (-1 V) a acului voltmetrului nu este periculoasă pentru instrument, cu condiția ca acesta să fie pus pe un domeniu de tensiune mai mare (12 V, 15 V, 30 V). Pe măsură ce acul se apropie de zero, prin ajustarea potențiometrului, sensibilitatea voltmetrului poate fi comutată eventual succesiv, întâi pe 3 V și apoi pe 0,6 V. A doua observație se referă la necesitatea montării tranzistorului pe un mic radiator: în caz contrar, chiar la tranzistoare de putere, apariția

poate fi transformată atât în betametrul cu citire "directă" fără a mai fi necesar un instrument indicator (citire pe o scală gradată liniar, atașată potențiometrului P), cât și într-un foarte util și suficient de precis tester beta portabil, alimentat la un set de patru acumulatori Ni-Cd de câte 1,2 V/750 mAh, înseriate.

(Continuare în nr. viitor)

#### Bibliografie

1. I. Zhrebtsov, *Fundamentals of Radio*, MIR Publishers, Moscova, 1969
2. R. Stere și colab., *Circuits a semiconducteurs dans l'industrie*, Vol. II, Editura Tehnică, București, 1972
3. \*\*\* *Colecția revistei TEHNIIUM*
4. I.P.R.S. - Băneasa, *Dispozitive semiconductoare*, Catalog condensat, 1978



Atât în exploatarea curentă a acumulatorilor auto, cât și în perioadele când nu folosim mașina ori când acumulatorul este adus în casă (la încărcat etc.), este util să avem conectat la bornele lui un indicator luminos de tensiune, care să ne "spună" dintr-o privire cam în ce stare de încărcare / descărcare se află. Dacă indicatorul are un consum redus de curent, el nu afectează semnificativ capacitatea bateriei, în schimb debitează permanentă a acestui curent, chiar slab, ajută la menținerea "în formă" a acumulatorului.

# INDICATOARE de TENSIUNE

Fiz. Alexandru Mărculescu

Schema se compune dintr-un etaj comutator cu prag, realizat cu tranzistorul T1 și piesele aferente, și un etaj echipat cu tranzistorul T2, care acționează LED-ul, prin rezistența de limitare R4.

Etajul comutator are pragul dat aproximativ de tensiunea "de cot" a diodei Zenner DZ. Când tensiunea acumulatorului este mai mare decât cea de deschidere a lui DZ - în cazul din figură, de circa 12 V - tranzistorul T1 intră în conducție, fapt ce atrage după sine blocarea tranzistorului T2, deci LED-ul va rămâne stins. La scăderea tensiunii sub pragul de 12 V prestabilit, dioda Zenner nu mai conduce suficient pentru a-l menține în conducție pe T1; astfel, tranzistorul T2 va intra el în conducție, polarizat prin grupul R2+R3, ducând la aprinderea LED-ului.

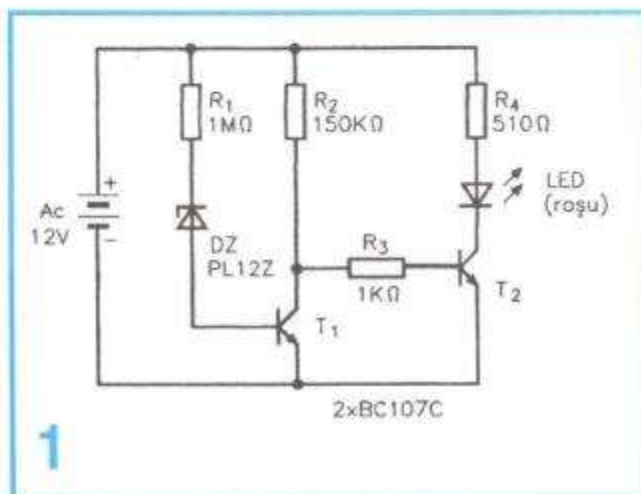
Personal am folosit ani de zile acest indicator, atașat la acumulatorul auto pe care îl țineam în casă

pentru diverse alimentări - inclusiv pentru iluminatul "de avarie", când se "tăia" lumina. Aprinderea LED-ului (la care trăgeam cu ochiul zilnic) îmi amintea să reincarc bateria, până când m-am decis să-mi realizez un sistem de încărcare cu decuplare automată...

Montajul din figura 2, având un consum mai mare de curent (până la cca 100 mA), l-am realizat și folosit pentru indicarea pe panoul de bord al automobilului, după alimentarea prin cheia de contact, a nivelului aproximativ al tensiunii la bornele bateriei. Indicația este de gen bară luminoasă cu lungime variabilă, ca la VU-metrele atașate amplificatoarelor AF. În acest scop se folosesc cinci LED-uri de diverse culori, ale căror praguri de intrare în conducție, respectiv de stingere, sunt decalate progresiv cu ajutorul grupului serie de diode de referință în direct D1-D6. Pe figură sunt indicate pragurile de stingere (aproximative) pentru cele cinci LED-uri, în funcție de care s-au dimensionat valorile rezistențelor de limitare R1-R5.

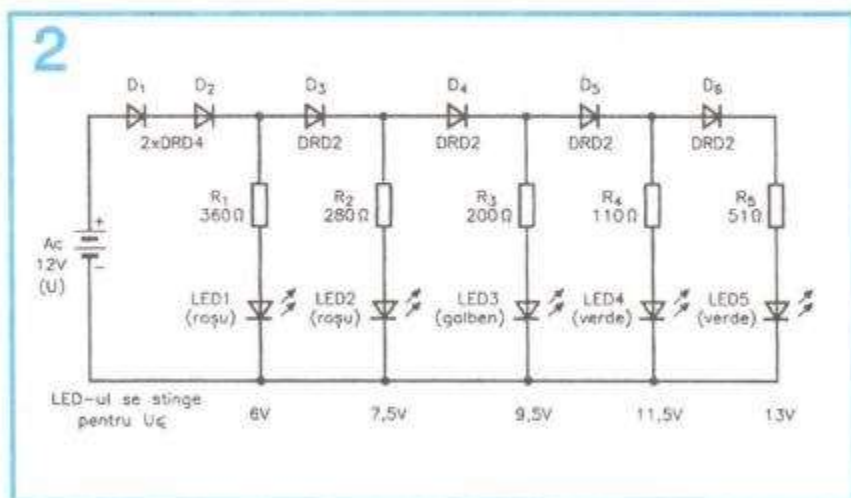
Pentru acest montaj este preferabil să se utilizeze LED-uri cu secțiunea capsulei dreptunghiulară, astfel încât să poată fi alăturate efectiv sub formă de bară. După ce ne vom obișnui cu interpretarea pragurilor corespunzătoare, o simplă privire ne va fi suficientă să tragem concluzia că starea bateriei este în regulă sau, dimpotrivă, că este ceva în neregulă. O informație foarte utilă ne-o dă numărul de LED-uri care se sting (evident, de la dreapta spre stânga) la acționarea demarorului.

Toate rezistoarele folosite în cele două montaje pot fi de 0,5 W.



Alături reamintim constructorilor începători două variante simple de indicatoare de acest fel, ambele dimensionate pentru atașarea la acumulatorii auto cu tensiunea nominală de 12 V.

Montajul din figura 1 reprezintă un indicator pentru scăderea tensiunii la bornele bateriei sub un anumit prag prestabilit, aici în jurul valorii de 12 V. Mai precis, montajul a fost conceput astfel încât pentru o tensiune a bateriei mai mare de 12 V, LED-ul (roșu, model de 20 mA) să fie stins, iar pentru o tensiune sub 12 V el să fie aprins, desigur cu iluminare din ce în ce mai slabă, pe măsură ce tensiunea scade în continuare. Din acest principiu de funcționare rezultă că montajul a fost gândit astfel încât să ne semnaleze apropierea bateriei de starea critică în care ar cam fi cazul să-i aplicăm o încărcare suplimentară, pentru a nu avea surprize neplăcute. Desigur, pragul de comutare poate fi mărit (de pildă până la 12,5 V-13 V), lucru ce se realizează prin simpla înlocuire a diodei Zenner DZ (se sortează un exemplar cu tensiune "de cot" adecvată, din seriile PL12Z sau PL13Z).





Acest minilaborator ne permite, cu eforturi organizatorice minime, să experimentăm și să pătrundem tainele electronicii, atât la școală, cât și în timpul orelor de studiu la domiciliu și, de ce nu, și în vacanțe. Dimensiunile lui mici nu necesită decât un... "colț de masă" sau un scaun-taburet pentru a fi "instalat" și a intra în funcțiune. În ce privește transportul lui, nu se pun probleme.

Am văzut un asemenea laborator la un magazin de produse electronice, adus prin import dintr-o țară din Extremul Orient. Prețul mare de vânzare ne-a dat de gândit pe loc, dacă nu cumva am putea realiza singuri o variantă a noastră de astfel de minilaborator, că doar materiale și piese electrotehnice și electronice avem destule și mai cumpărăm... de prin târguri. Am "furat" cu ochii soluțiile constructive, am strâns materiale și treptat, în circa două luni de muncă, minilaboratorul a fost gata (vezi **fotografiile**) și vrem să spunem tuturor elevilor cărora le place electronica, cititori ai revistei TEHNIIUM, cum am procedat.

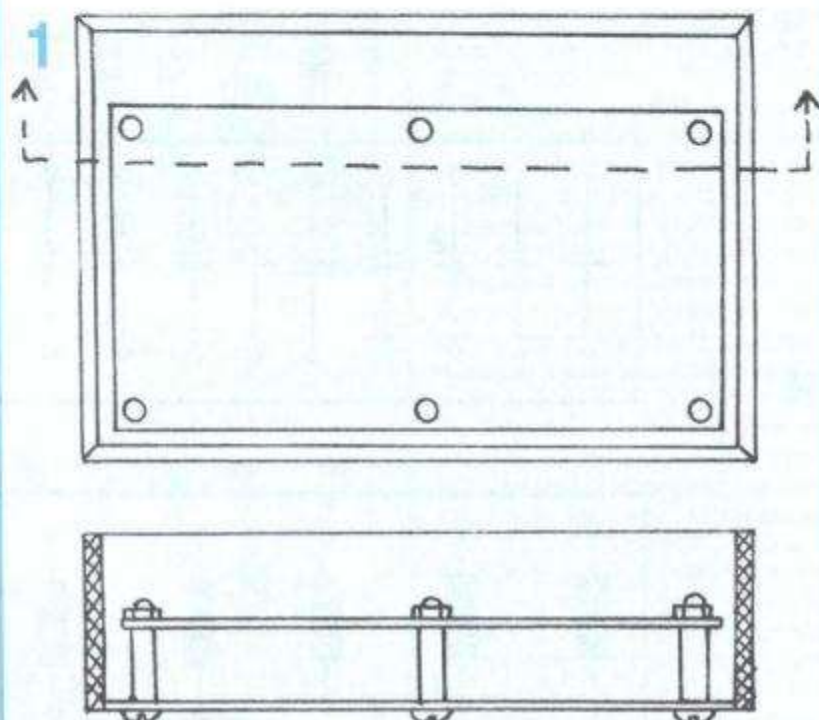
Mai întâi am făcut rost de o geantă tip diplomat veche, pe care un vecin o aruncase. Am procedat la o "recondiționare" a ei, rupându-i căptușeala de pânză, nefolositoare acum, și întărindu-i cele două funduri, care erau numai din vinilin, cu două capace de carton tare, introduse cât mai fest posibil. Am reparat, bineînțeles, și o încuietore care era defectă.

Am procurat apoi două plăci de sticlotexolit neplacat, cu grosimea de 1 mm și dimensiunile cam cât dimensiunile geții. Aceste plăci au fost găurite pe margine, le-am fixat de cele două capace ale geții cu câte 6-8 șuruburi M4 prin intermediul unor șaibe plate și al unor distanțiere confecționate prin tăiere cu o pânză de bomfaier (cumpărată din târg cu 5000 lei!), al unor corpuri de plastic de pixuri stricate. Piulițele M4 de prindere a șuruburilor le-am transformat, pentru comoditatea înșurubărilor și deșurubărilor, în piulițe fluture, conform indicațiilor din **figura 1**.

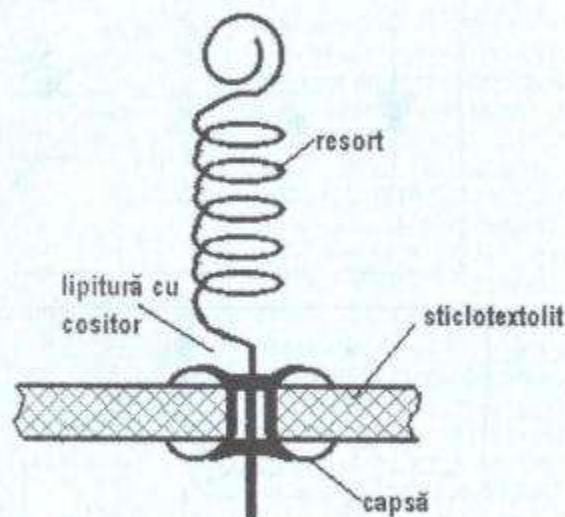
Privitor la partea mecanică de confecționare a minilaboratorului, mai sunt două probleme mari de rezolvat, și anume:

# MINILABORATOR de ELECTRONICĂ

Elevi Cătălina și Radu UNGUREANU - București

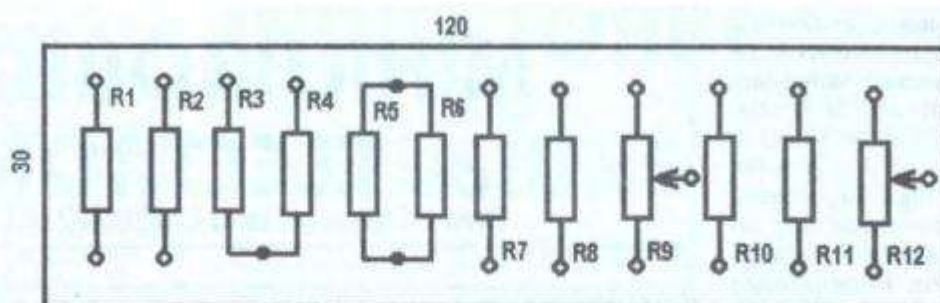


2

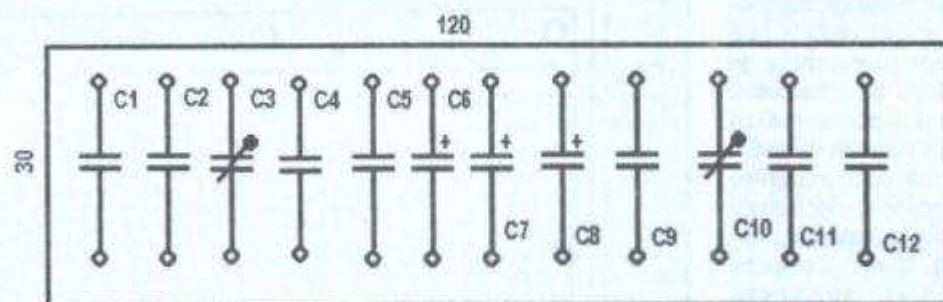




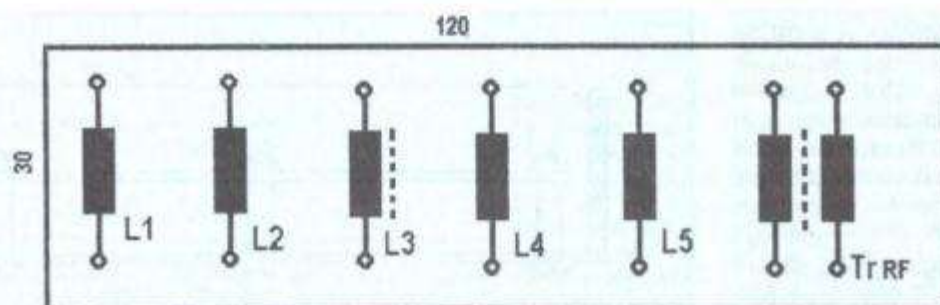
3



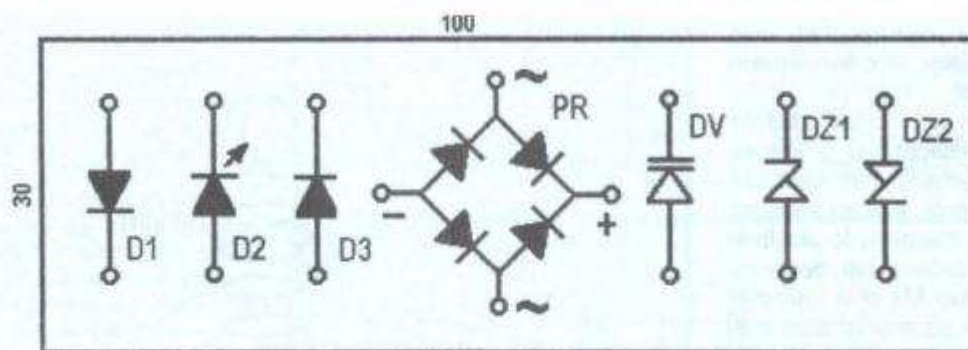
4



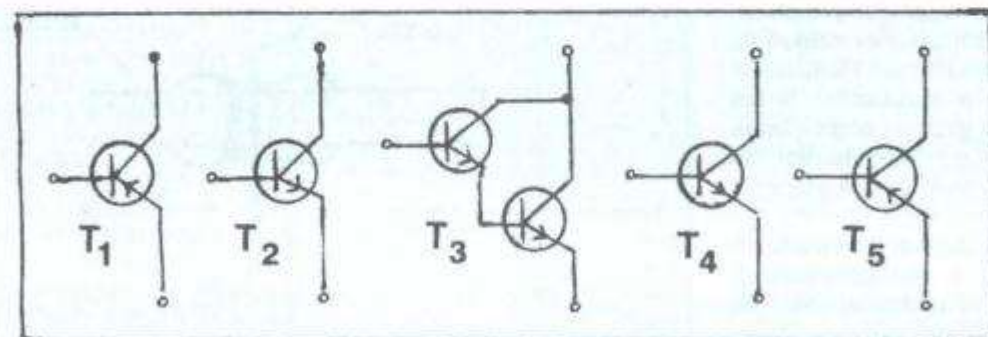
5



6

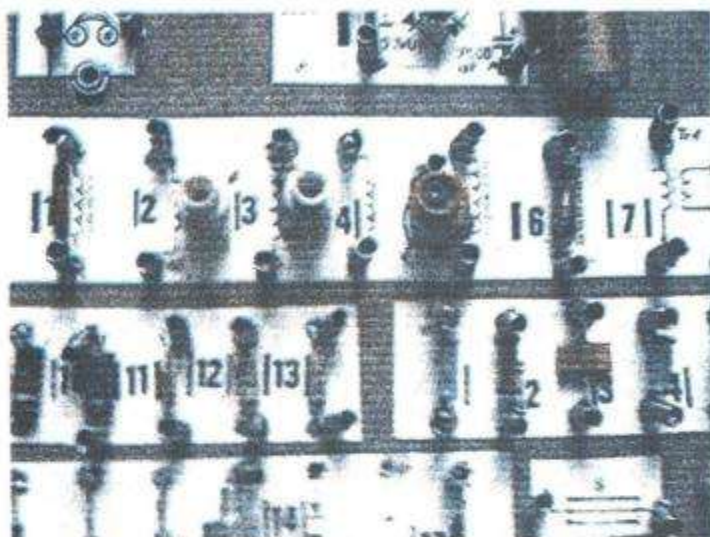


7

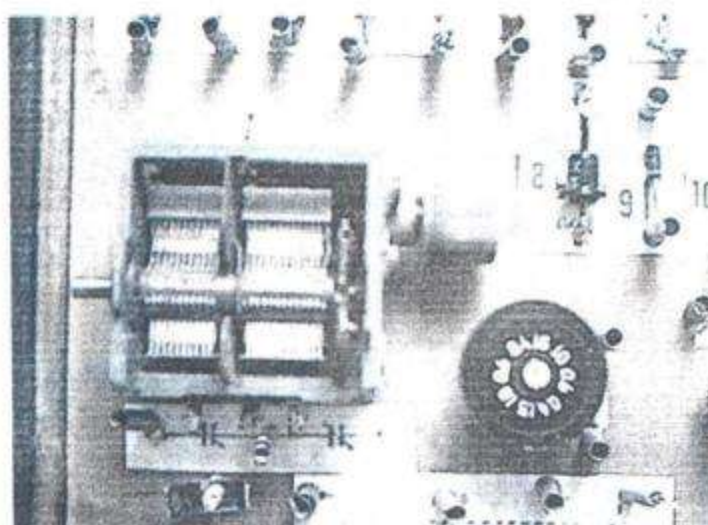




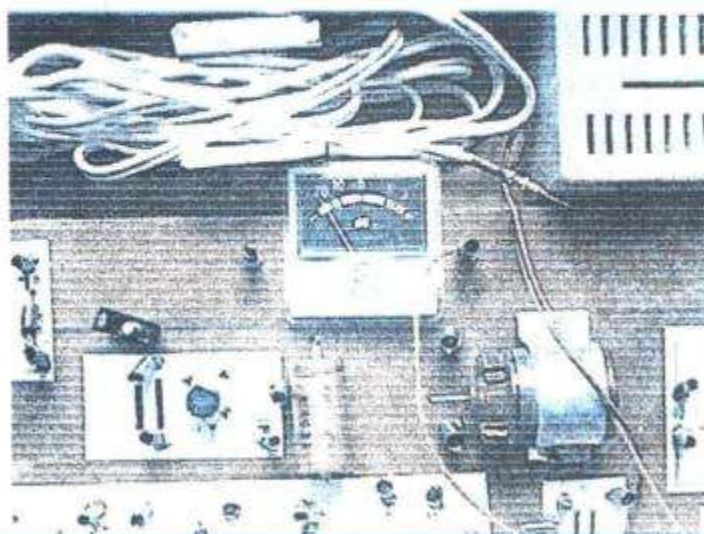
8



a



b



c

- procurarea a circa 150-200 de capse metalice  $\varnothing 2$  mm, din alamă cositorită pentru lipirea componentelor (pentru un rezistor sau condensator sunt necesare două capse, pentru un tranzistor trei capse, pentru un transformator 4 capse etc.);

- procurarea a 150-200 de arcuri spirale din sârmă de oțel  $\varnothing 0,5$  mm, spiră lângă spiră, cu lungimea de 10-14 mm și aspectul din figura 2.

Problema aceasta a arcurilor constituie problema esențială și inovația principală în construcția acestui minilaborator. Arcul, folosit neconvențional, nu ca resort, ci drept conector electric, permite conexiunea simplă într-un punct, chiar a 1-4 conductori, fără lipituri cu cositor (ar fi fost o problemă), fără a folosi 3-4 bușe radio (scumpe și voluminoase). Soluția cu arculețe permite ca, întinzând arcul cu ajutorul unei pensete, să introducem între spirele lui (evident, neoxidate), capetele dezizolate ale câtorva conductoare lițate (cu care laboratorul trebuie să fie prevăzut, în cel puțin trei lungimi și 3-4 culori ale izolației din vinilin). Dacă veți încerca, precum am făcut-o noi, să le cumpărați din târg, ar trebui câteva sute de mii de lei. Soluția pe care o recomandăm este aceea de a apela la un strungar, prieten de familie, care să le confecționeze rapid la un strung, din sârmă de oțel de 0,5 mm diametru, pe un mandrin  $\varnothing 4$  mm. Arcul foarte lung confecționat astfel va fi tăiat cu un clește special și prelucrat bucată cu bucată, conform desenului din figură.

O ultimă problemă legată de arcul-contact este lipirea lui pe capsă fixată pe placa de sticlotexit. După cum se știe, sârmă de oțel nu se prea lasă... cositorită cu decapanți obișnuiți. Totuși, introducând capătul inferior al arculețului în acid ortofosforic (a se umbla cu atenție!) acesta se va cositori ușor și apoi se va lipi ferm de capsă (figura 2).

Am insistat mai mult asupra arcurilor pentru că ele au constituit și pentru noi principala problemă în realizarea minilaboratorului.

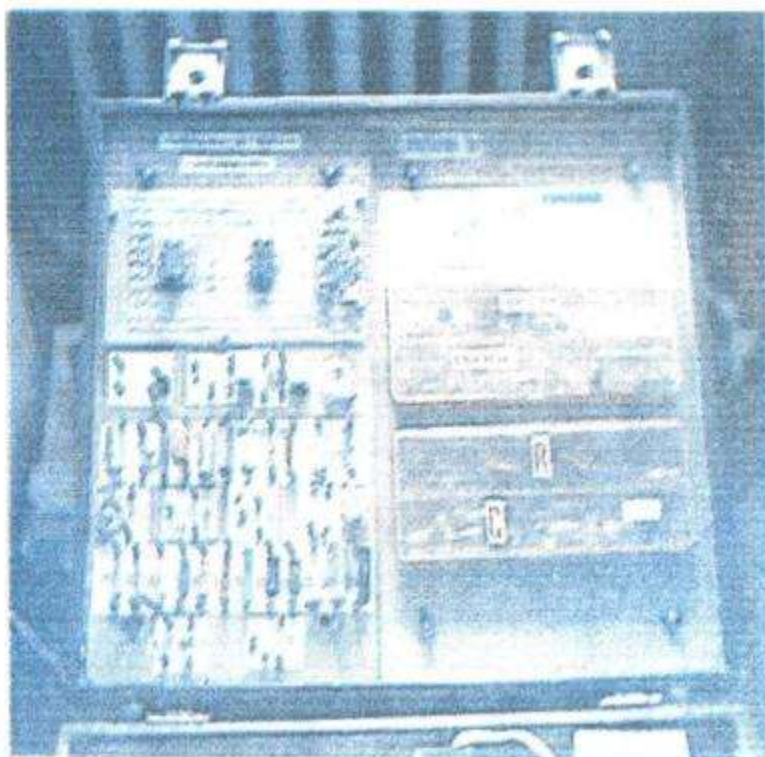
O dată rezolvate problemele mecanice, problemele electrotehnice și electronice constau, pe lângă procurarea componentelor cu care vom "înzestra" minilaboratorul



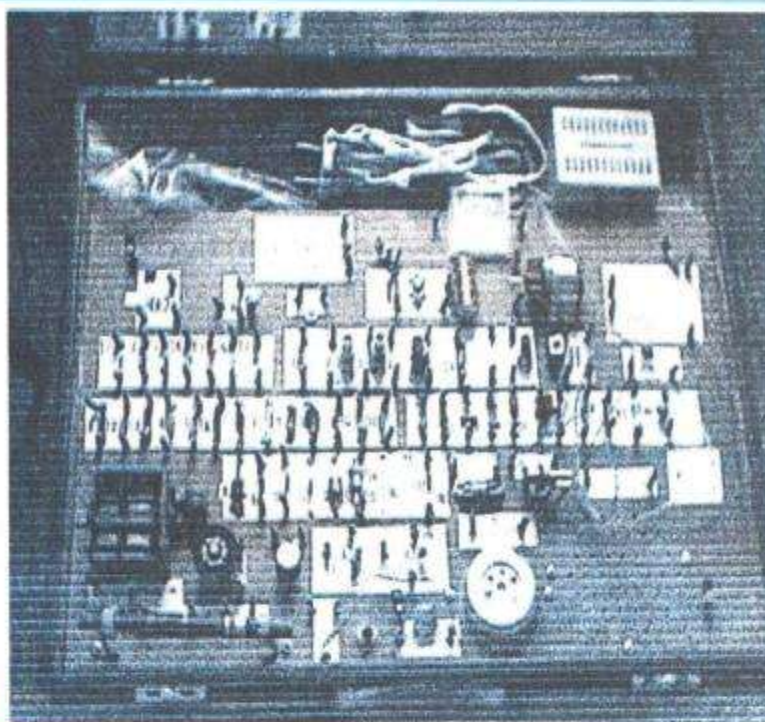
(întrerupător, corp siguranță, transformator de rețea, un instrument de măsurare a curentului, becuri, rezistoare, condensatoare, bobine, diode, tranzistoare etc.), în confecționarea panourilor frontale. În figurile 3, 4, 5, 6, 7 se prezintă câteva exemple. Panourile frontale se desenează pe hârtie albă respectând STAS-urile pentru desenele tehnice în vigoare, adică semnele convenționale pentru componente. După desenarea panoului, hârtia cu desenul se va lipi pe placa de sticlotexolit cu... prenahez. Nu încercați cu aracet sau pelicanol, că nu se va lipi! După lipire, în dreptul bornelor marcate pe desen se vor da găurile pentru bușe, deci, rețineți, după lipirea desenelor pe sticlotexolit! După prinderea tuturor capselor, vom lipi arcurile-contact, având grijă să nu murdărim desenul cu decapant sau să-l ardem cu letconul. Numărul de panouri rămâne la latitudinea constructorului, funcție de piesele pe care le are și gradul de complexitate al laboratorului. Se poate realiza un panou cu rezistoare, unul cu condensatoare, unul cu bobine, unul cu diode, unul cu tranzistoare etc., dar se pot realiza și panouri mixte cu componente pasive și active adiacente. Exemplele de panouri date de noi în figurile 3-7 pot fi folosite după copierea lor la XEROX și decupare. Pe panouri nu vom trece valorile parametrului de bază al componentei, ci le vom nota în general R1, L2, C3, T4, D5 etc., dar vom face un "caiet de identitate" al minilaboratorului, în care vom trece toate datele de catalog ale componentelor. În tabelul alăturat se dă un exemplu de fișă pentru identificarea rezistoarelor. Anexele la acest caiet vor fi schemele ce se pot realiza în cadrul minilaboratorului, funcție de ceea ce există la dispoziție. Schemele de principiu ale aplicațiilor, în general simple, pentru începători, se pot lua din manualele școlare de fizică, din reviste etc., și se vor particulariza conform minilaboratorului (vor primi indicatorul din caietul de identitate). Legat de modul de folosire a laboratorului vom scrie un alt articol în viitor.

9

a



b



Ținem să spunem cititorilor că numărul de scheme ce se pot experimenta, depinzând și de ingeniozitatea fiecăruia, este nebănuit de mare, depășind ușor câteva sute. În figurile 8a, 8b și 8c sunt prezentate detalii ale montajului, iar în figurile 9a și 9b aspectul general al părții superioare și inferioare a minilaboratorului.

R	Valoare	Tip	Putere
1	10Ω	bobinată	3 W
2	20Ω	chimică	1 W
3	50Ω	"	0,5 W
4	100Ω	"	"
5	200Ω	"	"
6	"	"	"
7	"	"	"
8	"	"	"
9	"	"	"



# Să realizăm DETECTOARE de METALE PLL

Andrei CIONTU

Ca tip de circuit electronic (neintegrat), circuitul PLL (Phase Locked Loop = cu captarea și blocarea fazei) a fost descris încă din anul 1932, când se desfășurau asidue cercetări teoretice și practice pentru detecția sincronă a semnalelor de RF cu MA (în fond, radioreceptorul superheterodină cu frecvența intermediară nulă).

Circuitul PLL (figura 1) are structura unui sistem urmăritor de reglare automată, adică are o buclă de reacție (feedback) prin care "efectul" influențează în sensul dorit "cauza". În schema bloc din figura 1 semnificația notațiilor este următoarea:

$u_1(t)$  = tensiune (semnal) de intrare (sinusoidală);

DP = detector de fază

$u_2(t)$  = tensiune (semnal) de eroare;

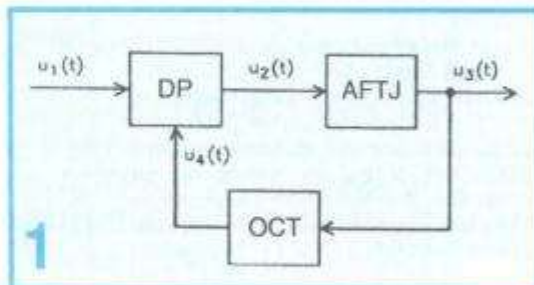
AFTJ = amplificator filtru trece-jos;

$u_3(t)$  = tensiune de comandă (lent variabilă);

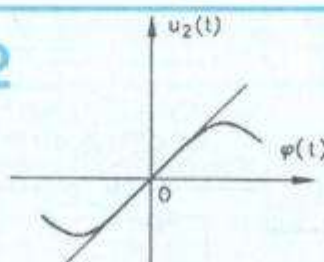
OCT = oscilator controlat în tensiune, în fază (frecvență);

$u_4(t)$  = tensiune de referință.

Principiul de funcționare a circuitului PLL este relativ simplu: tensiunea  $u_3(t)$  este proporțională cu variația de fază a tensiunii  $u_1(t)$ , care are loc în prezența unui material fe-



2



fabricat și în România (βE 561, βE 565).

Pentru că un detector de metale nu trebuie să lucreze pe o frecvență prea mare (câmpul electromagnetic al bobinei - sondă, care pătrunde în sol, ar fi atenuat prea mult), ne vom referi numai la circuitul βE 565, care are frecvența maximă de lucru de 500 kHz, suficientă pentru

scopul propus. Structura internă a acestui circuit este prezentată în figura 3. Frecvența de lucru (care este și a semnalului de sondaj  $u_1$ ) este fixată prin valorile  $R_0$ ,  $C_0$ :

$$f_0 = 1/3,7 R_0 C_0$$

În figura 4 se prezintă schema unui demodulator (discriminator) MF realizat cu βE, care lucrează pe frecvența de 10 kHz [1].

Pentru deviații de frecvență a tensiunii de intrare de  $\pm 0,01 f_0$  se obține la ieșire o tensiune de 150 mV. Frecvența de 10 kHz este însă prea mică, o valoare rațională fiind 100 kHz [3].

Circuitului din figura 3 trebuie, pentru aceeași, să i se micșoreze de 10 ori valoarea capacității  $C_0$ . În lipsa unei influențe feromagnetice, bobina-sondă, de inductanță  $L$ , este acordată, deci, pe frecvența:

$$f_0 = 1/2\pi \sqrt{LC} = 100 \text{ kHz}$$

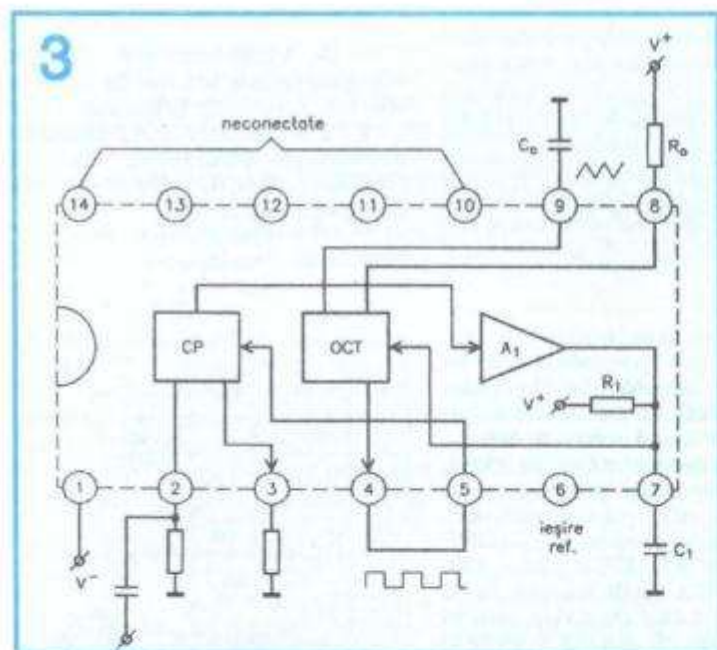
Prezența în câmpul bobinei a unui material feromagnetic face ca inductanța ei să se modifice cu  $\Delta L$ , iar frecvența cu  $\Delta f_0$ :

$$\frac{\Delta f_0}{f_0} = -\frac{\Delta L}{2L}$$

Cercetări experimentale [3] au arătat că:

$$\frac{\Delta f_0}{f_0} = 10^{-4} + 10^{-3}$$

În cazul optimist al valorii mai mari ( $10^{-3}$ ), circuitul din figura 3 ar da la ieșire cca 15 mV, ceea ce pare suficient (pentru "prelucrarea" și "decretarea" concluziei de existență a materialului feromagnetic).



romagnetic în câmpul bobinei sondă. Când tensiunile  $u_1(t)$  și  $u_4(t)$  coincid în frecvență și fază (sincronism),  $u_2(t) = 0$  și sistemul urmăritor "îngheață". Când  $u_1(t)$  își variază, în mod independent, faza,  $u_2(t) \neq 0$ , apare  $u_3(t)$  și OCT-ul este comandat în sensul anulării unghiului de defazaj al tensiunii de eroare (figura 2). În banda de "prindere" (captură) a sistemului, în jurul originii

curbei din figura 2, tensiunea de eroare este proporțională cu defazajul  $\phi$ . Cu cât coeficientul de proporționalitate este mai mare, cu atât detectorul de fază DP este mai sensibil.

În prezent montajele care necesită o buclă PLL se realizează comod, deoarece au apărut circuitele integrate PLL, ca o categorie de CI - liniare. Astfel de circuite s-au



Așadar, cum vom realiza un detector de metale cu PLL? Schema bloc este prezentată în figura 5, în care:

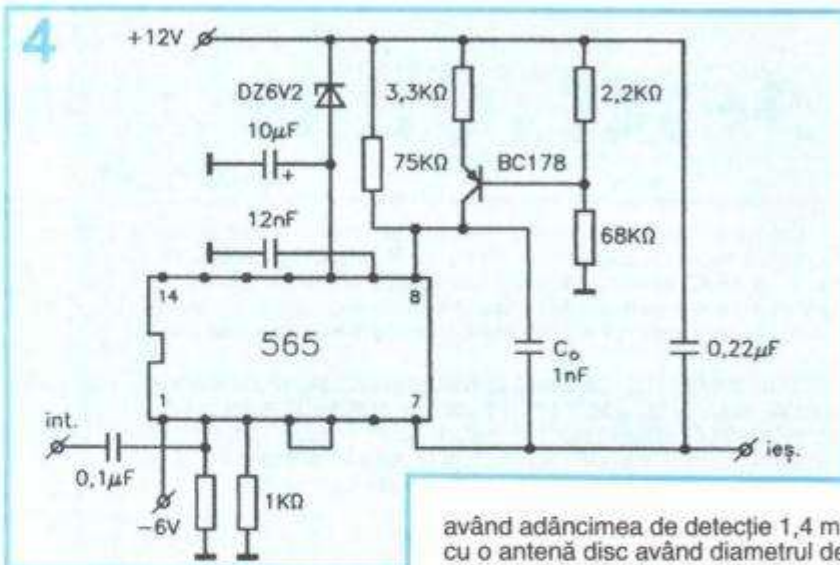
$L$  = inductanta bobinei-sondă;

ORF = oscilator de RF pe  
frecvența fo:

ADM = amplificator diferențial de măsură:

$\mu\text{A}$  = microampermetru.

Dacă asupra frecvenței oscilatorului ORF s-a convenit pentru valoarea  $f_0 = 100 \text{ kHz}$ , problema se pune pentru puterea acestui oscilator. O părere personală, având în vedere că se dorește o adâncime de penetrare a câmpului în sol ( $h$ ) cât mai mare, este aceea că puterea ORF ar trebui să fie crescută de la valorile de 10-15 mW (cât au schemele publicate) la cca 1 W. Numai astfel energia câmpului electromagnetic (de inducție, din

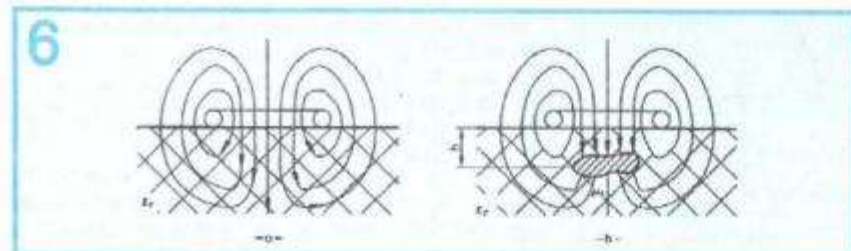
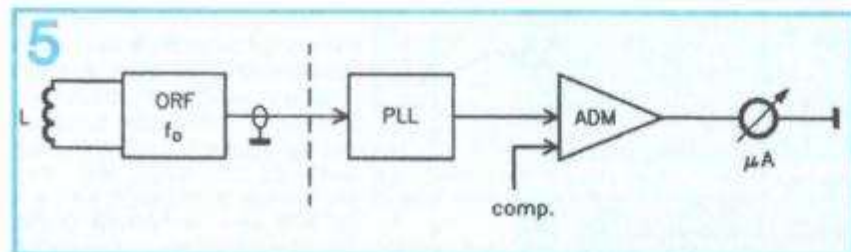


având adâncimea de detecție 1,4 m, cu o antenă disc având diametrul de 20 cm, și respectiv, cu adâncime de detecție de 2,5 m, cu disc de 40 cm diametru.

• În dotarea Cercetării Arheologice" există DM având adâncimea de detecție de 2,4 m, cu disc de 45 cm și cu adâncimea de 4.5 m, cu disc de 1.8 m diametru.

## BIBLIOGRAFIE

1. A. Vătăşescu ș.a., Circuite integrate liniare. Manual de utilizare, vol. 1, Ed. Tehnică, București, 1979
2. Ed. Nicolau ș.a., Manualul inginerului electronist, vol. II, RADIOTEHNICA, Ed. Tehnică, București, 1988
3. \*\*\* "Electronique Pratique", Nov. 2000, Franța



zona apropiată) nu va fi absorbită în totalitate de sol și va exista câmp și în zona "neomogeneității" feromagnetice

Corpul feromagnetic trebuie să influențeze liniile componentei magnetice a câmpului, pentru ca  $L$  să se modifice (figurile 6a și 6b).

Ca exemplu de schemă a unui detector de metale PLL dăm [3] pe cea din figura 7. Circuitul integrat NE565B este echivalent cu  $\beta E 565$ . Referitor la această schemă, pe care nu am experimentat-o, facem următoarele observații:

- microampermetrul indicator (al prezenței metalului îngropat) trebuie să aibă zero la mijloc, dezechilibrarea putând avea loc în ambele sensuri (polarități ale tensiunii date de ADM):

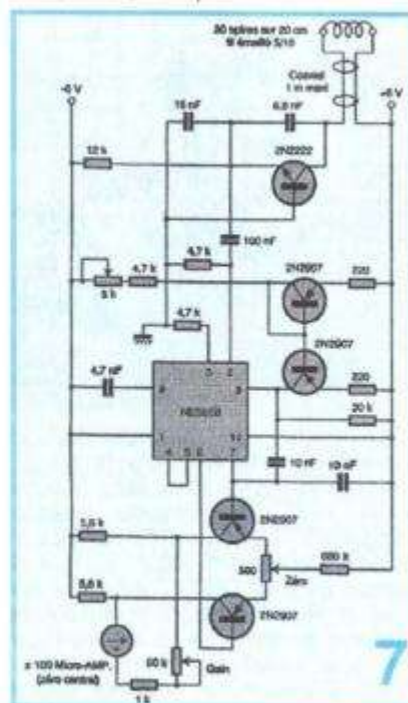
- tranzistorul oscilator 2N 2222 (care este, de fapt, un tranzistor de comutație) trebuie să fie înlocuit cu un alt tranzistor capabil să oscileze

pe 100 kHz și să dea o putere de 1W. Să nu se facă greșeala de a se "adopta" un amplificator de ieșire între 2N 2222 și sarcină (bobina-sondă L), pentru că acesta ar acționa și ca un etaj separator (buffer) între L și ORF și frecvența acestuia nu ar mai fi influențată, așa cum am dori. Recomandăm pentru noul ORF tranzistoarele BD 135 - 137 - 139, care au o frecvență de tranziție de 50 MHz. La un factor de amplificare în curent tipic de 25, ele pot lucra bine la frecvențe până la 200 kHz.

În ce privește considerațiile asupra realizării bobinei-sondă și a întregului detector de metale, date în TEHNIIUM nr. 3/2003, acestea rămân valabile și pentru varianta cu PLL.

Referitor la performanțele unor detectoare de metale de producție franceză, revista „Science et Vie” menționează următoarele:

- În dotarea „Protecției Civile” există detectoare de metale (DM)





## PROCEDEU DE COSITORIREA ALUMINIULUI

Cauza pentru care nu se poate cositori aluminiul este aceea că aluminiul, în contact cu aerul, se oxidează foarte repede, în fracțiuni de secundă, iar oxidul de aluminiu ce se formează pe suprafață înlătură posibilitatea cositoririi lui, din cauză că nu face aderență cu cositorul, indiferent ce decapant se folosește.

Pentru a îndepărta oxidul de aluminiu de pe suprafața ce trebuie cositorită și a împiedica formarea unui nou strat de oxid se execută următoarele:

Pe locul unde se dorește executarea cositoririi se pune ulei mineral (ulei ce se folosește la ungerea motoarelor, cutiilor de viteze ale automobilelor sau chiar ulei de ungere a mecanismelor fine, ce se găsește la magazinele de chimicale, menaj etc.

Se urmărește ca pe locul ce trebuie pregătit pentru a fi cositorit, pata de ulei să fie mai mare decât suprafața necesară cositoririi.

Locul unde este depus uleiul se răzuiește cu un vârf de cuțit, iar oxidul rezultat în urma răzuirii se îndepărtează lateral față de locul unde trebuie executată cositorirea. În timpul când se curăță oxidul de aluminiu, pelicula de ulei trebuie să existe permanent pe locul în care se va executa cositorirea. În cazul în care pelicula de ulei se înlătură prin curățirea oxidului, se pune un nou strat de ulei și se execută operația de curățire a oxidului pentru a se face o cositorire cât mai perfectă.

Când se consideră că locul ce trebuie cositorit este bine curățit de oxidul de aluminiu, se poate executa cositorirea locului respectiv cu fludor sau cu cositor folosind ca decapant colofoniu sau pastă decapantă, iar operația de cositorire va fi perfectă, dacă operația de pregătire a locului a fost efectuată bine.

Pentru o bună reușită trebuie respectate unele condiții:

- letconul să fie bine încălzit și să aibă o putere mai mare de 80-100 W;

- în timpul cât se execută cositorirea, vârful letconului se mișcă continuu pe locul ce trebuie cositorit.

În cazul în care nu se realizează o cositorire perfectă, se reiau operațiile, iar rezultatele nu se lasă așteptate.

Eu vă doresc succes la toți care veți folosi metoda expusă.

# SFATURI PRACTICE

**Mă numesc BOGDEA GHEORGHE, locuiesc în Timișoara și din anul 1970, de la apariția revistei TEHNIUM, am studiat toate numerele ce au fost publicate. Sunt maistru electronist, lucrez în această meserie de peste 40 (patruzeci) de ani și nu am încetat nici în prezent să mai lucrez.**

**Ce m-a determinat să vă scriu această scrisoare? În revista TEHNIUM nr. 3 din septembrie 2003 s-a solicitat de domnul ing. PETRE POPOVICI revistei TEHNIUM o metodă de cositorire a aluminiului. Vă propun și eu o astfel de metodă.**

Pentru confirmare vă trimit la redacție două mostre de lipire a aluminiului.

## VERIFICAREA TELECOMENZILOR CU AJUTORUL UNUI APARAT DE RADIO (R.R.)

Pentru a verifica buna funcționare a unei telecomenzi se execută următoarele operații:

- se verifică bateriile de alimentare, dacă dispun de tensiunea nominală ce alimentează telecomanda, respectiv 3V, 6V sau 9V, în funcție de tipul de telecomandă;

- se verifică consumul în gol al telecomenzii cu un microampermetru, fără a apăsa vreunul din butoane; în acest caz consumul este foarte mic, de obicei de 2-10  $\mu$ A. Acest consum în gol ( $I_0$ ) mai depinde și de tipul telecomenzii, cât și de elementele active și pasive ce o compun.

În cazul în care nu se dispune de aparatul pentru care se folosește telecomanda, de exemplu televizor, radiocasetofon, videocasetofon etc., se procedează așa cum vom arăta mai jos.

Pentru a ne convinge că telecomanda este în stare perfectă de funcționare, toate butoanele sunt în perfectă stare de funcționare, își păstrează calitatea de a executa toate comenzile, se procedează după cum urmează:

- Se apelează la serviciile unui aparat de radio (R.R.) sau radiocasetofon (R.Cs.) care se găsește în fiecare gospodărie, dar aparatul respectiv trebuie să dispună de gamele de unde lungi (148-283 kHz) și unde medii (526,5-1606,5 kHz), iar recepția să se facă de aparat prin antena de ferită.

- Se pornește aparatul de radio sau radiocasetofonul și se pune pe gama de unde lungi; se dă volumul la maxim și se acordează aparatul de radio pe o frecvență mai mică și se apropie telecomanda de aparatul de radio la aproximativ 5-10 cm, cât mai aproape de antena de ferită a radioreceptorului și se apasă unul din butoanele telecomenzii; se caută din butonul de acord al radioreceptorului până la audiție maximă în difuzorul radioreceptorului a impulsurilor emise de telecomandă. În cazul în care nu se aud impulsurile în difuzor, se emite pe celelalte butoane, iar în cazul în care nu se aud în difuzor impulsurile emise, cauza este telecomanda defectă. În gama de unde lungi a radioreceptorului se prind mai multe maxime ale impulsurilor emise de telecomenzi (4 la 5 maxime), iar în gama de unde medii 3 la 4 maxime, de obicei în partea de jos a gamei (526,5 până la 900 kHz).

Când s-a realizat acordul perfect al radioreceptorului pe semnalul maxim al telecomenzii, se verifică toate butoanele prin apăsare succesivă, iar în cazul în care pe unele butoane apăsate, în difuzorul receptorului nu se aude nimic, cauza este buton defect și se notează pentru a fi rezolvat.

Buton defect: materialul conductor al butonului și-a mărit foarte mult rezistența; contactele ce trebuie făcute (realizate) sunt defecte; circuitele de legătură între contacte și circuitul integrat specializat al telecomenzii sunt întrerupte.

În rest vă doresc succes deplin și recomand ca radioreceptor pentru verificarea telecomenzilor aparatul de radio GLORIA sau altul cu o sensibilitate cât mai bună.



# Regulator de turație

Sorin PISCATI

pentru  
aspirator  
și  
mașină  
de  
găurit

Acest montaj a fost relevat după schema de comandă a unui aspirator de fabricație franceză.

Motorul electric universal (cu colector) al aspiratorului are o putere de 1,2 kW.

Fiind simplu, ușor de realizat și cu performanțe bune, își găsește multe și diverse aplicații practice.

Schema de principiu este prezentată în figura alăturată. Deși montajul este simplu și ieftin, pentru construcția lui sunt necesare câteva precizări și anume: triacul TR de 6 A la 400 V se va monta pe un radiator termic adecvat. Ca radiator poate fi utilizat chiar motorul electric al aspiratorului sau mașinii de găurit, cu condiția să fie bine izolate unul de celălalt din punct de vedere electric.

Potențiometrul P de 470 k $\Omega$  trebuie să fie cu variație liniară. Nu se vor utiliza potențiometre logaritmice sau exponențiale.

Axul potențiometrului va fi pre-

văzut cu un buton din plastic (izolant), astfel încât să nu intre în contact cu mâna utilizatorului.

Semireglabilul SR va fi și el cu variație liniară a rezistenței.

Condensatoarele C1 și C2, ambele de 0,1  $\mu$ F, vor fi de tipul PNP (cu polistiren) nepolarizate.

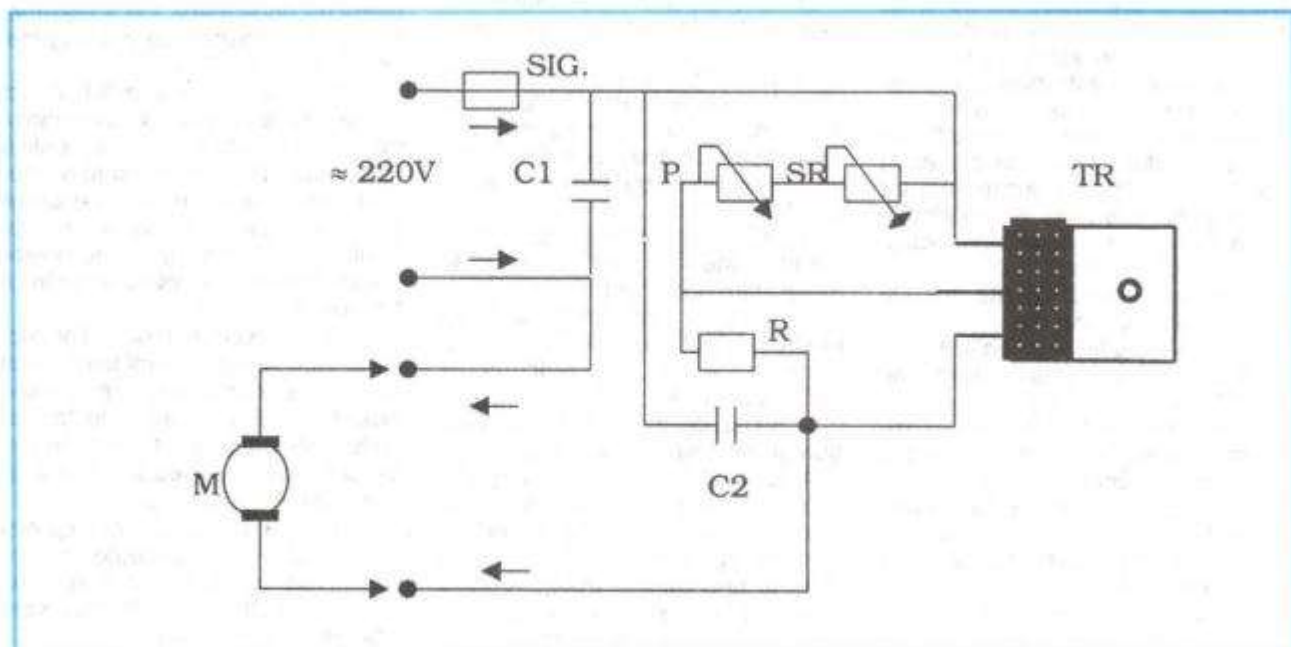
Tensiunea de lucru a condensatoarelor C1 și C2 va fi de 400 V în curent alternativ.

În schema de principiu din figură, triacul TR este poziționat cu radiatorul metalic în jos.

Se poate utiliza și alt triac de putere mai mică sau mai mare, în funcție de puterea motorului electric comandat.

## Lista de piese

1. C1; C2  $\Rightarrow$  100 nF/400V
2. R  $\Rightarrow$  33 k $\Omega$ /1 W
3. P  $\Rightarrow$  470 k $\Omega$
4. SR  $\Rightarrow$  1 M $\Omega$
5. TR  $\Rightarrow$  Triac (6A/400 V)





După demontarea telecomenzii defecte, se curăță carcasa din plastic cu apă și detergent, cablajul imprimat cu alcool, iar partea din cauciuc se șterge cu un tampon de vată muiat în alcool, evitându-se suprafața contactelor, pe care urmează să fie depus un nou strat conductor din carbon. Acesta se realizează din pulbere obținută prin pilirea unei perii colectoare din grafit (cât mai moale), prin depunere pe pastilele conductoare cu ajutorul gumei de șters a unui creion cu gumă, după cum urmează: se ia un strat fin din pulberea de carbon pe partea plană a gumei prin răsucirea creionului, repetându-se mișcarea pe fiecare pastilă conductoare în parte. După executarea depunerii, surplusul de pulbere se îndalătură prin suflare. Dacă după verificarea funcționării telecomenzii se constată că una sau mai multe comenzi rămân blocate, se șterge cu alcool

# Verificarea telecomenzilor

Eugen BULGARU, Galați

*Studiez cu interes articolele dumneavoastră din revista TEHNIIUM, în mod deosebit cele referitoare la depanarea audio-video. În numărul din decembrie 2003 ați publicat un articol legat de verificarea telecomenzilor, la finalul cărui ați solicitat cititorilor să vă trimită spre publicare o metodă practică de recondiționare a contactelor mobile din cauciuc. Ca răspuns la solicitarea dumneavoastră vă propun o metodă simplă, la îndemâna tuturor.*

cablajul imprimat și se repetă verificarea. O atenție deosebită trebuie acordată depunerii strict pe suprafața pastilelor, pentru a înlăturarea posibilitatea scurtcircuitării pro-

duse accidental de suportul elastic din cauciuc.

Îmi cer scuze pentru întârzierea cu care am răspuns rugămintii dumneavoastră.

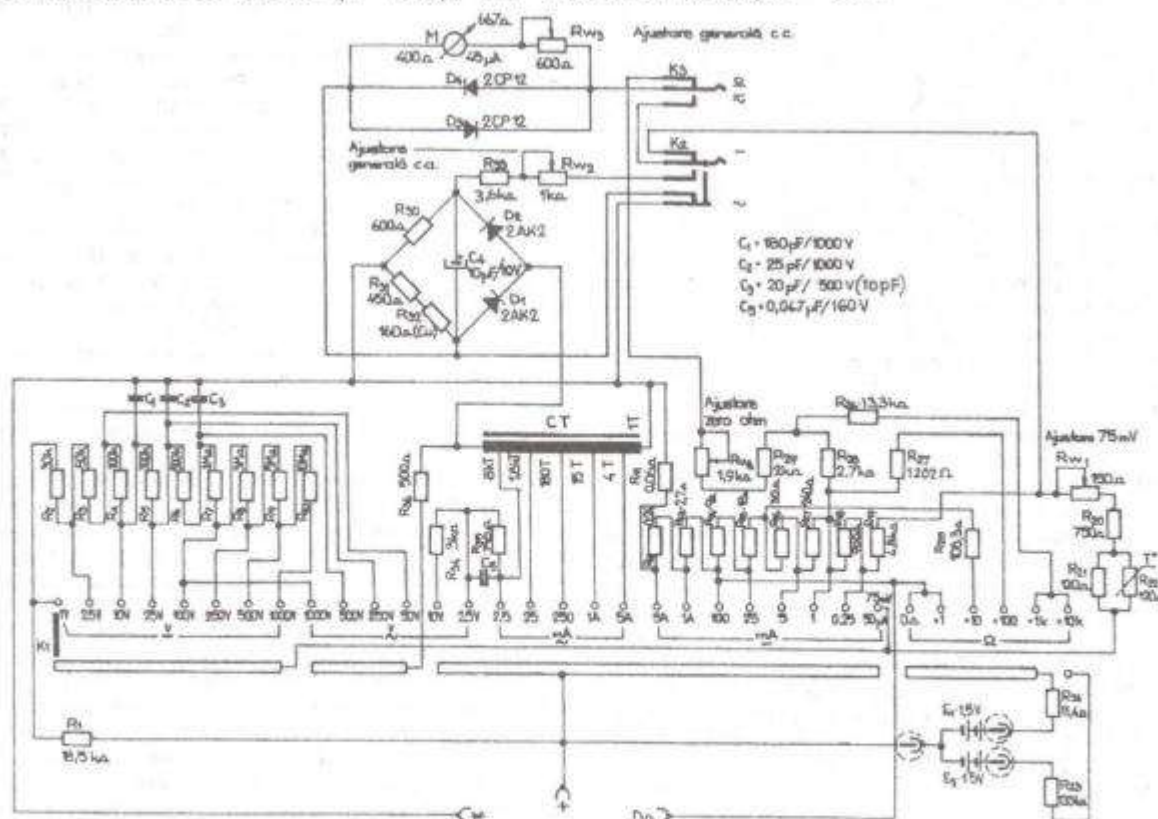
La rugămintea fierbinte a domnului Puiu Viorel din Sarighiol de Deal, com. Beidaud, jud. Tulcea - tânăr electronist și mare fan al lui TEHNIIUM - republicăm alături schema electrică a multimetrului MAVO-35 (fost și MF-35), produs de cunoscuta întreprindere de Aparatură Electrice de Măsurat Timișoara. Sperăm ca schema să fie utilă și

altor posesori ai acestui multimetru (prezentat mai pe larg în TEHNIIUM nr. 3/1981), care la vremea respectivă era un aparat de măsură foarte apreciat.

Totuși, domnule Puiu Viorel, vă sfătuim să cereți ajutor, în depanarea pe care intenționați s-o faceți, unui electronist cu expe-

## MAVO - 35

riență, pentru că în aparate de măsură - mai ales în cele de precizie, cum este MAVO-35 - nu se „între” doar cu letconul și cu entuziasm.





# Două idei simple pentru îmbunătățirea randamentului la incubatoare

Ilie STOICA, Urziceni

Articolul de față se referă la incubatoarele electrice fabricate la IPEE - Curtea de Argeș și care sunt utilizate în foarte multe gospodării. Este vorba despre acelea care au o incintă formată din două piese (calote) așezate una peste cealaltă, iar forma lor e apropiată de aceea a unei umbrelle de ploaie deschisă.

Utilizez un asemenea incubator din anul 1993 și pot spune că așa cum a fost conceput și realizat, el poate să satisfacă nevoile unei gospodării individuale. Totuși, m-am confruntat cu unele probleme, a căror soluționare o prezint în cele ce urmează.

O primă problemă a fost faptul că, de mai multe ori, atunci când constatam că ciocniseră ouă în proporție de cca 75% din capacitatea incubatorului, printre acestea găseam și pui morți care, firește, ar fi trebuit să ajungă la faza de ecloziune. Temperatura și umiditatea erau corespunzătoare.

Analizând problema, am ajuns la concluzia că singurul motiv era moartea prin asfixiere, repet, după ce ciocniseră ouăle. Fabricantul incubatorului a prevăzut pentru ventilația acestuia un singur orificiu cu diametrul de 10 mm în partea superioară a incintei și câteva orificii mai mici aproape de baza acesteia. După părerea mea, acest sistem de ventilație este mult subdimensionat în raport cu necesarul de aer proaspăt, pentru cazul cel mai fericit de 100% ouă eclozionate.

Pentru a ameliora această situație, am procedat în felul următor. În partea de sus a incintei incubatorului am executat încă trei orificii, identice ca mărime cu cel executat de fabricant, conform **figurii 1**. Centrele acestor orificii noi le-am fixat în așa fel încât să fie și estetic amplasate, dar și să asigure o ventilație uniformă în spațiul interior al incubatorului. După aceea am lărgit orificiile de jos la diametrul de 5 mm.

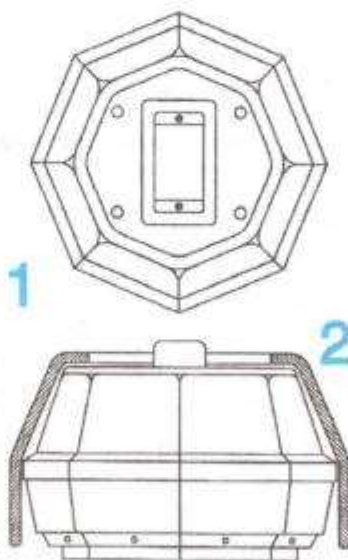
După aceste modificări, incubatorul se utilizează la fel ca înainte, conform instrucțiunilor fabricantului, dar cu următorul amendament: după ce incubatorul a fost pregătit, înainte de a fi pornit, se astupă complet toate cele patru orificii de sus cu bucăți potrivite de material adeziv, gen leucoplast, scotch etc. După ce au trecut trei zile de la pui, se destupă unul din orificii. Când s-a ajuns la jumătatea perioadei de incubație, respectiv ziua a 10-a, în cazul puilor de găină, se mai destupă un orificiu. Este bine ca acesta să fie cel opus, pe diagonală, față de primul. După ce a trecut cam 3/4 din perioada de incubație, adică ziua a 15-a la pui de găină, se destupă încă un orificiu. În sfârșit, atunci când se constată primul ou ciocnit, se destupă și ultimul orificiu.

Procedând în acest mod, aerul cald dar viciat cu

CO<sub>2</sub> din interiorul incubatorului se ridică spre "tavanul" acestuia și iese într-o cantitate mult mai mare prin cele patru orificii libere. Datorită diferenței de presiune create, aerul rece și mai bogat în oxigen este aspirat prin orificiile de jos, într-o cantitate la fel de mare, suficientă pentru situația când tot mai multe ouă sunt ciocnite. Puii sau bobocii de rață pot depune mult mai ușor efortul necesar să spargă fiecare coaja oului propriu în vederea ecloziunii.

Indiferent de specia de păsări, am respectat același grafic la destuparea orificiilor conform tabelului alăturat.

Perioada de incubație	După 3 zile	1/2	3/4	Primul ou ciocnit
Orificiul	I	II	III	IV



O a doua problemă pe care am remarcat-o la incubator a fost faptul că, nefiind izolat termic față de mediul exterior, pierde destul de ușor căldura din interior. Aceasta face ca elementul de încălzire să fie solicitat mai des într-un interval de timp constant, efect care determină și un consum total mai mare de energie electrică.

Unii posesori de incubatoare și-au dat seama de acest lucru și au rezolvat problema, dar într-un mod mai primitiv, în sensul că au acoperit sau chiar au "înfoliat" incubatorul cu pătură, blană sau alte materiale de acest gen. Totuși, un asemenea mod de rezolvare e dăunător din următoarele motive:

- incubatorul este mai puțin la "vedere" și rămâne nesupravegheat;
- poate fi așezat într-o poziție deviată de la cea orizontală;
- ventilația internă este afectată, dacă nu chiar blocată;
- supraîncălzirea unor elemente din

sistemul său electric și care poate cauza alte probleme grave.

Mult mai bine este să se confecționeze o husă specială, care să acopere incubatorul dar care să nu-i afecteze funcționarea. Aceasta trebuie croită și cusută în așa fel încât "să vină bine" pe corpul incubatorului, conform **figurii 2**. În partea de sus trebuie să aibă decupată o porțiune ca un dreptunghi, care să lase libere modulul de comandă și cele patru orificii de aerisire. În partea de jos trebuie să rămână un spațiu liber de 1-2 cm de la marginea inferioară a husei, până la suprafața pe care este așezat incubatorul, pentru a permite ventilația.

Materialul pentru husă poate fi orice material textil mai gros care "ține de cald". Nu este rău dacă este dublat și cu material impermeabil, cum este acela din care este confecționată costumația sportivă de iarnă.



**M**ontaje de acest gen au mai apărut în TEHNIUM (nr. 11/1987, 3/1991, 4/1995), dar cel de față se remarcă prin numărul mic de componente și simplitatea cablajului, fiind accesibil și constructorilor începători. De aceea nu mai dăm nici un fel de explicații teoretice privind funcționarea montajului. Se utilizează un C.I. specializat (TC 9153) de producție japoneză, care se găsește în comerț la un preț acceptabil (60 000 lei). Investiția cred că merită, datorită performanțelor obținute și comodității în exploatare, eliminându-se potențiometrul dublu, sursă a atâtor neplăceri în timp. Reglajul de volum "+" (UP) și "-" (DOWN) se face cu câte un buton fără reținere, normal deschis, în 32 de pași.

La intrare se poate aplica semnal stereo de la un decodor stereo sau de la un casetofon. În figurile alăturate se prezintă schema electrică, cablajul realizat la scara 1:1 (văzut prin transparență) și modul de amplasare a componentelor.

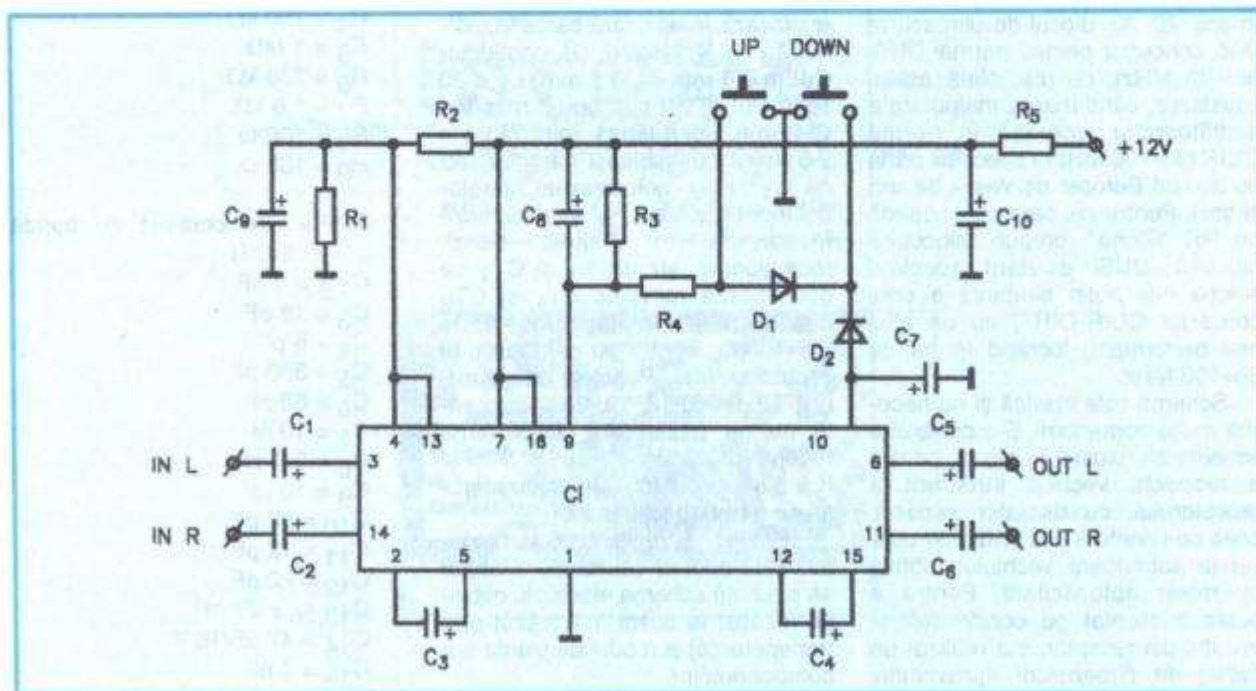
Montajul a fost realizat și funcționează de mai mulți ani, în componența unui receptor UUS de construcție proprie.

# CONTROLUL DIGITAL AL VOLUMULUI

Vasile BRUMEA, Brăila

*Mă număr printre cei mai bătrâni cititori ai revistei (nu am ratat nici o apariție TEHNIUM, începând cu numărul pilot și până în prezent) și de aceea vă scriu câteva rânduri pentru a-mi exprima prețuirea pentru toți cei care se străduiesc ca despre TEHNIUM să nu se vorbească doar la timpul trecut. În cei treizeci și ceva de ani, am trecut mai ușor peste multe momente mai puțin faste ale vieții, "meșterind" câte ceva publicat în revistă și având de cele mai multe ori satisfacția că acel "ceva" funcționa. Nume ca G.D. Oprescu, Sergiu Florică, George Pintilie, Trifu Dumitrescu, Ilie Mihăescu, Alexandru Mărculescu, Aurelian Mateescu, Emil Marian și toți ceilalți pe care, îmi cer scuze, nu-i pot enumera aici (unii părăsindu-ne din păcate pentru o lume mai bună), au fost pentru mine, și nu mă îndoiesc că și pentru mulți alți iubitori ai electronicii, adevărați profesori. M-am simțit de aceea foarte onorat când un articol propus de mine a fost publicat în numărul din februarie 2001.*

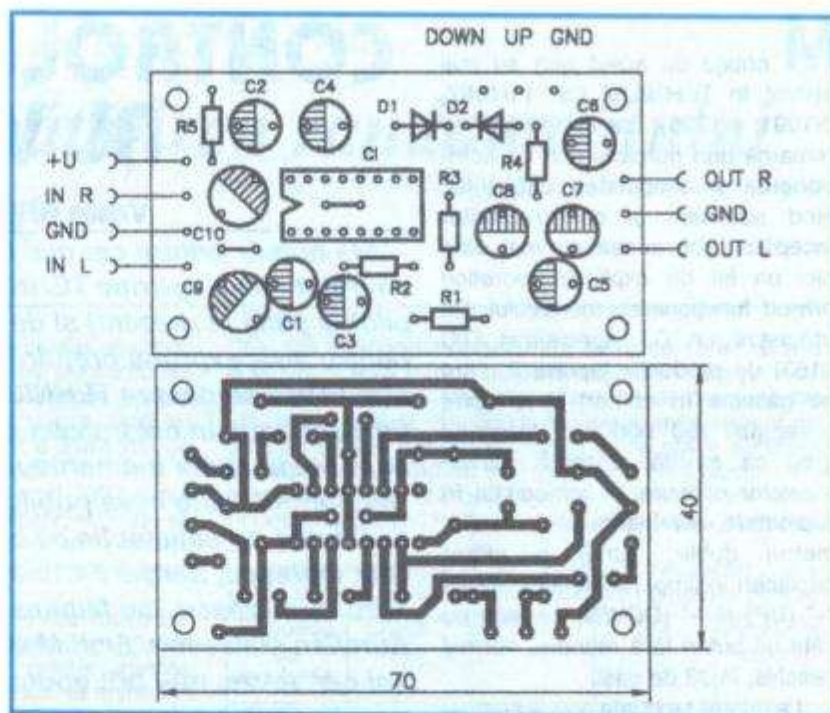
*Doresc să vă supun atenției alte două montaje ce se caracterizează prin simplitate și realizare facilă - lucru deloc de neglijat pentru un constructor amator. M-aș bucura dacă le veți găsi interesante.*





## Lista de piese

$C1 = TC\ 9153\ AP$   
 $D_{1,2} = 1N\ 4148$   
 $R_{1,2} = 10\ k\Omega$   
 $R_3 = 100\ k\Omega$   
 $R_4 = 39\ k\Omega$   
 $R_5 = 47\ \Omega$   
 $C_{1,2,3,4,5,6,8} = 4,7\ \mu F/35\ V$   
 $C_7 = 2,2\ \mu F/35\ V$   
 $C_9 = 220\ \mu F/16\ V$   
 $C_{10} = 47\ \mu F/35\ V$



# GLORIA... VEST

Radioreceptorul "Gloria", produs al fostelor uzine "Electronica", s-a bucurat de mult succes la vremea sa în anii '70-'80. Blocul de ultrascurte fiind conceput pentru norma OIRT (65+73 MHz), nu mai oferă astăzi satisfacție, când marea majoritate a emițătoarelor lucrează în norma CCIR (88-108 MHz) - specifică până nu demult Europei de Vest - de aici și titlul. Pentru cei care mai posedă un RR "Gloria", propun înlocuirea blocului UUS existent (ocolind soluția mai puțin elegantă a unui convertor CCIR-OIRT) cu un altul mai performant, lucrând în banda 88+108 MHz.

Schema este clasică și nu necesită multe comentarii. S-a preferat o schemă cu "plusul" la masă, pentru a respecta vechea structură a receptorului, cu oscilator separat, ceea ce-i conferă posibilități de conversie superioare vechiului montaj cu mixer autooscilant. Pentru a putea fi montat pe condensatorul variabil din receptor, s-a realizat un cablaj de dimensiuni aproximativ

egale cu ale celui vechi. La intrare se observă un filtru ceramic de bandă 88+108 MHz. Bobinele se realizează în aer, fără carcase, astfel:  $L_1 = 4,5$  spire cu conductor CuEm 0,6 mm cu  $\varnothing 5$  mm,  $L_2 = 20$  spire CuEm 0,3 mm pe un mandrin  $\varnothing 2$  mm, spiră lângă spiră și  $L_3 = 2,5$  spire cu aceleași caracteristici ca  $L_1$ . Prin deformarea spirelor bobinei  $L_3$  și din  $CT_2$  se realizează încadrarea în limitele benzii recepționate, iar din  $L_1$  și  $CT_1$  se optimizează recepția.  $CT_1$  și  $CT_2$  sunt trimmeri ceramici tubulari de  $2,5+13\ pF$ , identici cu cei folosiți la vechiul montaj. Punctele de conexiune notate cu 18, 19, 20 sunt cosele de pe placa AFI din schema receptorului "Gloria", iar K 3 b și K 9 b sunt contacte ale comutatorului de game (secțiunea UUS).

Realizat și reglat corect, montajul va da deplină satisfacție. Alăturat se prezintă schema electrică, cablajul realizat la scara 1:1 (văzut prin transparență) și modul de plantare a componentelor.

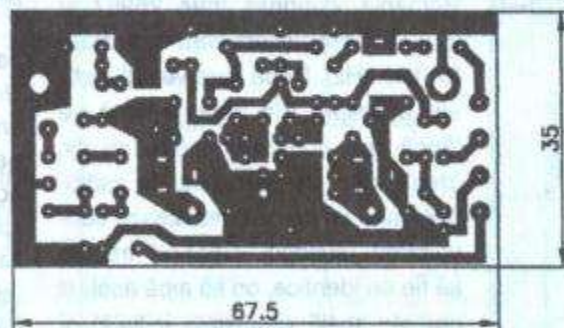
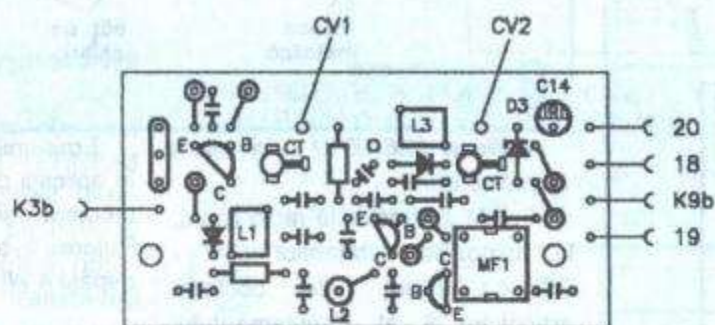
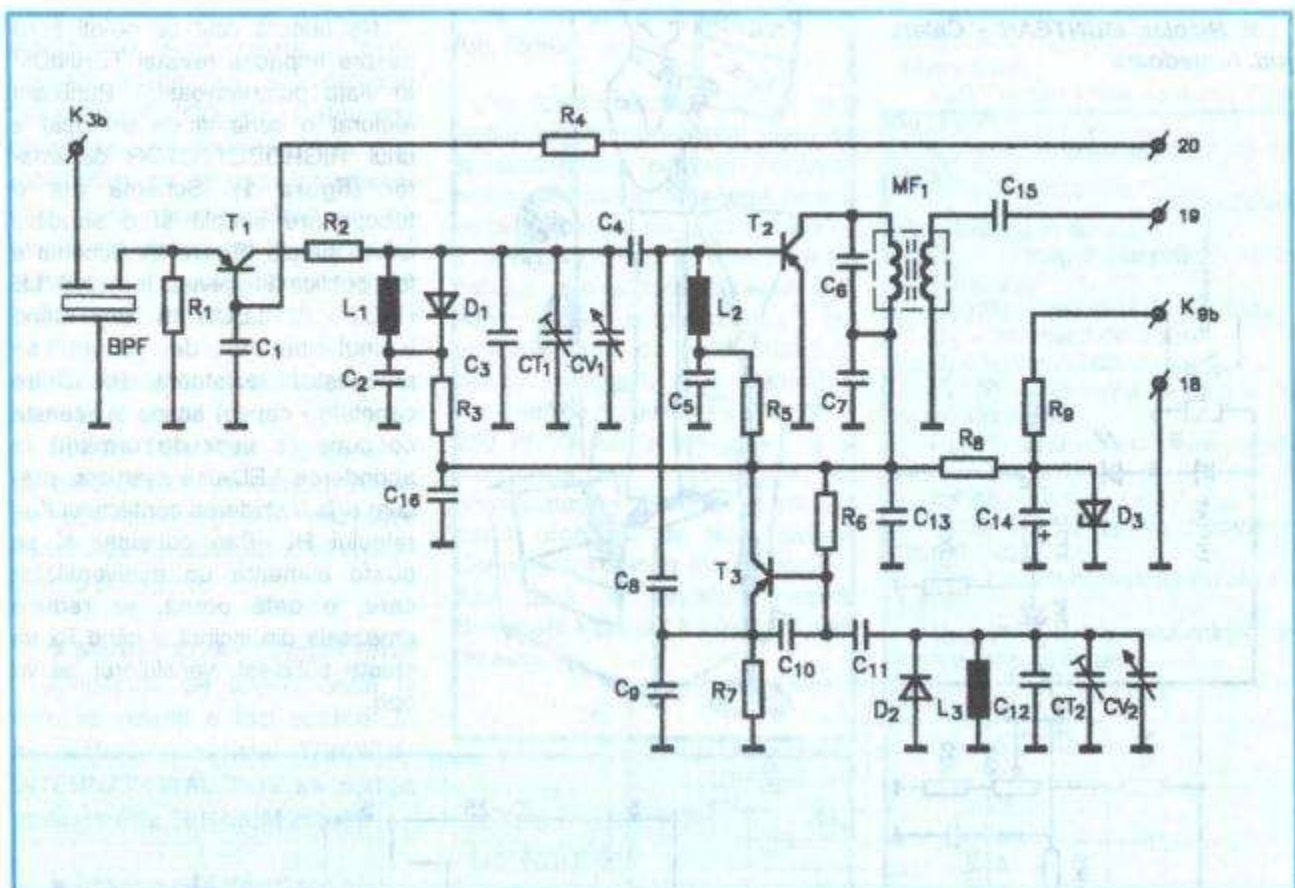
## Lista de piese

$T_{1,2,3} = BF\ 506, 509$   
 $D_1 = EFD\ 108$   
 $D_2 = 1\ N\ 4148$   
 $D_3 = PL\ 6\ V2Z$   
 $R_1 = 560\ \Omega$   
 $R_2 = 56\ \Omega$   
 $R_3 = 1\ k\Omega$   
 $R_4 = 150\ k\Omega$   
 $R_5 = 1\ M\Omega$   
 $R_6 = 300\ k\Omega$   
 $R_7 = 5,6\ k\Omega$   
 $R_8 = 100\ \Omega$   
 $R_9 = 150\ \Omega$

BPF = filtru ceramic de bandă CCIR

$C_{1,2} = 5\ nF$   
 $C_3 = 18\ pF$   
 $C_4 = 5\ pF$   
 $C_5 = 330\ pF$   
 $C_6 = 68\ pF$   
 $C_7 = 10\ nF$   
 $C_8 = 2,2\ pF$   
 $C_9 = 10\ pF$   
 $C_{10} = 30\ pF$   
 $C_{11} = 12\ pF$   
 $C_{12} = 22\ pF$   
 $C_{13,16} = 22\ nF$   
 $C_{14} = 47\ \mu F/16\ V$   
 $C_{15} = 1\ nF$

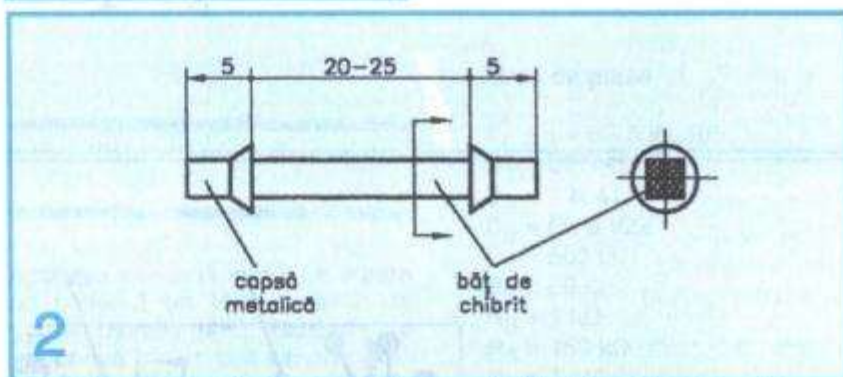








Ne bucură cele ce ne-ați scris despre impactul revistei TEHNIIUM în viața dumneavoastră. Publicăm alăturat o schemă de principiu a unui "HIGRODETECTOR" de amator (**figura 1**). Schema are o funcționare simplă și o sondă... foarte simplă (**figura 2**). Schema a fost publicată în revista franceză "LE HAUT - PARLEUR" în 1996. Când lemnul bățului de chibrit se umezește, rezistența Rx (între capetele - capse) scade și aceasta conduce (e ușor de urmărit) la aprinderea LED-ului avertizor, precum și la închiderea contactului K al releului RL. Prin contactul K se poate alimenta un miniventilator care, o dată pornit, va reduce umezeala din încălț și când Rx va crește suficient, ventilatorul se va opri.



Banda de frecvențe radio liberă, la dispoziția cetățenilor (CB - Citizens Band) este, conform articolului 8 al Regulamentului Radiocomunicațiilor valabil în România, cuprinsă între 26957 și 27283 kHz (frecvența centrală 27 120 kHz). După cum vedeți, este vorba despre o a treia variantă pe lângă cele două menționate de dv. Ideea este că perechea de radio-telefoane cu care se realizează convorbirea (dialogul, QSO-ul) trebuie să fie ori identice, ori să aibă același cap de scală (frecvența inițială) și același ecart de frecvență între două canale adiacente.

Emisiunile radio CB se folosesc în aplicații de uz industrial, științific, medical și în radioamatorism. Puterea în antenă, reamintim, nu va depăși 4 W!

Propuneți ca TEHNIUM să aibă o pagină "numai pentru începători". De ce numai una? Noi credem că am avut, la fiecare număr, mai multe pagini pentru începători, pentru noua generație de electroniști constructori. În privința catalogului la care lucrați, vă spunem că în lume (și în România) există foarte multe cataloage de componente electronice active și pasive, redactate în special de către firmele producătoare.



toare, în mod periodic (produsele electronice sunt foarte... "perisabile"). Există, azi, și cataloage "electronice" (CD-uri). Cataloage complexe, voluminoase, cât mai exhaustive, nu se prea întocmesc, căci, dacă necesită câțiva ani de muncă de redactare, în momentul apariției s-ar putea să nu mai fie suficient de actuale!

Personal nu cred în demersul dumneavoastră, în utilitatea unei asemenea lucrări.

Revista TEHNIIUM a publicat și va mai publica foi de catalog, tabele de echivalențe (foarte necesare constructorilor amatori) și vă așteptăm cu propuneri.

#### ■ Marieta IOVA - Câmpia Turzii

Emitătorul de telecomandă la care vă referiți a fost publicat în nr. 3/1998 al revistei TEHNIIUM INTERNAȚIONAL (așa se numea atunci revista TEHNIIUM inițială).

■ Ciprian ATĂNĂSOAIE high-fidelity 2004 @ yahoo.com

Vezi răspunsul pentru Viorel Jmekeru.

■ Cosmin Filip < filipone 2002 @ bodo 000. com >

Nu putem da adresa nici unui colaborator al revistei TEHNIIUM pentru a fi contactat direct. Întrebările și nelămuririle pe care le aveți, legate de articolele publicate în revistă, le transmiteți redacției și aceasta le repartizează în vederea obținerii unui răspuns transparent, publicat în paginile revistei.

#### ■ Liviu MIHAI - Constanța

Mulțumim pentru felicitări.

Scheme de redresoare pentru încărcat acumulatori mici s-au publicat multe în revista TEHNIIUM, în ultimii ani.

Vă recomandăm, de exemplu, schema din TEHNIIUM nr. 4/2003 pag. 11.

#### ■ Cosmin Ardelean - Utlvin, jud. Timiș

Te "contrasalutăm" și noi și-ți mulțumim pentru felicitări! Vrem să te ajutăm să-ți "păstrezi" hobby-ul pentru electronică în general, pentru amplificatoarele de audiofrecvență în special. Cum și alți cititori ne-au solicitat prin scrisori scheme moderne de amplificatoare de audiofrecvență, de puteri mari, cu circuite integrate, dăm alăturat 5 variante cu puteri între 70 W și 250 W. Circuitele integrate, ca și toate celelalte componente ale amplificatorului (sub formă de kit) pot fi procurate de la magazinul Conex Electronic, a cărui adresă a fost dată în revista noastră. Schemele 1 și 4 pot fi folosite și pentru auto.

Reamintim că parametrii unui amplificator de audiofrecvență de putere sunt:

$V_s(V)$  = tensiunea de alimentare de la sursă;

$I_s(A)$  = curentul absorbit de la sursă;

$P_s(W) = V_s I_s$  = puterea absorbită de la sursă;

$G_v$  = câștigul (amplificarea) în tensiune sau

$G_v(dB) = 10 \log U_o/U_i$ , în care

$U_o$  = semnalul de ieșire,

$U_i$  = semnalul de intrare;

$P_s(W)$  = puterea la ieșire în regim sinusoidal;

$P_M(W)$  = puterea la ieșire pentru semnal muzical

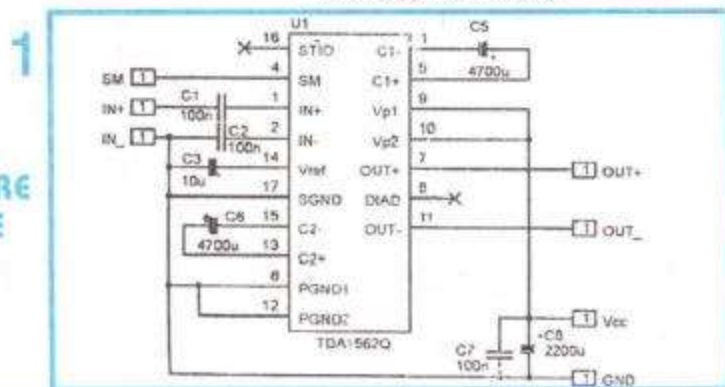
Există relația:  $P_M = \sqrt{2} P_s$ ;

B3dB = banda de frecvențe reprodusă;

$Z_i(k\Omega)$  = impedanța de intrare (la 1 kHz);

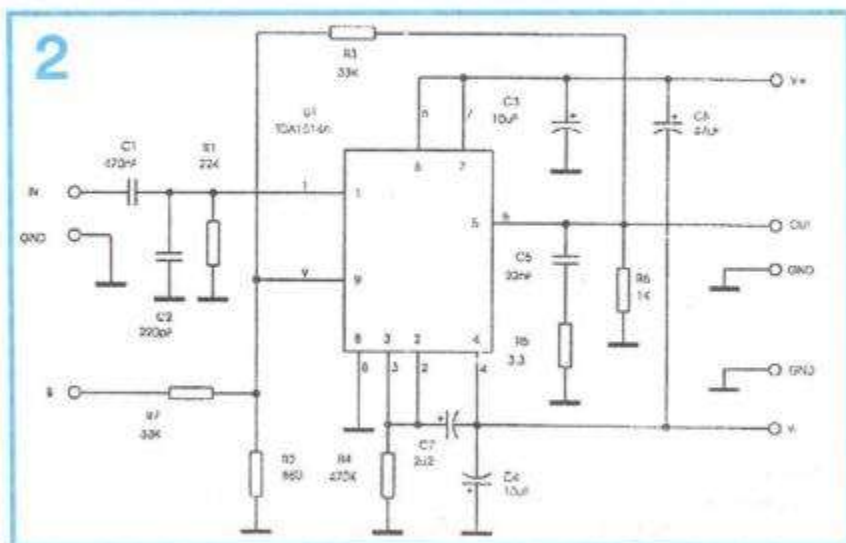
$U_{im}(mV)$  = semnalul minim de intrare (sensibilitatea).

RAF  
DE MARE  
PUTERE  
CU CI



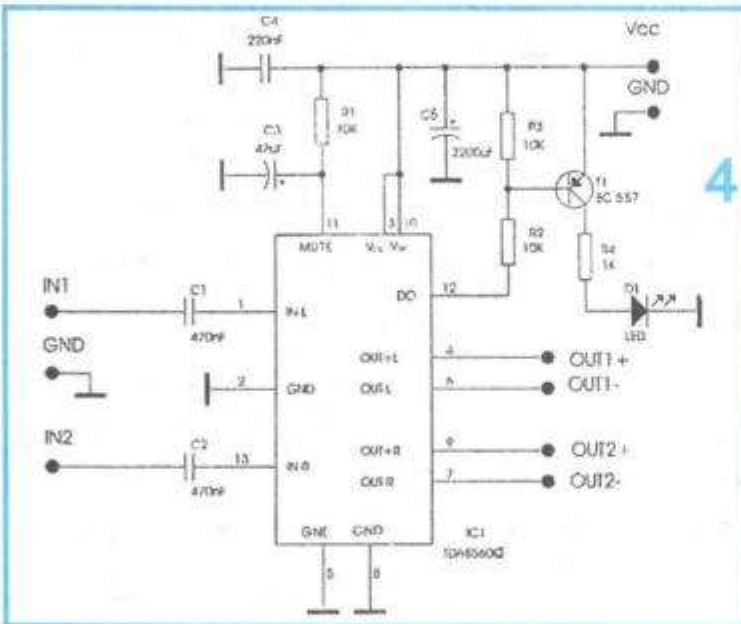
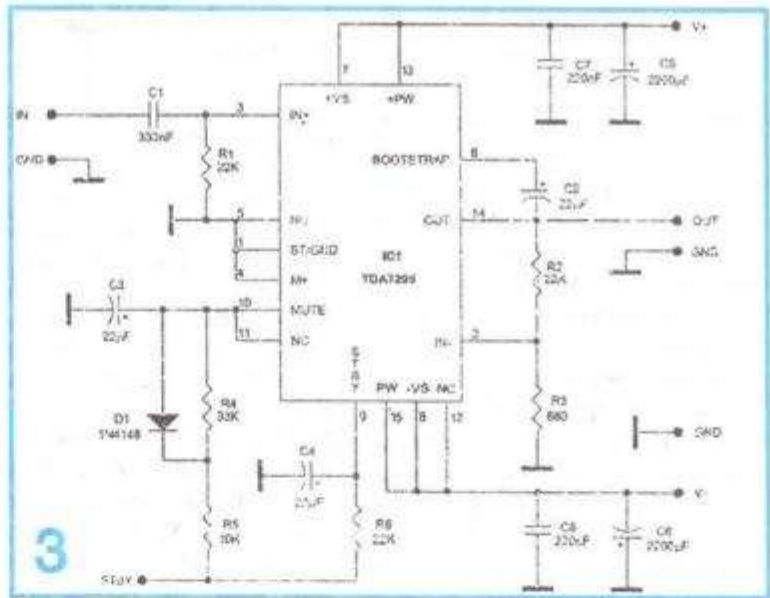
TDA 1562Q:  $V_s = 14,4 V$ ;  $I_s = 6 A$ ;  $P_s = 50,6 W$ ;  $P_M = 71,38 W$  pentru  $R_L = 4 \Omega$ ; B3dB = 20 Hz - 30 kHz;  $G_v = 25 dB$ ;  $U_{im} = 750 mV$ .

TDA 1514 A:  $V_s = 28 V$ ;  $I_s = 2 A$ ;  $P_s = 50 (30) W$ ;  $P_M = 75 (45) W$  pentru  $R_L = 4(8)\Omega$ ;  $U_{im} = 285 mV$ .



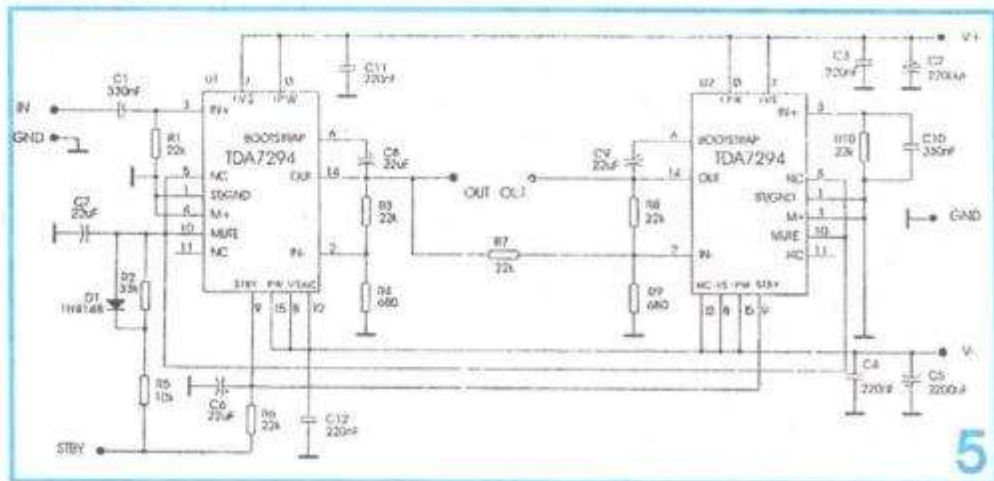


TDA7295:  $V_S = 22(30)V$ ;  $I_S = 1,8(1,3)A$ ;  
 $P_S = 50\text{ W}$ ;  $P_M = 80\text{ W}$   
 pentru  $R_L = 4(8)\Omega$ ;  
 $B3dB = 20\text{ Hz} - 20\text{ kHz}$ ;  
 $Z_i = 20\text{ k}\Omega$ ;  $G_V = 30\text{ dB}$ .



TDA 8560 Q:  $V_S = 14,4 \text{ V}$ ;  $I_S = 8,4 \text{ A}$   
 $P_S = 30 \text{ W}$ ;  $P_M = 40 \text{ W}$  (un canal)  
 pentru  $R_L = 2\Omega$ ;  
 $B3dB = 20 \text{ Hz} - 20 \text{ kHz}$ ;  
 $Z_i = 25 \text{ k}\Omega$ ;  $G_v = 40 \text{ dB}$ ;  $U_{im} = 80 \text{ mV}$ .

TDA7294:  $V_s = 35(25)V$ ;  $I_s = 3,7(5)A$ ;  
 $P_s = 170(150)W$ ;  $P_M = 250 W$   
 pentru  $R_L = 16(8) \Omega$ ;  
 $Z_i = 20 k\Omega$ ;  $G_v = 30 dB$ ;  
 $U_{im} = 825(550) mV$ .



Rubrică  
realizată de  
dr. ing. Andrei CIONTU



# CONVERTIZOARE STATICE

## pentru ACȚIONAREA MOTOARELOR ELECTRICE *cu* COLECTOR

Prof. dr. ing. Sorin PISCATI

Acționările cu convertizoare statice prezintă interes din partea multor utilizatori de motoare electrice, deoarece cunosc un câmp larg de aplicații. Din această cauză, în paginile revistei va fi prezentat un ciclu de articole care se referă la realizarea unor astfel de echipamente practice.

Cum este și firesc, cerințele sunt diversificate: unii doresc montaje mai simple, cum ar fi acționarea unor motoare de ventilator sau mașini de găurit, iar alții echipamente complexe, cu conotație industrială, care să comande motoare de strung sau alte echipamente industriale, cu cerințe tehnico-funcționale ridicate.

În acest ciclu de articole, care vor apărea succesiv în revistă, vom încerca să acoperim pe cât posibil întreg domeniul referitor la aceste aplicații.

Vom începe cu montaje relativ mai simple, a căror realizare poate fi la îndemâna constructorilor amatori, cu posibilități mai reduse, și îl vom încheia cu un montaj complex de natură industrială, care o dată realizat poate satisface pe cei mai pretențioși.

Trebuie menționat că toate schemele electrice care vor fi prezentate comandă numai motoare electrice cu colector, universale sau de curent continuu. Nu sunt destinate însă comenzii motoarelor sincrone, asincrone sau pas cu pas (MPP). Aparaturile și echipamentele de comandă a acestor motoare fără colector vor face eventual obiectul unui alt ciclu de articole.

Toate montajele prezentate au fost construite și verificate în practică de către autor, pe parcursul mai multor ani.

Realizate corect, este garantată funcționarea lor la parametrii tehnici

proiectați, specificați pentru fiecare echipament prezentat.

Intervalul puterii motoarelor electrice comandate (în funcție de montaj) este cuprins între 10 W și 2,5 kW.

Tensiunea rețelei de alimentare este în general de 220 V~, dar ultimul variator de turație se poate alimenta și de la rețeaua trifazată de 380 V.

Se cunoaște din practică și din literatura tehnică de specialitate că motorul cu colector prezintă o serie de avantaje față de motoarele de curent alternativ. Dintre acestea se menționează în special posibilitatea variației continue a turației, lucru esențial în multe aplicații tehnice. Cu metodele "clasice" se realizează acest deziderat fie prin introducerea unei rezistențe (reostat) în circuitul rotorului, fie prin variația intensității câmpului magnetic inductor.

Valoarea rezistenței care se introduce poate fi variată în mod continuu prin deplasarea unui cursor metalic care ia contact cu două sau mai multe spire succesive. Varierea intensității câmpului inductor se realizează prin aceeași metodă a inserării unui reostat în circuitul înfășurării statorului.

Ambele metode, considerate clasice, prezintă însă trei dezavantaje principale, unele esențiale, și anume:

1. Pe rezistența variabilă (reostatul) inserată cu înfășurarea rotorului sau statorului a motorului electric se pierde (prin încălzirea acesteia) o cantitate importantă de energie electrică, uneori egală cu cea consumată de motor;

2. Momentul motor nu este independent de turația motorului. Dacă turația este mai mică (prin reducerea intensității curentului prin înfășurarea rotorului la valori mari

ale rezistenței inserate cu acesta), și cuplul motor este mai mic și invers. În multe aplicații (de exemplu, la acționarea unui strung) acest lucru este inadmisibil, condiția fiind ca motorul electric să dezvolte cuplul maxim indiferent de turația rotorului său;

3. Este necesară rețea de alimentare de curent continuu, cerință care în majoritatea cazurilor nu poate fi îndeplinită.

Datorită acestor deficiențe și faptului că are o construcție mai complexă și mai puțin fiabilă decât cel de curent alternativ, motorul electric cu colector, cu toate calitățile lui funcționale net superioare, cunoaște o răspândire mult mai redusă decât cel alternativ: în transportul feroviar și urban, la unele macarale și în domeniul aparatelor electrocasnice. În aceste domenii, el însă nu poate fi înlocuit pe scară largă de motoarele fără colector (asincrone, sincrone etc.).

Convertizoarele cu comutație statică utilizează tiristoare sau triace comandate în fază.

Această metodă permite obținerea următoarelor avantaje principale:

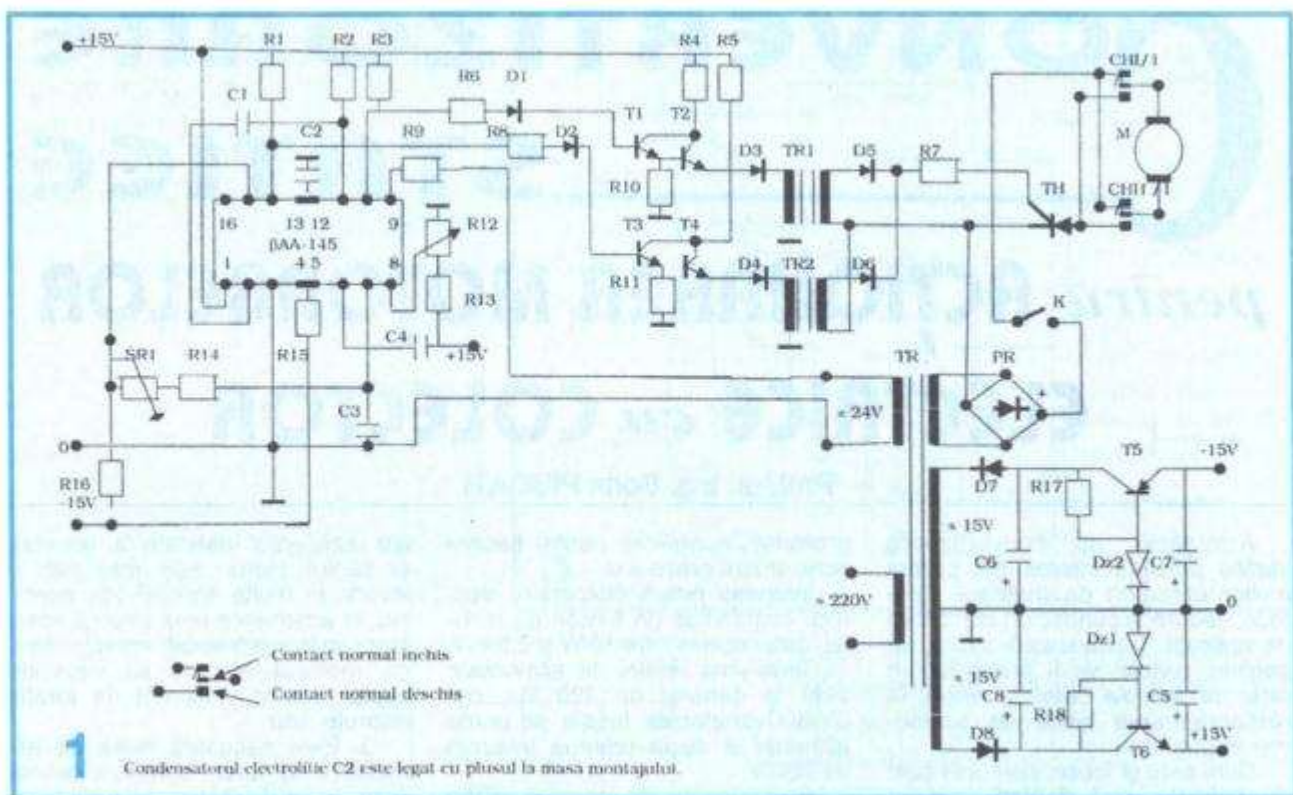
- pierderile de energie electrică sunt nesemnificative;

- se poate utiliza rețeaua monofazată de 220 Vc.a. sau cea trifazată de 380 Vc.a.;

- turația motorului poate fi reglată continuu, între câteva rotații pe minut și peste 10.000 rot/min. Turația maximă de reglaj depinde de cea maxim admisibilă prescrisă pentru motorul electric comandat;

- dacă instalația de comandă a motorului electric este prevăzută și cu un tahogenerator, atunci momentul motor dezvoltat este constant, are valoare maximă și nu depinde de turația prescrisă;



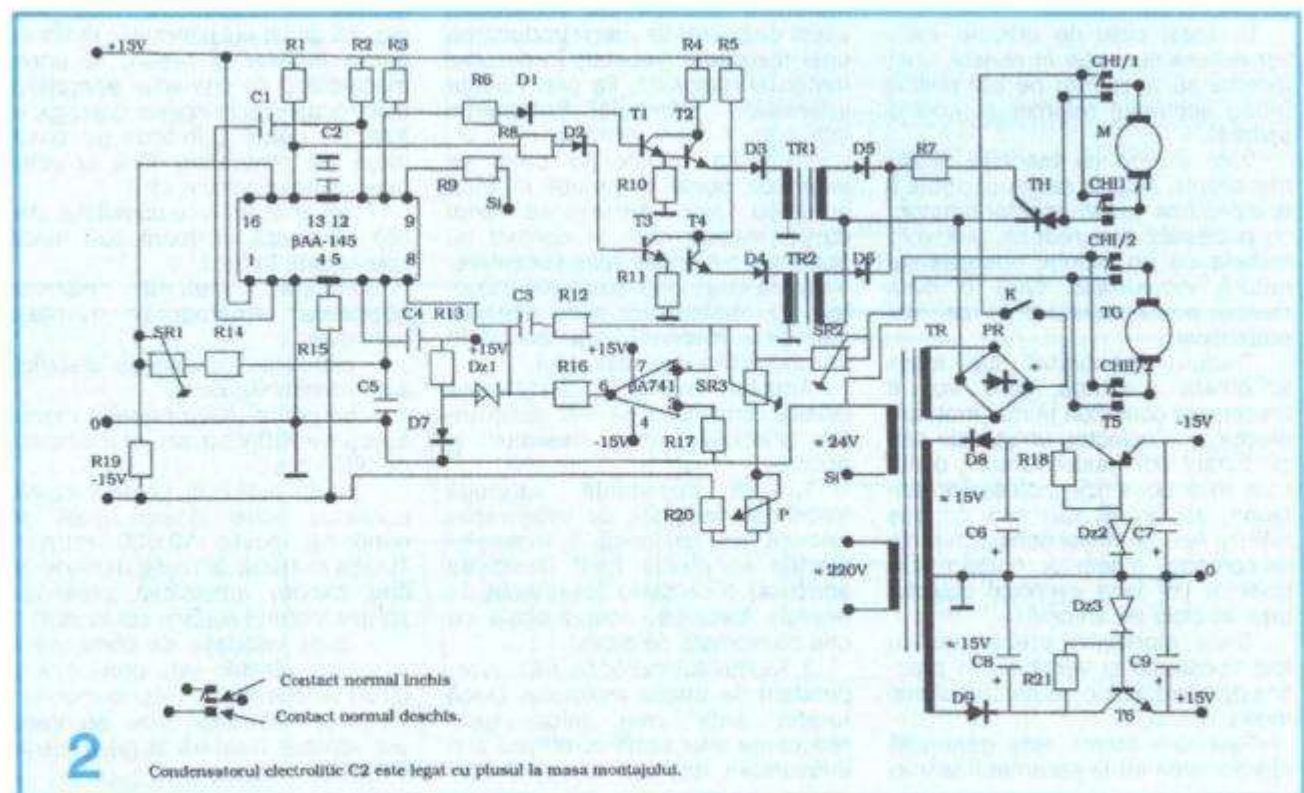


- în echipamentele de comandă în compunerea cărora intră un astfel de tahogenerator, antrenat direct sau printr-o transmisie adecvată de motorul electric comandat, turația reală este foarte constantă și nu are

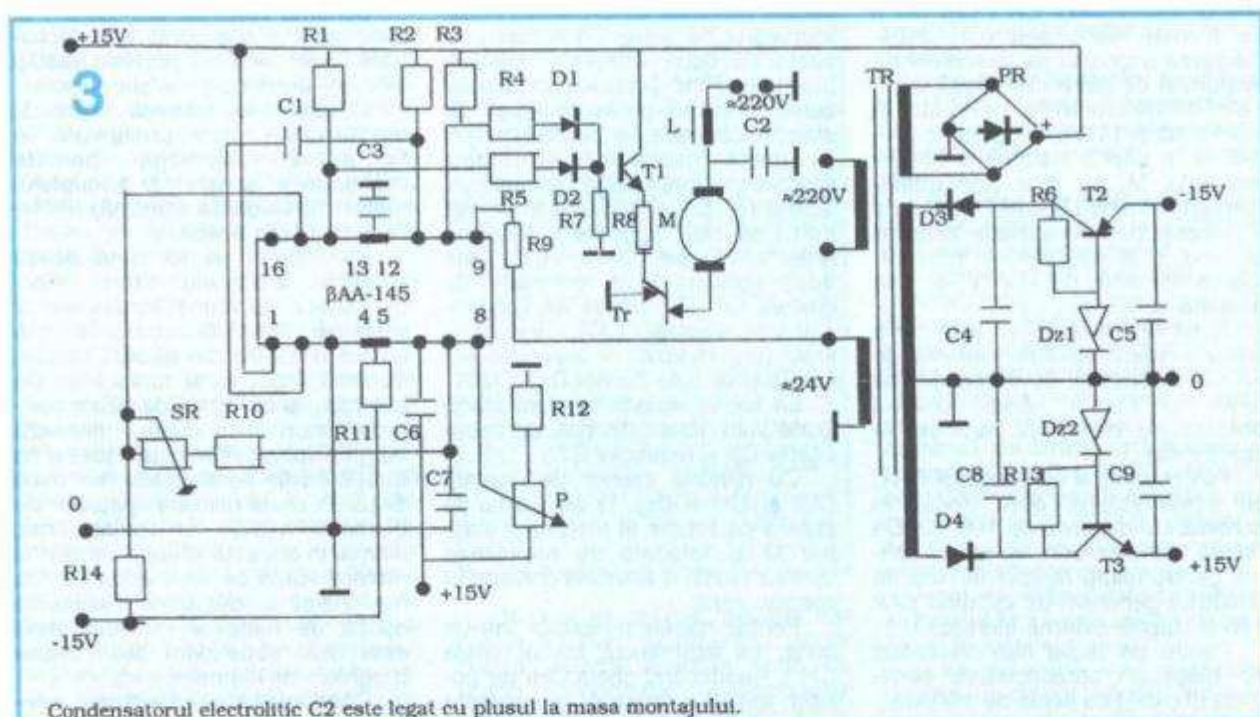
variații mai mari de  $\pm 0,5$  rot/min, chiar și în cazul instalațiilor de comandă mai simple, în condițiile în care cuplul rezistent variază între valoarea maximă și cea minimă prescrisă. De exemplu, pentru un motor

care funcționează la o turație de 3000 rot/min, abaterea de la această valoare va fi de cel mult 1 rot/min.

În încheierea acestei scurte introduceri se precizează că în toate







Condensatorul electrolitic C2 este legat cu plusul la masa montajului.

schemele de comandă care vor fi prezentate se utilizează circuitul profesional  $\beta$ AA 145 (UAA 145) destinat special pentru asemenea aplicații. Este un circuit ieftin și se găsește fără probleme în magazinele de piese electronice.

#### Convertizoare statice cu tiristoare

În schema de principiu din figura 1 este prezentat un convertizor static cu tiristoare ce poate comanda un motor electric universal sau de curent continuu. Montajul se alimentează de la rețeaua electrică monofazată prin transformatorul TR. Puterea acestui transformator depinde în principal de cea a motorului electric M, fiind mai mare cu 15-20%. Consumul echipamentului electronic este neglijabil, fiind de 2-3 W.

Întrucât se presupune că cei care abordează astfel de instalații au o pregătire tehnică corespunzătoare, nu vom zăbovi asupra unor noțiuni simple ca dimensionarea unui transformator (putere, secțiunea miezului, număr de spire și grosimea sârmei de CuEm), ele făcând parte din bagajul de cunoștințe al fiecăruia.

Transformatorul TR se alimentează de la rețeaua de 220 V.c.a. Înfășurarea de 24 V.c.a. livrează semnalul de sincronizare circuitului integrat  $\beta$ AA 145 prin rezistența R9.

Întrucât consumul este foarte mic, înfășurarea de sincronizare se va bobina cu sârmă CuEm 0,1÷0,15 mm.

Un capăt al bobinei se leagă la masă, iar celălalt la rezistența R9. Sensul înfășurării nu are importanță.

De la pinii 10 și 14 ai circuitului integrat  $\beta$ AA 145, semnalele de sincronizare se transmit prin R6, D1, respectiv R8, D2 la cele două grupuri de amplificare echipate cu tranzistoarele T1, T2 și T3, T4.

Înfășurările primare și cele secundare ale transformatoarelor TR1 și TR2 trebuie bobinate în același sens. Începuturile înfășurărilor primare se leagă la D3 și, respectiv, D4, iar sfârșiturile la masa montajului electronic.

De menționat că masa montajului electronic nu este comună cu borna de minus a punții redresoare PR, alimentată de regulă cu tensiune ridicată. Uneori, în funcție de motorul M, această tensiune poate atinge valoarea de 220 V sau chiar mai mult. Practic, transformatoarele TR1 și TR2 au tocmai acest rol de separare galvanică a circuitului electric tiristor de circuitul de comandă echipat cu integratul  $\beta$ AA 145 și celelalte piese electronice aferente. Începuturile înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de separare TR1 și TR2 se leagă la diodele D5, respectiv D6, iar sfârșiturile la catodul tiristorului și la borna de minus a punții redresoare PR.

Secțiunea transformatoarelor TR1 și TR2 este de 0,25÷0,36 cm<sup>2</sup> (5 x 5 sau 6 x 6). Preferabil este ca aceste miezuri în formă de E să fie din ferită. Se pot utiliza însă și miezuri obișnuite din oțel-siliciu, cu condiția ca tolele E + I să nu se monteze întrefesut. Cu alte cuvinte, tolele I, lipite una de alta, se vor monta peste tolele E asamblate împreună. Pentru a se evita saturația miezurilor, între cele două grupuri de tole se va introduce o hârtie impregnată cu lac incolor. Grosimea hârtiei va fi cea a unei coli de scris obișnuite (nu trebuie să depășească 0,3 mm).

Atât înfășurarea primară cât și cea secundară a acestor transformatoare vor avea 100 de spire din sârmă de CuEm  $\varnothing$ 0,15÷0,2 mm. Se va avea grijă ca cele două înfășurări să fie bine izolate între ele.

Miezurile transformatoarelor TR1 și TR2 se vor încaseta într-o manta din tablă de cupru sau oțel cu grosimea de 0,1÷0,2 mm.

Mantaua se va prinde prin cele două aripioare de la partea inferioară prin șuruburi sau cositorire de placa circuitului imprimat al montajului electronic.

Leșirile diodelor D2 și D3 fiind legate împreună, impulsurile de deschidere a tiristorului TH se aplică prin rezistența R7 pe poarta acestuia. După cum unghiul de deschidere a tiristorului este mai mic sau mai mare, și tensiunea medie care se aplică motorului M prin intermediul



cheilor sau releelor CH I sau CH II va fi mai mare sau mai mică. Reglarea unghiului de deschidere a tristorului de către cele două semnale de sincronizare generate la ieșirile 10 și 14 ale integratului  $\beta$ AA 145 și în ultimă instanță a turației motorului M, se face prin potențiometrul cu scală liniară R12 (figura 1). Acesta permite variația tensiunii la pinul 8 al integratului între valoarea minimă de 0,2 V și cea maximă de 7,5 V.

Rolul rezistenței R13 este de a limita această valoare maximă de +7,5 V a tensiunii de comandă (pe pinul 8) atunci când cursorul potențiometrului R12 ajunge la capătul cald.

Potențiometrul semireglabil SR1, cu scală liniară, este trecut în schemă cu valoarea de 100 k $\Omega$ . De regulă, aceasta este valoarea optimă pentru alina rampei în dinți de ferăstrău generate de circuitul  $\beta$ AA 145 și piesele externe aferente.

Pentru un reglaj mai pretențios se alege un potențiometrul semireglabil (SR1) cu scala de 150 k $\Omega$ .

Pe osciloscop, forma rampei generate de integratul  $\beta$ AA 145 (UAA 145) trebuie să fie aleasă de așa manieră încât laturile triunghiurilor (dinților de ferăstrău) să fie linii drepte.

De regulă, acest reglaj nu este necesar și în consecință constructorul poate să renunțe la osciloscop. În acest caz, va efectua reglajul respectiv după cum constată că motorul electric M merge în regimul cel mai stabil.

Întrucât circuitul integrat  $\beta$ AA 145

trebuie alimentat cu  $\pm 15$  V c.c., transformatorul de rețea TR a fost prevăzut cu două înfășurări identice inseriate. Fiind bobinate în același sens, începutul uneia se leagă de sfârșitul celeilalte, iar punctul comun la masa montajului electronic. Fiecare din înfășurările bobinate cu sârmă Cu Em  $\varnothing 0,25 \times \varnothing 0,3$  mm va trebui să aibă la borne o tensiune (alternativă) de 15-16 V c.c. Cele două tensiuni sunt redresate de diodele D6, D7, filtrate de condensatoarele electrolitice C6, C8 și stabilizate (la  $\pm 15$  V c.c.) de tranzistoarele T5, T6 și diodele Zenner Dz1, Dz2.

La ieșire, aceste tensiuni stabilizate sunt filtrate din nou de capacitățile C5 și respectiv C7.

Cu ajutorul cheilor de contact CHI și CH II (fig. 1) se comandă sensul de rotație al motorului electric M și totodată se realizează oprirea rapidă a acestuia (frânare în contracurent).

Pentru rotirea motorului într-un sens, se acționează numai cheia CH I. Readucând cheia CHI pe poziția inițială, motorul se oprește rapid. Acționând apoi numai cheia CHII, motorul se rotește în celălalt sens. Dacă se acționează ambele chei simultan, electromotorul M va rămâne în repaus.

Contactele celor două chei trebuie să reziste în mod normal la curenți de 3-4 ori mai mari decât curentul maxim absorbit de motorul electric M. Cheile respective pot fi înlocuite cu relee electromagnetice prevăzute cu contacte corespunzătoare ca număr și rezistență la uzură.

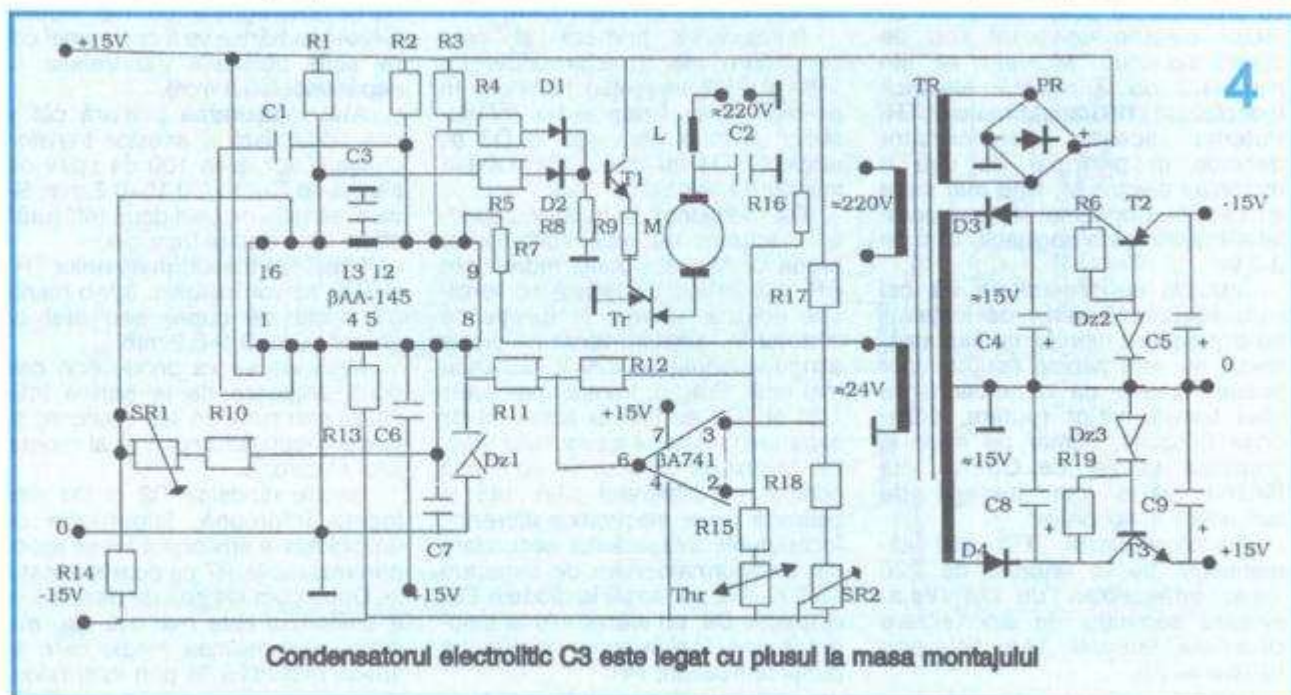
Schema electrică din figura 1 și descrisă mai sus poate fi perfecționată astfel încât să prezinte calități tehnico-funcționale net superioare.

O astfel de schemă electrică, modernizată, este prezentată în figura 2. Montajul permite menținerea constantă a cuplului motor (la valoarea maximă) indiferent de turația acestuia.

De regulă, atunci când scade tensiunea la bornele motorului electric, scade nu numai turația dar și momentul motor. Sunt cazuri în care cuplul motor trebuie să aibă valoare maximă, mai ales la turații mici. De exemplu, la o mașină de găurit electrică, atunci când se utilizează burghie spirale mari este necesar ca turația să fie semnificativ mai mică decât în cazul utilizării spiralelor de diametre reduse. În același timp, tocmai în această situație momentul motor trebuie să aibă valoarea cea mai ridicată, deoarece rezistența opusă de material spiralelor mari este mult superioară celei opuse burghiilor de diametre mici.

Când se utilizează motoare asincrone a căror turație poate fi schimbată practic în maximum 2 trepte (cu condițiile constructive respective), între arborele motorului și cel al mașinii se interpune o transmisie cu curele trapezoidale în majoritatea cazurilor. Această transmisie reduce turația arborelui mașinii de găurit, arbore pe care se fixează spiralul prin intermediul unei mandrine și crește momentul de rotire al burghiului.

Transmisia cu curele a unei astfel de mașini este prevăzută de obicei

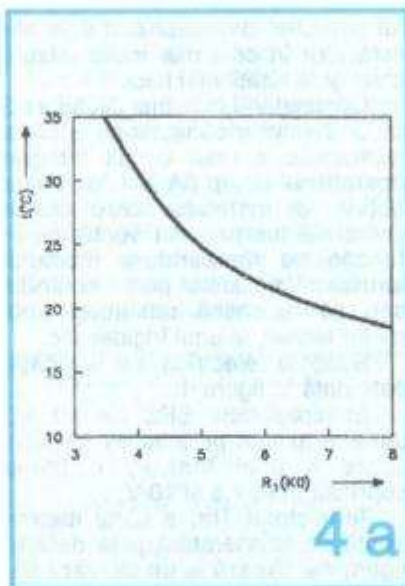




cu două grupuri de câte trei roți conjugate, atât pentru arborele motorului cât și pentru cel al mașinii. Același lucru se întâmplă și în cazul strungurilor, care pe lângă transmisia cu curele trapezoidale, sunt prevăzute și cu o cutie de viteze, tocmai pentru a obține cât mai multe trepte de turație și momente de rotire la universal. Necesitatea utilizării a cât mai multe trepte de turație și moment este impusă de diversitatea pieselor care se prelucraază. Dotând o astfel de mașină-unealtă cu un echipament de comandă cu convertizoare statice și reglare în fază a valorii turației și momentului motor se obține un dublu avantaj: pe lângă faptul că turația poate fi reglată în mod continuu, fără trepte, între valoarea minimă și cea maximă, iar momentul motor este practic constant indiferent de mărimea acesteia, permite utilizarea motorului de curent continuu (care prezintă calități funcționale net superioare celui de curent alternativ), alimentat de la rețeaua monofazată sau trifazată de curent alternativ. De altfel, datorită acestor considerente mașinile-unelte de performanță ridicată sunt prevăzute de peste două decenii (în cele mai multe cazuri) cu motoare electrice de curent continuu și convertizoare cu comutație statică și reglare în fază. Metoda este aplicată în special la strunguri, mașini de rectificat și hounit etc.

Schema de principiu a instalației de comandă prezentată în figura 2 se alimentează, ca și cea precedentă, de la rețeaua monofazată de curent alternativ sub tensiunea de 220 V ~.

Prin dimensionarea corespunzătoare a transformatorului TR, echipamentul se poate alimenta și de la rețeaua trifazată de 380 V c.a. legând bobina primară între două faze. În acest caz funcționarea motorului electric M va fi și mai bună deoarece impulsurile de sincronizare generate de circuitul  $\beta A 145$  sunt diferite (în timp) de cele create în cazul alimentării monofazate, astfel încât procesul de lucru se desfășoară în condiții calitativ superioare. Pentru stabilizarea turației motorului electric M, în schema de principiu din figura 2 se folosește o buclă de reacție inversă a cărei componentă principală este tahogeneratorul TG. Acesta este antrenat direct sau printr-o transmisie cu curea sau roți dințate, de către motorul M. Tensiunea generată de TG ajunge prin semireglabilul SR2 pe intrarea inversoare 2 a circuitului integrat  $\beta A 741$ .



Dacă la un anumit moment dat cuplul rezistent al arborelui motor crește, turația acestuia tinde să scadă. Proporțional cu micșorarea turației motorului și în consecință și a tahogeneratorului TG, la bornele acestuia din urmă scade tensiunea.

Scăderea tensiunii pe intrarea inversoare a circuitului  $\beta A 741$  are drept consecință creșterea celei de la ieșirea 6 a amplificatorului aparținând  $\beta A 741$ . Majorarea valorii acestei tensiuni, care prin rezistența R16 se transmite pe intrarea 8 a integratului  $\beta A 145$ , are ca urmare modificarea unghiului de fază în așa fel încât tensiunea medie la bornele motorului electric M crește. Astfel, turația și cuplul motor al acestuia cresc până când ating valorile prescrise.

Dacă, din contră, momentul rezistent la arborele motorului M scade, turația tinde să crească și o dată cu ea tensiunea la bornele tahogeneratorului TG. La ieșirea integratului aparținând  $\beta A 741$  tensiunea scade și ea. Aceasta are ca urmare modificarea unghiului de fază pentru deschiderea tiristorului astfel încât tensiunea medie la bornele motorului electric M scade. Turația și cuplul motor se sincronizează și în acest caz, până când din nou ating valorile prescrise.

Sensibilitatea buclei de reacție în cazul acestei scheme permite menținerea unei turații și a unui cuplu deosebit de constante. Practic, la o turație a motorului electric M de 3000 rot/min, abaterea este de  $\pm 0,5$  rot/min, în cazul unui montaj bine realizat și reglat. Datorită buclei de reacție, nici fluctuațiile tensiunii și frecvenței rețelei de alimentare (în limitele admise) nu au influență asupra

turației și cuplului motor dezvoltat de acesta.

Un element important al schemei din figura 2 este tahogeneratorul TG, care trebuie să îndeplinească următoarele condiții tehnico-funcționale:

- trebuie să fie la fel de fiabil și să aibă aceeași durată de viață (sau mai mare) ca și motorul M;

- turația maxim admisibilă a tahogeneratorului să fie egală sau puțin superioară celei a motorului. Dacă diferă, se va utiliza o transmisie multiplicativă sau demultiplicativă, după caz. Nu se va cupla direct (arbore la arbore) un tahogenerator la care domeniul de turație este cuprins de exemplu între 0 și 2000 rot/min cu un motor care poate funcționa normal între 0 și 10.000 rot/min. În acest caz se va intercala o transmisie reductoare de turație;

- cel mai indicat este ca arborele motorului M să se cupleze direct la cel al tahogeneratorului TG;

- se vor utiliza tahogeneratoare de putere mică (1-5 W), indiferent de puterea motorului electric M. Sunt indicate motoare de jucărie cu magneți permanenți în stator. Acestea trebuie să fie de bună calitate. Și mai indicate sunt motoarele de casetofon, care, de asemenea, trebuie să aibă statorul cu magneți permanenți. Ambele categorii de motoare vor fi de tipul cu perii și colector. Se fabrică și tahogeneratoare, dar acestea sunt ceva mai greu de procurat, având și prețul de cost mai ridicat;

- tahogeneratorul trebuie să fie mult mai mic decât motorul electric M pentru ca acționarea lui de către motor să opună o rezistență mică, practic neglijabilă.

Pentru filtrarea impulsurilor parazite, circuitul  $\beta A 741$  este montat într-o schemă de amplificator operațional integrativ cu reacție pe poarta inversoare.

Constanta de timp a circuitului R12, C3 pentru valorile indicate în schemă este de cca 0,1 s. În cazul instalației din figura 2, reglarea turației motorului electric se face cu potențiometrul liniar P, iar ajustările necesare unei funcționări în parametri doriti din semireglabilele SR2 și SR3. Transformatoarele TR, TR1 și TR2, ca și celelalte componente au fost descrise la montajul precedent. Se observă în plus utilizarea unei a doua chei de inversare a sensului de rotație. Aceasta va fi acționată simultan cu prima, pentru ca și tahogeneratorul TG să funcționeze în concordanță cu motorul M. Dacă la pornirea motorului M turația acestuia nu poate fi controlată cu



potențiometrul P, se vor inversa legăturile la bornele tahogeneratorului TG sau ale motorului, în funcție de sensul de rotație dorit, la acționarea într-o poziție sau alta a cheilor de contact CHI și respectiv CHII.

În încheierea descrierii acestui montaj se menționează că s-a pus accentul pe partea practică deoarece în general aceasta îi interesează pe constructorii amatori.

Cei care doresc lămuriri suplimentare atât în ceea ce privește partea practică, cât și cea teoretică, pot lua legătura cu autorul prin intermediul redacției revistei.

Puntea redresoare PR și tiristorul TH din instalațiile prezentate în figurile 1 și 2 pot fi înlocuite cu o punte semicomandată. Modificarea schemelor în acest caz este dată în figura 2a.

### Convertizoare statice cu triace

În montajul prezentat în figura 3, tiristorul a fost înlocuit cu un triac.

După cum rezultă din schemă, modificările față de instalația prezentată în figura 1 sunt minore.

În principal, nu se mai utilizează transformatoarele TR1 și TR2, tranzistoarele T2, T4 și o parte din piesele adiacente lor.

Motorul electric M este alimentat la tensiunea rețelei de 220 V.c.a. Este un motor de tip universal.

Schema permite numai controlul turației, nu și al momentului motor.

Este indicat să fie utilizată în aplicații la care cuplul rezistent (care se opune momentului dezvoltat de motor) să fie relativ constant. În acest caz, turația o dată prescrisă rămâne și ea constantă. Este cazul ventilatoarelor, pompelor centrifuge, aspiratoarelor etc.

De menționat că în cazul acestei scheme electrice de comandă nu mai există o izolare galvanică a montajului de rețeaua electrică. În consecință, pentru prevenirea electrocutărilor accidentale montajul va fi încasat într-o carcasă din material izolant, iar butonul de pe axul potențiometrului P (cu care se reglează turația motorului M) va fi de asemenea bine izolat.

Deși montajul din figura 3, ca și cel din figura 1, nu este prevăzut cu buclă de reacție inversă, momen-

tul dezvoltat de motorul M este satisfăcător în cele mai multe cazuri, chiar și la turații mai mici.

Completând montajul din figura 3 cu un termistor conectat pe intrarea inversoare a unui circuit integrat operațional de tip  $\beta A 741$ , se poate obține o instalație care poate comanda turația unui ventilator în funcție de temperatura mediului ambiant. Ventilatorul poate la rândul său să răcească radiatorul unui motor termic, al unui frigider etc.

Schema electrică de aplicație este dată în figura 4.

Semireglabilul SR2 de 10 k $\Omega$  permite fixarea pe intrarea neînversoare a unei tensiuni continue cuprinsă între 7,5 și 10 V.

Termistorul Thr, a cărui dependență de temperatură este dată în figura 4a, fixează la un moment dat tensiunea pe intrarea neînversoare. Diferența de tensiune dintre intrările 2 și 3 ale operaționalului  $\beta A 741$  este amplificată și aplicată la terminalul 6 al circuitului integrat. Valoarea amplificării este determinată de rezistența R12. Zennerul de 7,5 volți asigură protecția ieșirii 6 a circuitului integrat la depășirea valorilor de tensiune maxim admisibile.

Funcționarea buclei de reacție negativă poate fi ușor înțeleasă ținând cont de caracteristica termistorului prezentată în figura 4a.

Analizând schemele din figurile 4 și 4a se vede că orice creștere a temperaturii ambiante produce creșterea turației motorului, fapt care conduce la micșorarea temperaturii obiectului ventilat. Se asigură în acest fel stabilizarea temperaturii acestuia sau după caz a mediului

ambiant. Semireglabilul SR2 asigură o anumită valoare a tensiunii continue pe terminalul 3 (intrarea neînversoare a amplificatorului operațional  $\beta A 741$ ).

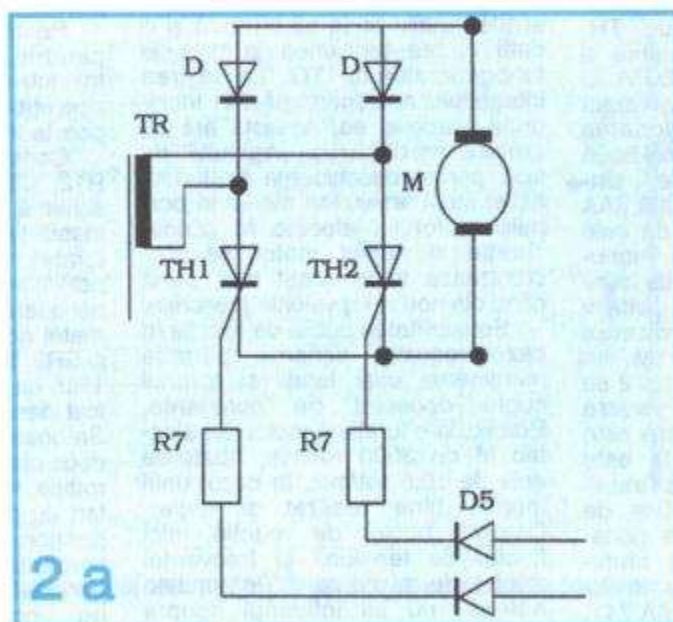
Atât timp cât temperatura radiatorului (sau a mediului ambiant) este mare și, deci, Thr are o valoare mică, tensiunea continuă pe terminalul 2 (intrarea inversoare) a circuitului  $\beta A 741$  este mică și deci  $V_3 > V_2$ . Ieșirea (terminalul 6) se află la un potențial ridicat și astfel tensiunea de comandă a unghiului de conducție este maximă. Unghiul de conducție având valoare maximă, puterea și turația comandate în motor sunt la limita maximă. Această stare se menține până când tensiunea pe intrarea inversoare 2 atinge nivelul tensiunii de pe intrarea neînversoare 3, ca urmare a creșterii valorii rezistenței Thr produse de creșterea temperaturii. În acest moment începe lucrul în regim stabilizat, conform descrierii făcute mai sus, asupra buclei de reacție negativă. Filturul format de circuitul L,C2 are drept scop suprimarea armonicilor (în special a treia) ce pot fi induse în rețea de comanda în fază a triacului.

În figura 5 este prezentată schema de comandă cu buclă de reacție a unui motor universal.

Prin intermediul tahogeneratorului TG, turația motorului M este transformată într-o tensiune. Aceasta este divizată de R15,R16 și aplicată pe intrarea inversoare 2 a amplificatorului  $\beta A 741$ .

Grupul R12,C6 (ca și în cazul instalației din figura 2) face ca semnalul de ieșire să aibă o constantă de timp egală cu mai multe semiperioade. În acest sens valoarea R12C6 este mare, de ordinul a 100 ms. Rezistența R15 se alege astfel încât la turația maximă a motorului M și, respectiv, a tahogeneratorului TG, tensiunea pe R16 să nu depășească 5V. În acest fel, datorită diodei Zenner Dz1 de 5,6 V tensiunea pe intrarea inversoare 2 nu va fi depășită niciodată, indiferent de poziția potențiometrului P și de tensiunea pe intrarea neînversoare 3. Astfel nu va fi permisă niciodată apariția tensiunii maxime de comandă a triacului Tr.

Valorile uzuale pentru grupul R12, C1 sunt: R12 = 100 k $\Omega$ , C1 = 1  $\mu F$ .





# LISTA DE PIESE

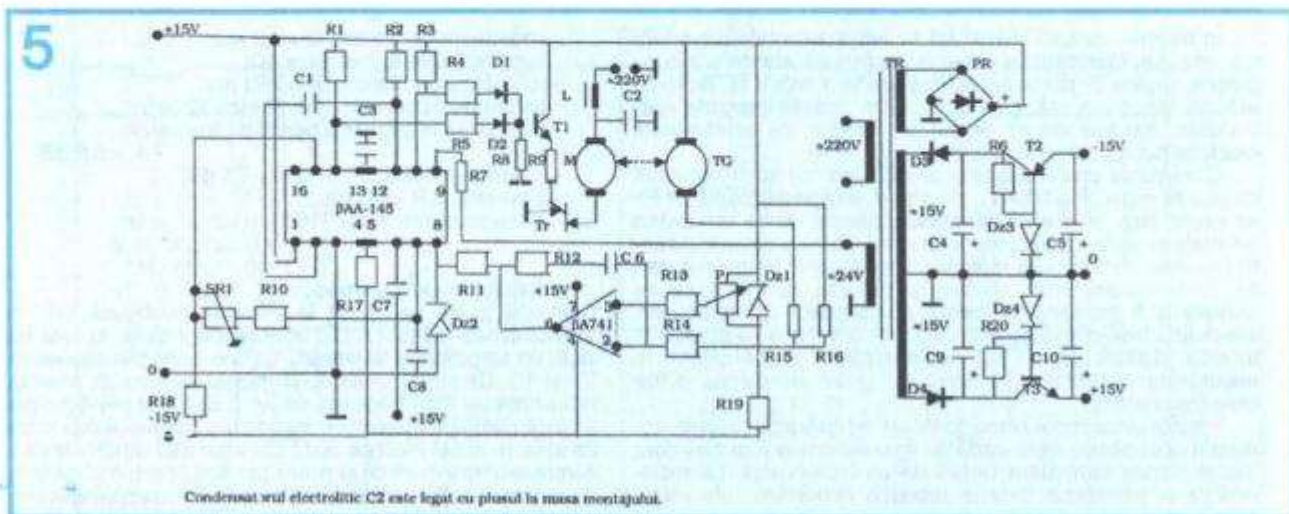
## Figura 1

1. R1;R3;R10;R11  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
2. R2  $\Rightarrow$  22 k $\Omega$
3. R4;R5  $\Rightarrow$  100 $\Omega$
4. R6;R8  $\Rightarrow$  220 $\Omega$
5. R9  $\Rightarrow$  6,8 k $\Omega$
6. R12;R13  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
7. R14  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
8. R15  $\Rightarrow$  330  $\Omega$
9. R16  $\Rightarrow$  1,5 k $\Omega$
10. R17;R18  $\Rightarrow$  270 $\Omega$

22. T5  $\Rightarrow$  BD138
23. C1  $\Rightarrow$  47 nF/100V
24. C2  $\Rightarrow$  100  $\mu$ F/25V
25. C3  $\Rightarrow$  1  $\mu$ F/100V (nepolarizat)
26. C4;C5  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/100V

NOTĂ. Toate rezistoarele sunt chimice, cu puterea de 0,5W. Tiristorul TH și puntea PR pot fi înlocuite cu altele de putere mai mică sau mai mare, în funcție de puterea motorului comandat.

11. R14  $\Rightarrow$  1,5 k $\Omega$
12. SR1  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
13. SR2  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
14. R15  $\Rightarrow$  8,2 k $\Omega$
15. R16;R17;R18  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
16. Tr  $\Rightarrow$  Triac 10A/400V
17. DZ1  $\Rightarrow$  PL7V5Z
18. DZ2; DZ3  $\Rightarrow$  PL15Z
19. Thr  $\Rightarrow$  Vezi textul
20. PR  $\Rightarrow$  10PM4
21. T1;T3  $\Rightarrow$  BD 139
22. T2  $\Rightarrow$  BD 138



11. SR1  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
12. C1  $\Rightarrow$  47 nF/100V
13. C2  $\Rightarrow$  100  $\mu$ F/25V
14. C3; C4  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/100V
15. C5; C6; C7; C8  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
16. D1+D8  $\Rightarrow$  1N4002+4007
17. DZ1; DZ2  $\Rightarrow$  PL15Z
18. T1; T3  $\Rightarrow$  BC107B
19. T2; T4; T6  $\Rightarrow$  BD139
20. TH  $\Rightarrow$  T6N4
21. PR  $\Rightarrow$  6PM4
22. T5  $\Rightarrow$  BD138

## Figura 2

1. R1;R3;R10;R11;R13;R16  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
2. R2;R12  $\Rightarrow$  22 k $\Omega$
3. R4; R5  $\Rightarrow$  100  $\Omega$
4. R8; R20  $\Rightarrow$  200  $\Omega$
5. R7  $\Rightarrow$  22  $\Omega$
6. R9  $\Rightarrow$  6,8 k $\Omega$
7. R14  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
8. R15  $\Rightarrow$  330  $\Omega$
9. R17  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
10. R18;R21  $\Rightarrow$  270 $\Omega$
11. R19  $\Rightarrow$  1,5 k $\Omega$
12. SR1  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
13. SR2;SR3  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
14. P  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
15. D1+D9  $\Rightarrow$  1N4001+4007
16. DZ1  $\Rightarrow$  PL7V5Z
17. DZ2;DZ3  $\Rightarrow$  PL15Z
18. TH  $\Rightarrow$  T6N4
19. PR  $\Rightarrow$  6PM4
20. T1;T2  $\Rightarrow$  BC107B
21. T3;T4;T6  $\Rightarrow$  BD139

## Figura 3

1. R1;R3  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
2. R2  $\Rightarrow$  22 k $\Omega$
3. R4;R5  $\Rightarrow$  220  $\Omega$
4. R6;R13  $\Rightarrow$  270  $\Omega$
5. R7  $\Rightarrow$  27 k $\Omega$
6. R8  $\Rightarrow$  100  $\Omega$
7. R9  $\Rightarrow$  6,8 k $\Omega$
8. R10  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
9. R11  $\Rightarrow$  330  $\Omega$
10. R12  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
11. SR  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
12. C1  $\Rightarrow$  47 nF/100V
13. C2  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/400V
14. C3  $\Rightarrow$  100  $\mu$ F/25V
15. C4;C5;C8;C9  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
16. C6;C7  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/100V
17. D1+D4  $\Rightarrow$  1N4002+4007
18. DZ1; DZ2  $\Rightarrow$  PL15Z
19. T1; T3  $\Rightarrow$  BD 139
20. T2  $\Rightarrow$  BD 138
21. TH  $\Rightarrow$  T6N4
22. PR  $\Rightarrow$  6PM4
23. P  $\Rightarrow$  10k $\Omega$  (liniar)

## Figura 4

1. R1;R3;R11  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
2. R2  $\Rightarrow$  22 k $\Omega$
3. R4;R5  $\Rightarrow$  220  $\Omega$
4. R6; R19  $\Rightarrow$  270  $\Omega$
5. R7  $\Rightarrow$  6,8 k $\Omega$
6. R8  $\Rightarrow$  27 k $\Omega$
7. R9  $\Rightarrow$  100  $\Omega$
8. R10  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
9. R12  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
10. R13  $\Rightarrow$  330  $\Omega$

23. D1+D4  $\Rightarrow$  1N4001+4007
24. C1  $\Rightarrow$  47 nF/100V
25. C2  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/400V
26. C3  $\Rightarrow$  100  $\mu$ F/25V
27. C4;C5;C8;C9  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
28. C6;C7  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/100 V

## Figura 5

1. R1;R3;R11  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
2. R2  $\Rightarrow$  22 k $\Omega$
3. R4;R5  $\Rightarrow$  220  $\Omega$
4. R6;R20  $\Rightarrow$  270  $\Omega$
5. R7  $\Rightarrow$  6,8 k $\Omega$
6. R8  $\Rightarrow$  27 k $\Omega$
7. R9  $\Rightarrow$  100  $\Omega$
8. R10;R12;R13;R14  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$
9. R15  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
10. R16  $\Rightarrow$  2,2 k $\Omega$
11. R17  $\Rightarrow$  330  $\Omega$
12. R18  $\Rightarrow$  1,5 k $\Omega$
13. R19  $\Rightarrow$  4,7 k $\Omega$
14. SR1  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$  (liniar)
15. C1  $\Rightarrow$  47 nF/100V
16. C2  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/400V
17. C3  $\Rightarrow$  100  $\mu$ F/25V
18. C4;C5;C9;C10  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
19. C6  $\Rightarrow$  1  $\mu$ F/100V
20. C7;C8  $\Rightarrow$  0,1  $\mu$ F/100V
21. D1+D4  $\Rightarrow$  1N4002+4007
22. DZ1  $\Rightarrow$  PL5V6Z
23. DZ2  $\Rightarrow$  PL7V5Z
24. T1;T3  $\Rightarrow$  BD 139
25. T2  $\Rightarrow$  BD 138
26. Thr  $\Rightarrow$  Triac 6A/400V
27. PR  $\Rightarrow$  6PM4
28. P  $\Rightarrow$  25 k $\Omega$  (liniar)



# AMPLIFICATOR

## AUDIO HI-FI

### DE MARE PUTERE

Prof. ing. Emil MARIAN

În paginile revistei TEHNIUM au fost prezentate, de-a lungul timpului, foarte multe scheme de amplificatoare audio de putere, fiecare cu particularitățile și performanțele ei. Tendința actuală, de ultimă oră, este de a utiliza circuite integrate specializate, montaje relativ simpli de realizat, cu componente electrice bune și chiar foarte bune.

Construcția practică a unui amplificator de audiofrecvență de putere mare ( $P \geq 100$  W), care să dețină performanțe HI-FI, se poate face în mai multe moduri, fiecare dintre ele având avantaje și dezavantaje proprii. În ultimul timp a devenit curență folosirea unor circuite integrate specializate, de putere, astfel dimensionate încât să livreze puterea nominală ce se dorește a fi instalată în cadrul complexului electroacustic. Efectuând însă o analiză mai detaliată a acestui tip de soluție tehnică, dublată de un set de măsurători de parametri, în majoritatea cazurilor s-au constatat unele deficiențe, dintre care menționăm:

- majoritatea montajelor de acest tip livrează puterea nominală doar pentru o perioadă de timp limitată și mai ales doar în partea centrală a benzii de audiofrecvență. La extremitățile ei totdeauna intervin atenuări importante ale valorii puterii de ieșire;

- procentajele de distorsiuni armonice și de intermodulație (THD și TID) prezintă de cele mai multe ori valori apropiate de limitele de la care distorsiunile sunt sesizabile auditiv, în special în extremitățile benzii audio;

- amplificatoarele audio de putere realizate cu circuite integrate specializate de factură mass-media prezintă o capacitate destul de redusă la supraîncărcare. Depășirea puterii nominale livrate duce de cele mai multe ori la apariția distorsiunilor de tip CLIPPING (limitări), foarte supărătoare în momentul auditivei, la intermodulații sesizabile auditiv și nu de puține ori la ambalări termice care distrug ireversibil circuitul integrat de putere;

- unele circuite integrate de putere prezintă un factor de creștere a tensiunii (slew-rate) de valoare redusă (sub  $6V/\mu s$ ), fapt care implică funcționarea deficitară a acestora în timpul regimurilor tranzitorii și mai ales redarea cu intermodulații sesizabile (lipsă de claritate și deformări acustice) a semnalelor audio de frecvență înaltă;

- utilizarea unui circuit integrat specializat de tip amplificator audio de putere presupune folosirea schemei electrice tipice impusă de fabricant, alături de cablajul lui optim, iar unele corecții (necesare uneori pentru caracteristica de transfer amplitudine-frecvență, stabilitate etc.) sunt de cele mai multe ori imposibile;

- prețul de cost al unui circuit integrat specializat (audio de putere) este încă destul de ridicat pentru constructorul amator (elev, student etc.).

Ținând seama de acestea, s-a ales o schemă electrică a unui amplificator audio de putere care să nu prezinte deficiențele menționate anterior. Montajul este realizat cu componente electrice ușor procurabile și prezintă totodată performanțe electrice foarte bune, încadrabile cu ușurință în normele HI-FI.

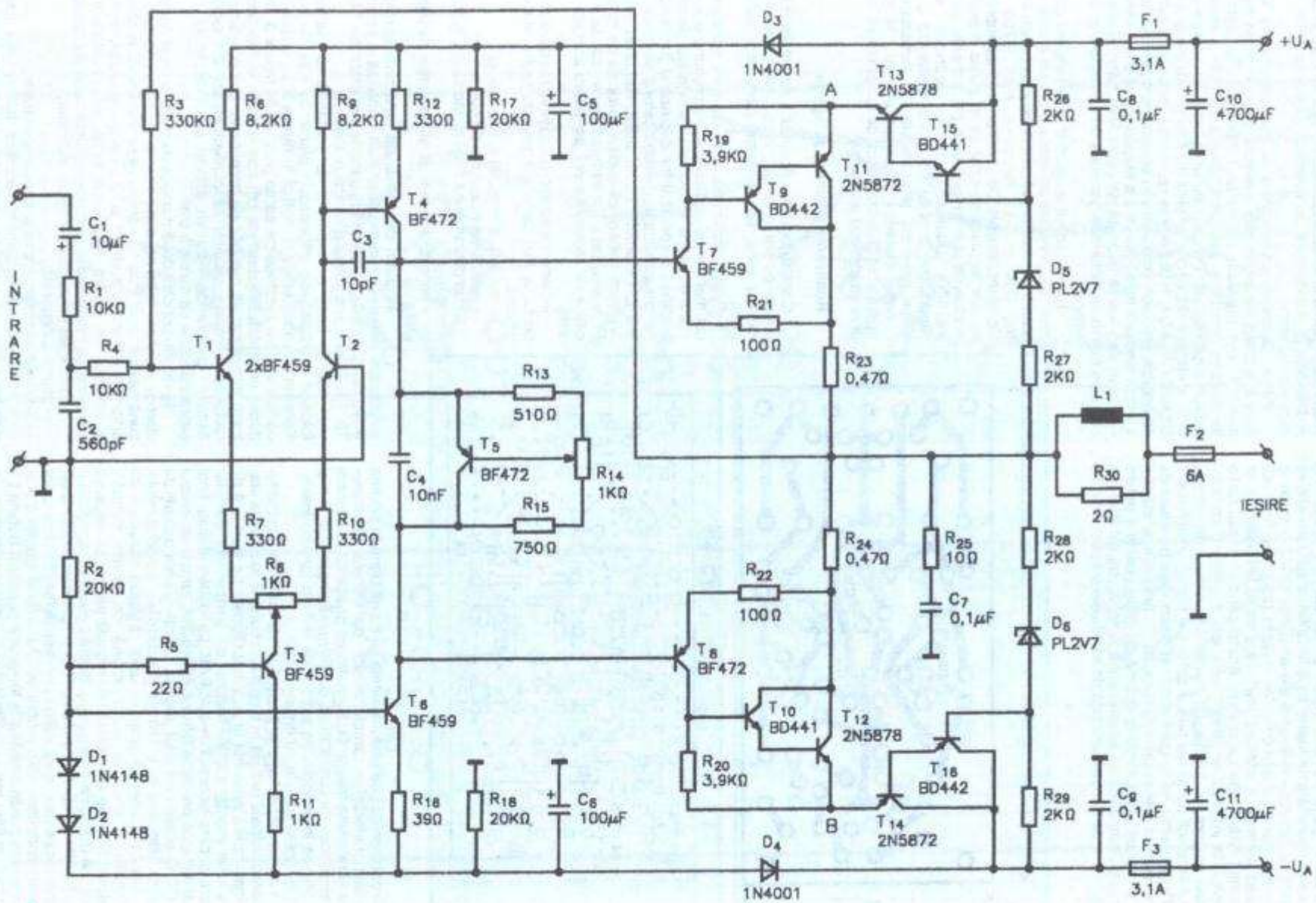
Schema amplificatorului este prezentată în figura 1. Montajul are următoarele performanțe:

- puterea nominală:  $P_n = 100W$  ( $Z = 4\Omega$ );
- capacitatea de supraîncărcare:  $C = 1,4$  ( $P_{ns} = 140W$ );
- puterea muzicală de vârf:  $P_{mv} = 270W$ ;
- tensiunea de alimentare:  $U_a = \pm 50V$ ;

- impedanța de intrare:  $Z_i = 20k\Omega$ ;
- impedanța de ieșire:  $Z_e = 4\Omega$ ;
- tensiunea de intrare:  $U_i = 250mV$ ;
- banda de frecvență:  $\Delta f = 14Hz - 22kHz$ ;
- atenuarea la capetele benzii de frecvență:  $A = 0,5dB$ ;
- raport semnal/zgomot:  $S/N \geq 75dB$ ;
- slew-rate:  $SR = 25V/\mu s$ ;
- distorsiuni armonice:  $THD \leq 0,02\%/1kHz$ ;  
 $THD \leq 0,14\%/16kHz$ ;  
 $THD \leq 0,1\%/25kHz$ ;
- distorsiuni de intermodulație:  $TID \leq 0,07\%$ .

Semnalul audio se aplică la intrarea montajului, prin intermediul condensatorului C1, etajului de intrare. Acesta reprezintă un amplificator diferențial, care conține tranzistoarele T1, T2 și T3. Grupul R1, R4, C2, amplasat la intrarea montajului, reprezintă un filtru trece-jos de tip T. El a fost prevăzut pentru a bloca semnalele electrice audio cu o frecvență mai mare de 25 kHz. În acest mod se evită din start atât amplificarea unor semnale ultrasonore ce ar putea proveni accidental de la sursa de semnale audio, cât și funcționarea necorespunzătoare generală a amplificatorului, evitându-se posibilitățile de apariție a unor intermodulații care ar scădea calitatea reproducerii programului muzical în zona frecvențelor medii-înalte. Analizând structura amplificatorului diferențial proprie etajului de intrare, se observă că în emitoarele tranzistoarelor T1 și T2 este amplasată o sarcină activă de tip generator de curent constant, format de tranzistorul T3 și componentele electrice aferente (R2, D1, D2, R5, R11). Această soluție îmbunătățește fundamental funcționarea amplificatorului diferențial, atât în privința impedanței sale de intrare, cât și în cea a liniarității caracteristicii de transfer tensiune-frecvență. Potentiometrul semireglabil R8 a fost prevăzut pentru reglajul off-setului amplificatorului, astfel încât în lipsa semnalului audio de intrare, prin difuzoarele incintei acustice (sarcina amplificatorului) să nu circule o componentă de curent continuu ( $I_{out} < 3mA$ ). Semnalul audio amplificat de către etajul de intrare este preluat din colectorul tranzistorului T2 și aplicat galvanic în baza tranzistorului T4. Acesta îndeplinește în cadrul montajului rolul etajului pilot, care asigură excursia maximă de tensiune a semnalului audio amplificat. Pentru optimizarea funcționării etajului pilot s-a prevăzut ca sarcină a lui un generator de curent constant, realizat cu ajutorul tranzistorului T5. Acest tip de configurație - deci sarcina activă - oferă avantajul realizării unei rezistențe echivalente mari în curent alternativ și mici în curent continuu. Urmarea imediată este obținerea unei amplificări foarte mari și totodată cu distorsiuni minime, a etajului pilot. Tranzistorul T5 împreună cu componentele R13, R14, R15, C4 formează o sursă de tensiune constantă de tip superdiodă, necesară polarizării în clasa de funcționare AB a etajului final. Analizând configurația schemei lui electrice, se observă că el prezintă o structură de tip cvasirepetor pe emitor. Tranzistoarele T7, T9 și T11 realizează un triplet de tip NPN, iar tranzistoarele T8, T10 și T12 un triplet complementar de tip PNP. Se mai observă că repetoarele pe emitor clasice, formate din cele două tranzistoare complementare de putere, sunt completate de prezența celor două etaje complementare, realizate de dubletul de tranzistoare T13 și T15 (de tip NPN) și T14 și T16 (de tip PNP). În pauze (lipsa semnalului audio de intrare), pe fiecare dintre cele două tranzistoare dublet este aplicată doar jumătate din valoarea tensiunii de alimentare, deoarece polarizarea acestora este

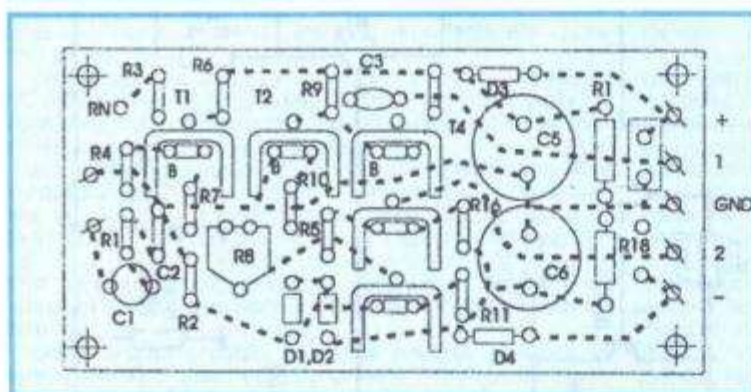
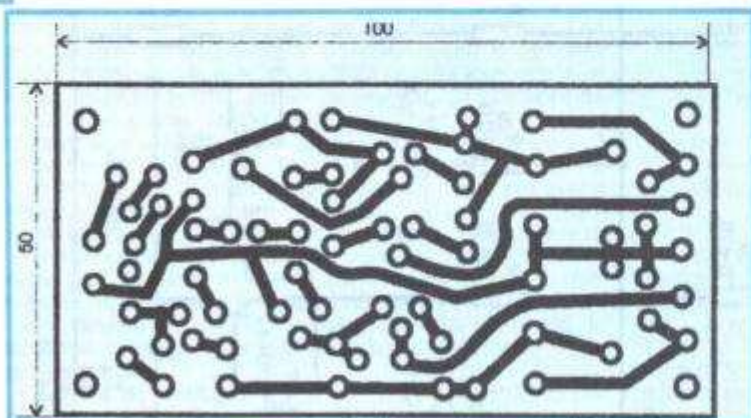






asigurată de grupurile R26,D5,R27 și R28,D6,R29. Acest mod de lucru îmbunătățește foarte mult liniaritatea caracteristicilor de transfer tensiune-frecvență ale amplificatorului și duce la obținerea unui slew-rate de valori ridicate (25 V/μs). Totodată disipația termică a etajului final este mult îmbunătățită în momentul livrării puterii nominale. Atunci când semnalul audio se aplică la intrarea amplificatorului, cei doi dubleți complementari asigură, în funcție de nivelul semnalului de intrare, nivelul tensiunii de alimentare a celor doi tripleți complementari. Deci, practic, se asigură excursia dinamică a punctului de funcționare ce definește amplificarea în tensiune a etajului final și, concomitent, livrarea optimă de către acesta a puterii de ieșire. Complexitatea acestei configurații a etajului final (un număr mare de tranzistoare față de montajele clasice) este pe

2



3

deplin compensată de performanțele lui foarte bune în privința liniarității perfecte a caracteristicilor de transfer tensiune-curent și tensiune-frecvență. Se remarcă posibilitatea obținerii unei amplificări de curent mari, cu distorsiuni nelineare și mai ales cele de intermodulație extrem de reduse (practic inexistente). Și acest lucru la puterea maximă.

Un alt avantaj esențial al acestui tip de etaj final îl constituie puterea disipată redusă în timpul funcționării. Alcătuirea etajului final implică prezența unei puteri disipate pe sfert față de cea a unui montaj clasic, realizat cu tranzistoare complementare și care lucrează în clasă AB. La ieșirea etajului final se mai remarcă prezența filtrului Boucherot, format din grupul R25, C7. El elimină complet posibila apariție a unor oscilații de frecvență ultrasonoră în timpul funcționării amplificatorului (mai ales în momentul apariției unor regimuri tranzitorii de funcționare și chiar la suprasarcină de scurtă durată). Rezistența R3 este amplasată într-o buclă de reacție negativă globală, ce definește în final amplificarea generală a montajului  $A = R3/(R1 + R4)$ . Rezistențele R23 și R24 reprezintă reacții negative locale de curent, care optimizează funcționarea celor doi tripleți complementari proprii etajului final al amplificatorului și totodată previn ambalarea termică a acestuia. Bobina L1 reprezintă un filtru trece-jos amplasat la ieșirea montajului, în

scopul diminuării influenței difuzoare-amplificator, sporindu-se stabilitatea în funcționare a acestuia (evitarea unor contreactii nedorite).

Pentru protecția suplimentară la suprasarcină de lungă durată a amplificatorului sau eventual scurtcircuit în incinta acustică, s-a prevăzut siguranța fuzibilă Fa. Tot pentru o funcționare optimă a amplificatorului s-au luat o serie de măsuri suplimentare. Pe căile de alimentare cu energie electrică a etajelor de intrare și pilot au fost prevăzute grupurile D3,R17,C5 și D4, R18,C6. Ele reprezintă rezervoare tampon de energie electrică amplasate în scopul menținerii constante a valorii tensiunii de alimentare a etajelor menționate anterior, indiferent de puterea debitată de etajul final, când la depășiri de puteri nominale tensiunea generală de alimentare ar putea scădea.

Tot în scopul asigurării unei tensiuni de alimentare generale de valoare pe cât posibil constantă, au fost prevăzute condensatoarele de filtraj C10 și C11 de valori mari (4700 μF). Condensatoarele C8 și C9 au rolul de suprimare a unor tensiuni parazite ce ar putea fi preluate accidental de amplificator pe traseele de alimentare (cablurile de la redresor etc.). Siguranțele fuzibile F1 și F3 realizează o protecție generală pe traseele de alimentare cu energie electrică a amplificatorului, în cazul apariției unei suprasarcini de lungă durată sau a unui scurtcircuit accidental.

### Realizarea practică și reglaje

Construirea amplificatorului de putere implică o serie de particularități, în vederea obținerii unui montaj care să confirme parametrii estimați inițial.

Pentru realizarea unei variante constructive cât mai simple și eficiente, se propune o succesiune de etape și operații intermediare, de corectitudine respectării lor depinzând fundamental calitatea montajului. Amplificatorul se poate realiza în variantele mono, stereo sau chiar cuadru. Se menționează că audia muzicală de nivel HI-FI implică cel puțin varianta stereo, ca atare indicațiile de montaj se vor da pentru această variantă.

În vederea asamblării optime, realizarea montajului a fost defalcată pe mai multe etape, și anume:

- realizarea modului de comandă;
- realizarea modului de putere;
- amplasamentul final al modulelor (variante stereo);
- considerații privind alimentarea cu energie electrică.

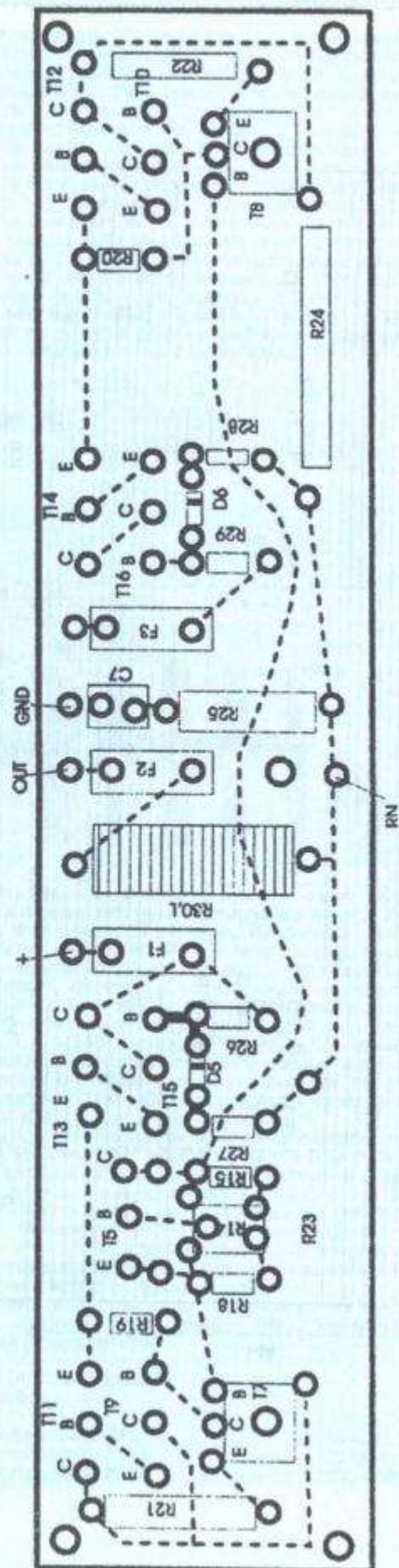
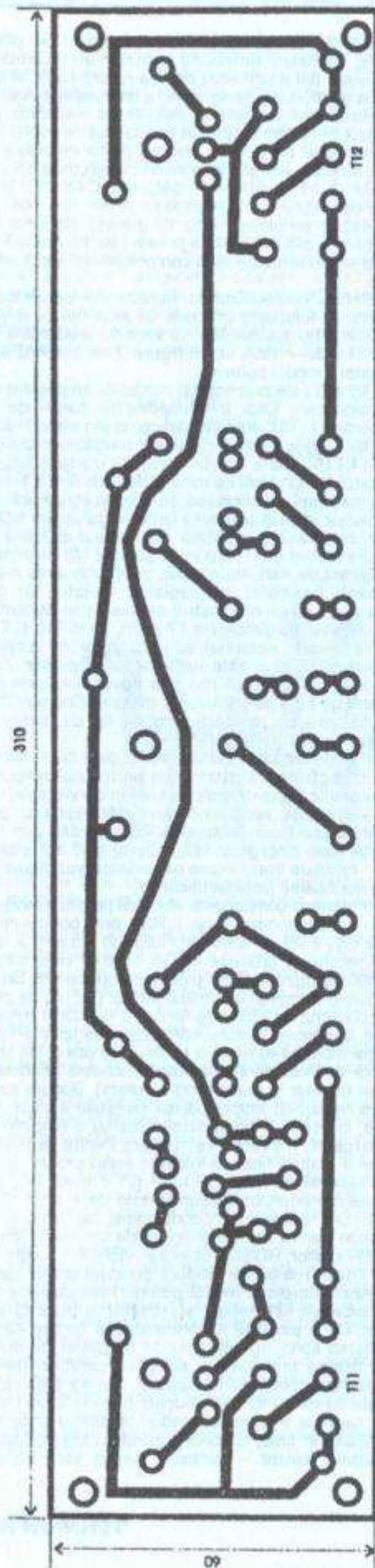
**Modulul de comandă** reprezintă partea de amplificare în tensiune a montajului ce urmează a comanda etajul final. Modulul de comandă conține tranzistoarele T1, T2, T3, T4, T6 și componentele electrice aferente.

Placa de bază a modului de comandă se realizează folosind o plăcuță de sticlătextolit placat cu folie de cupru. Schema de cablaj este prezentată în figura 2, iar amplasarea componentelor electrice pe ea se prezintă în figura 3. În vederea unei stabilități termice cât mai ridicate în funcționare, toate tranzistoarele menționate anterior au fost prevăzute cu radiatoare. Fiecare radiator se confecționează din tablă de aluminiu groasă de 1-2 mm, având profil de tip U, cu o suprafață totală de minim 6 cm<sup>2</sup>.

Se realizează câte două montaje modul comandă (variante stereo) identice, folosind componente electrice de cea mai bună calitate (vezi lista de componente prezentată la sfârșitul articolului). Tranzistoarele T1 și T2 se aleg cu același factor de amplificare în curent h21E. La realizarea modulelor de comandă se recomandă următoarea succesiune de operații:

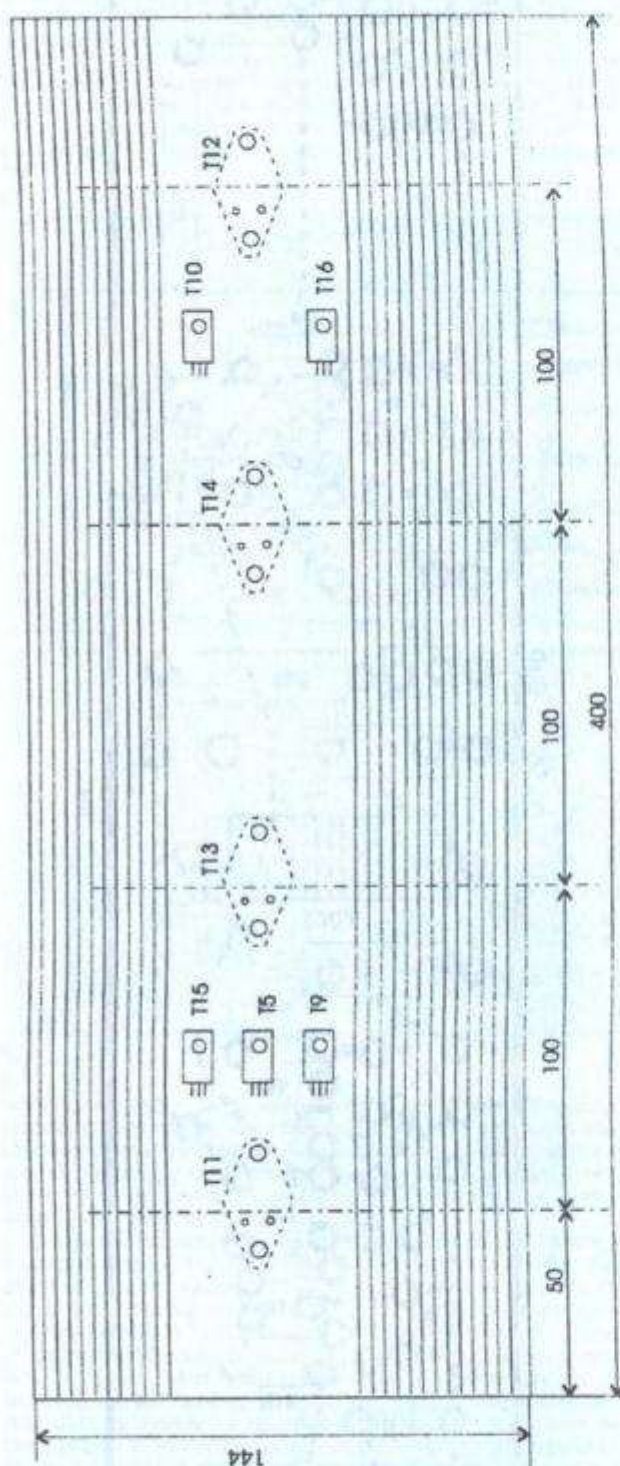
- realizarea plăcuțelor de cablaj imprimat;
- plantarea coselor;
- plantarea rezistoarelor și condensatoarelor;
- plantarea tranzistoarelor, acestea având deja fiecare radiatorul montat (șurub M3, șaibe plate și Grower, piuliță M3).







6



Înainte de plantarea tranzistoarelor pe plăcuța de cablaj imprimat, terminalul colector al fiecăruia se preformează (cu o pensetă) de așa natură încât să se obțină forma de montare de tip tripod a terminalelor. Acest gen de amplasament concurează la stabilitatea mecanică sporită a fiecărui tranzistor amplasat pe plăcuța de cablaj imprimat.

**Modulul de putere** conține placa de cablaj pe care sunt montate restul componentelor electrice ale amplificatorului (în afară de condensatoarele C10 și C11) și radiatorul ce conține tranzistoarele de putere (mai puțin T7 și T8, amplasate pe placa modul de putere). Schema de cablaj imprimat a plăcii modul de putere este prezentată în figura 4, iar amplasarea pe ea a componentelor electrice, în figura 5.

Pentru confecționarea radiatorului tranzistoarelor de putere se folosește un profil de aluminiu cu aripioare pe ambele fețe, asemănător cu varianta prezentată în figura 6 (144 x 30 x 400), iar în figura 7 se prezintă ansamblul radiator - modul putere.

Tot aici este prezentat și modul de amplasare a tranzistoarelor care intră în componența sursei de tensiune superdiodă (T5), dubleții Darlington din etajul final (T9, T11 și T10, T12) și sarcinii dinamice complementare (T13, T15 și T14, T16). Toate tranzistoarele se izolează față de placa radiator folosind folii de mică groasă de 0,2-0,3 mm, umectate cu vaselină siliconică. Prinderea mecanică a fiecărui tranzistor implică prezența izolației galvanice față de radiator a fiecăruia, realizată cu ajutorul șaburilor izolante, tubului izolat (prin care trece șurubul M3 de prindere) etc. Indiferent de varianta aleasă, după prinderea mecanică a fiecărui tranzistor pe radiator, izolația lor galvanică (măsurată cu un ohmmetru) trebuie să fie perfectă. În mod obligatoriu, tranzistoarele T7 și T6, T9 și T10 și T11 și T12 dețin (fiecare pereche) același factor de amplificare în curent  $h_{21E}$ . Mai este necesar ca tensiunile Zenner ale diodelor D5 și D6 să prezinte aceeași valoare pentru un curent de 12,5 mA (toleranța maximă fiind sub 2%).

Ordinea de realizare a modului de putere (variante stereo) este:

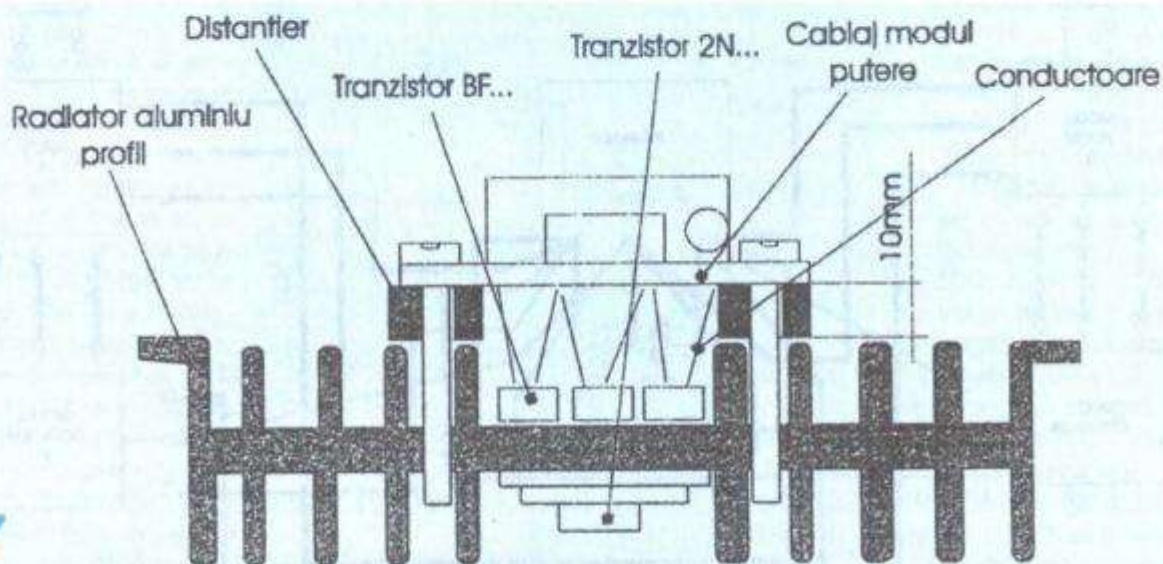
- realizare plăci cablaj modul de putere: fiecare placă se inscripționează ulterior (pe partea cu componente) cu simbolurile tranzistoarelor unde vin conexiunile;
- realizare radiatoare din profil aluminiu: găurile de fixare placa modul putere-radiator se dau prin corespondență (cele cinci găuri M3, radiator și  $\varnothing 3,2$ , placă);
- montare tranzistoare pe radiator (vezi figura 7) și ulterior verificarea izolației fiecăruia;
- montare componente electrice pe placa modul putere;
- confecționare grup L,R30 prin bobinarea pe R30 (2 $\Omega$ /5W) a 20 de spire din CuEm  $\varnothing 1,5$  mm și apoi sudura (paralel) a grupului L,R30. Ulterior cele două grupuri L,R30 se plantează pe plăcile modul putere. Se sudează, la fiecare terminal al tranzistoarelor (B,C,E) de pe radiator, conductorul multifilar de legătură cu placa modul de putere. Lungimea fiecărui conductor (de tip VLPY) se alege astfel încât să rămână o rezervă de cca 2 cm față de distanța optimă (pentru a putea manevra letconul introdus între radiator și placa modul putere). Sudura se face din spire cablaj, iar înspre partea cu piese a plăcii modul putere, capetele conductoarelor ies cu o lungime de cca 2 mm (pentru măsurători și reglaje). Pentru partea de curenți mari a etajului final se folosesc conductoare cu secțiunea echivalentă de cca 2,5 mm<sup>2</sup> ( $\varnothing 2$  multifilar), iar pentru restul conexiunilor secțiunea este de 1 mm<sup>2</sup> ( $\varnothing 1$  multifilar). Se recomandă conductoare cu izolație de culori diferite pentru fiecare terminal de tranzistor (de exemplu, ALB - emitor, ROȘU - colector, VERDE - bază).

După realizarea sudurii conductoarelor de legătură tranzistoare-placa modul putere, între aceasta și radiator (aripioarele lui) trebuie să rămână o distanță de cca 20 mm. Cu o pensetă se preformează fiecare conductor în vederea apropierei plăcii modul de putere de radiator pentru fixarea mecanică a acestora, conform desenului de ansamblu prezentat în figura 7. Se are grijă ca la prefurmarea să nu se forțeze sudurile (prefurmarea începe de la un capăt al montajului modul de putere și se termină la celălalt). În final, cu cele 5 șuruburi M3 și distanțieri (din material izolat - pertinax, textolit etc.) se realizează



rigidizarea mecanică a ansamblului modul-putere (vezi figura 7). Desigur că după realizarea practică a modulelor care intră în componența amplificatorului, acestea se asamblează într-un bloc compact unitar. Inițial se confecționează din tablă de fier, groasă de cca 1-1,5 mm (cu ranforsările de rezistență mecanică necesare), o cutie dreptunghiulară în care urmează să funcționeze amplificatorul. Se recomandă dimensiunea de 420 mm (general acceptată de majoritatea firmelor) pentru lungimea cutiei, 400 mm lungimea pereților laterali și 150 mm pentru înălțimea acesteia. Modulele de putere se amplasează pe cei doi pereți laterali ai cutiei. Pentru acest lucru se fac în ei decupări dreptunghiulare, pe unde vor trece lejere plăcile modul de putere, iar radiatoarele se fixează cu șuruburi direct pe pereții laterali, pentru a fi asigurată o disipație termică mai eficientă. Plăcile modul comandă se asamblează în interiorul cutiei, în dreptul bornelor 1 și 2 (unde există fizic superdioda). La asamblarea mecanică se folosesc distanțieri (realizați tot dintr-un material izolanț). Cutia metalică este prevăzută cu un

Se scot siguranțele de pe traseul de alimentare (F1 și F3) și la bornele lor se amplasează câte un miliampermetru înseriat cu câte o rezistență de cca  $50\Omega/3W$ . Se scoate ulterior și siguranța fuzibilă F2 și la bornele ei se conectează, de asemenea, un miliampermetru. Se ștrapează (se pun la masă) intrările amplificatorului. Se începe cu verificarea regimului static de funcționare. Pentru acest lucru, se acționează inițial potențimetrele semireglabile R3 și R14 pe o poziție "de mijloc" a cursorului. Se alimentează amplificatorul și acționând potențimetrul semireglabil R14 se stabilește un prim reglaj al curentului de mers în gol, de cca  $I_0 = 20\text{ mA}$ . Ulterior, se acționează cu grijă cursorul potențimetrului semireglabil R8, astfel ca prin rezistența de sarcină amplasată la ieșirea amplificatorului să treacă un curent de valoare sub  $10\text{ mA}$  ( $I_s < 10\text{ mA}$ ). Se verifică cu ajutorul unui voltmetru de curent continuu dacă la bornele rezistențelor amplasate în serie cu miliampermetrele de pe circuitele de alimentare apare o cădere mare de tensiune (mai simplu, dacă se încălzesc). Dacă pe una (sau



panou frontal (pe care se amplasează comenzile) și capac detașabil (prins în șuruburi cu cap ornament - de exemplu, cap-cruce).

**Redresorul** care alimentează amplificatorul cu energie electrică se dimensionează pentru o putere de cca 300 W, fiind capabil să livreze în regim de lungă durată, pe fiecare coloană a tensiunii continue de alimentare  $U_A = \pm 50\text{ V}$ , un curent minim de 6,5 A. Pentru un filtraj suplimentar al tensiunii  $U_A$  s-au prevăzut condensatoarele electrolitice C10 și C11 de capacitate mare ( $4700\text{ }\mu\text{F}/63\text{ V}$ ). Ele se amplasează fizic în imediata apropiere a blocului de alimentare (transformator + redresor).

Schema de cablaj a amplificatorului se realizează conform variantei prezentate în figura 8. Se observă existența traseelor diferite pentru alimentarea cu energie electrică a modulelor de comandă (VPLY Ø1) și a modulelor de putere (VPLY Ø2,5). Acest amplasament elimină din start posibilitatea apariției unui zgomot de fond din cauza rezistențelor și curenților diferiți solicitați de cele două tipuri de module proprii amplificatorului (evitarea așa-numitei "bucle de masă").

Redresorul este prevăzut în imediata lui apropiere cu o placă de borne dotată cu câte cinci cose (dimensionate conform curenților solicitați) pe fiecare ramură de alimentare (plus, masă și minus). De la placa de borne a redresorului se duc conductoarele de alimentare către fiecare modul, pe traseul cel mai scurt (vezi figura 8).

**Reglajele amplificatorului** încep printr-o verificare de ansamblu a corectitudinii efectuării tuturor conexiunilor galvanice. Ulterior se efectuează reglajele pentru fiecare canal al amplificatorului (L și ulterior R).

Se amplasează la ieșirea amplificatorului câte o rezistență de cca  $150\text{ }\Omega/3W$ .

ambele) ramuri de alimentare apare un curent mare ce nu poate fi micșorat prin reglajele menționate anterior, înseamnă că s-a făcut o greșală (de cablaj, componentă defectă etc.). Amplificatorul se scoate de sub tensiune și se caută să se elimine eroarea. În cazul în care reglajele  $I_0$  și  $I_s$  sunt posibile, se întrerupe alimentarea amplificatorului, se elimină rezistențele înseriate cu miliampermetrele din circuitul de alimentare și se reiau reglajele pentru valorile finale pentru curenții  $I_0 = 70\text{ mA}$ ,  $I_s \leq 3\text{ mA}$  (teoretic  $I_s = 0$ ,  $U_{ieșire} = 0$ ). Ulterior se verifică prezența tensiunii de cca 25V în punctele A și B (pozitivă A, negativă B) și lipsa tensiunii continue ( $U_s = 0$ ) la ieșirea amplificatorului. Reglajele efectuate pentru canalul L se reiau apoi (în aceeași ordine) și pentru canalul R.

După aceste reglaje se întrerupe alimentarea amplificatorului, se remontează siguranțele fuzibile și se trece la verificarea lui dinamică (evident, se înlătură ștrapurile de la intrări).

Se amplasează la ieșirile amplificatorului câte o rezistență de  $4\text{ }\Omega/100W$  și se face verificarea dinamică, utilizând un generator de audiofrecvență și un osciloscop cu spot dublu.

Se verifică liniaritatea caracteristicii de transfer în banda audio (precizată inițial) și forma de undă a semnalului de ieșire (eventual utilizând un distorsiometru).

O dată realizat și reglat, amplificatorul va confirma pe deplin parametrii tehnici precizați inițial, încadrându-se cu ușurință în normele HI-FI.

#### LISTA DE COMPONENTE Rezistoare

R1 - rezistență tip RPM	10 k $\Omega$ /0,5 W
R2 - rezistență tip RPM	20 k $\Omega$ /0,5 W
R3 - rezistență tip RPM	330 k $\Omega$ /0,5 W



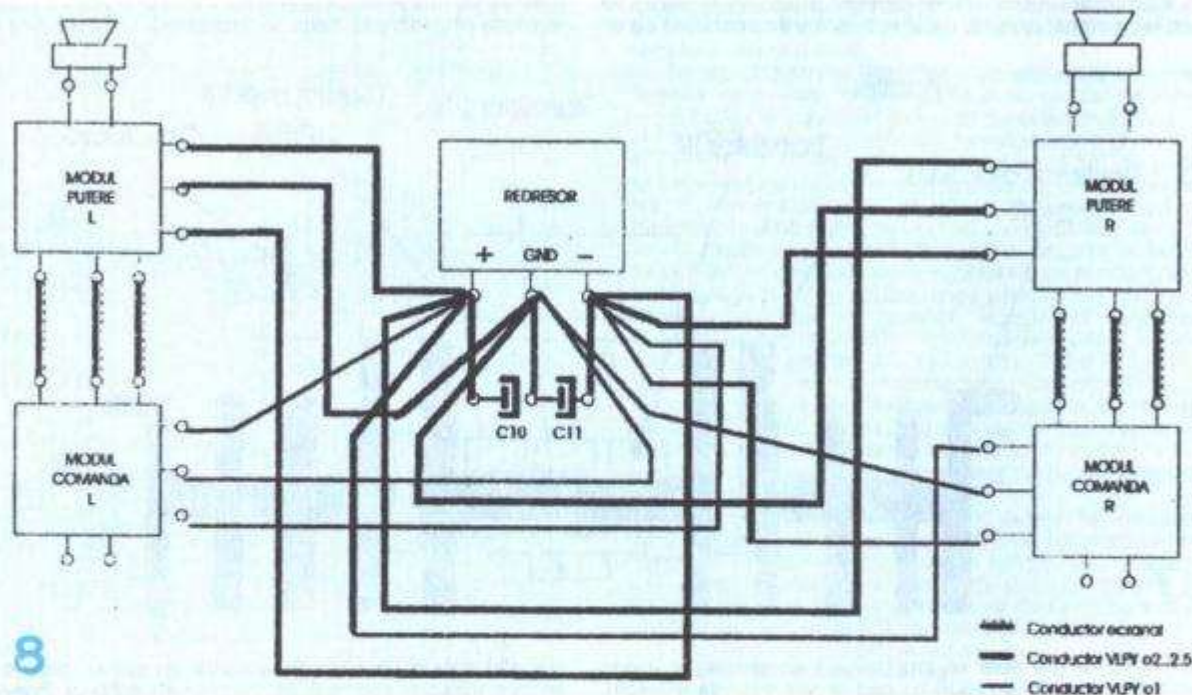
R4 - rezistență tip RPM  
R5 - rezistență tip RPM  
R6 - rezistență tip RPM  
R7 - rezistență tip RPM  
R8 - potențiomtru semireglabil  
R9 - rezistență tip RPM  
R10 - rezistență tip RPM  
R11 - rezistență tip RPM  
R12 - rezistență tip RPM  
R13 - rezistență tip RCG  
R14 - potențiomtru semireglabil  
R15 - rezistență tip RCG  
R16 - rezistență tip RPM  
R17 - rezistență tip RCG  
R18 - rezistență tip RCG  
R19 - rezistență tip RCG

10 k $\Omega$ /0,5 W  
22  $\Omega$ /0,5 W  
8,2 k $\Omega$ /0,5 W  
330  $\Omega$ /0,5 W  
1 k $\Omega$   
8,2 k $\Omega$ /0,5 W  
330  $\Omega$ /0,5 W  
1 k $\Omega$ /0,5 W  
330  $\Omega$ /0,5 W  
510  $\Omega$ /0,5 W  
1 k $\Omega$   
750  $\Omega$ /0,5 W  
39  $\Omega$ /0,5 W  
20 k $\Omega$ /0,5 W  
20 k $\Omega$ /0,5 W  
3,9 k $\Omega$ /0,5 W

D2 - 1N4148  
D3 - 1N4001 + 1N4007  
D4 - 1N3001 + 1N4007  
D5 - PL2V7  
D6 - PL2V7

#### Tranzistoare

T1 - BF 459  
T2 - BF 459  
T3 - BF 459  
T4 - BF 472  
T5 - BF 472  
T6 - BF 459  
T7 - BF 459  
T8 - BF 472



8

R20 - rezistență tip RCG  
R21 - rezistență tip RCG  
R22 - rezistență tip RCG  
R23 - rezistență bobinată  
R24 - rezistență bobinată  
R25 - rezistență tip RCG  
R26 - rezistență tip RCG  
R27 - rezistență tip RCG  
R28 - rezistență tip RCG  
R29 - rezistență tip RCG  
R30 - rezistență bobinată

3,9 k $\Omega$ /0,5 W  
100  $\Omega$ /2 W  
100  $\Omega$ /5 W  
0,47  $\Omega$ /5 W  
0,47  $\Omega$ /5 W  
10  $\Omega$ /2 W  
2 k $\Omega$ /2 W  
2 k $\Omega$ /2 W  
2 k $\Omega$ /2 W  
2 k $\Omega$ /2 W  
2 k $\Omega$ /5 W

T9 - BD 442  
T10 - BD 441  
T11 - 2N5872  
T12 - 2N5878  
T13 - 2N5878  
T14 - 2N5872  
T15 - BD 441  
T16 - BD 442

**Notă.** Tranzistoare cu același h21E: T1 și T2; T7 și T8; T9 și T10; T11 și T12.

#### Siguranțe fuzibile

F1 - 3,1 A  
F2 - 6 A  
F3 - 3,1 A

#### BIBLIOGRAFIE

1. JOHN MARCUS - ELECTRONIC CIRCUITS MANUAL - Mc. Graw Hill Book Company - 1981
2. NAICU S., MARIAN E. - 101 MONTAJE PRACTICE DE AMPLIFICATOARE AUDIO DE PUTERE - Editura NAȚIONAL - 1998
3. \*\*\* Revista WIRELESS WORLD - 1988
4. \*\*\* Colecția revistei TEHNIIUM - 1980 2000

#### Condensatoare

C1 - condensator cu TANTAL 10  $\mu$ F/35 V  
C2 - condensator ceramic 560 pF/25 V  
C3 - condensator ceramic 10 pF/100 V  
C4 - condensator mylar 10 nF/100 V  
C5 - condensator electrolitic 100  $\mu$ F/63 V (EG 6100)  
C6 - condensator electrolitic 100  $\mu$ F/63 V (EG 6100)  
C7 - condensator mylar 0,1  $\mu$ F/250 V  
C8 - condensator mylar 0,1  $\mu$ F/250 V  
C9 - condensator mylar 0,1  $\mu$ F/250 V  
C10 - condensator electrolitic 4700  $\mu$ F/63 V (EG 7600)  
C11 - condensator electrolitic 4700  $\mu$ F/63 V (EG 7600)

#### Diode

D1 - 1N4148



Se știe că majoritatea plăcilor audio de calculatoare, fie integrate sau nu pe placa de bază, oferă o intrare de linie (LINE IN), una de microfon și o ieșire stereo.

Deseori se dorește folosirea intrării de microfon la realizarea unor înregistrări, mai ales de către cei care vor să "facă" muzică cu ajutorul computerului. Aceasta poate fi o problemă, deoarece intrarea de microfon prezintă la mai toate plăcile un raport semnal/zgomot foarte slab, acest lucru reflectându-se în înregistrările făcute. De asemenea, nu se pot utiliza microfoane de calitate dotate cu "Phantom Power". De cele mai multe ori se recurge la achiziționarea unor plăci de peste 200 de dolari, plăci profesionale chiar cum sunt cele din seria DELTA, care pot oferi performanțele necesare.

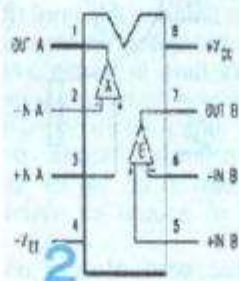
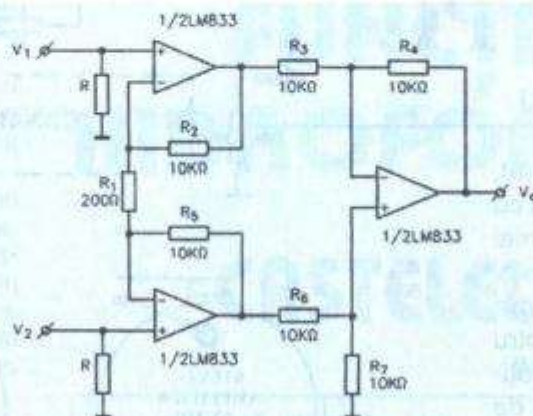
Însă mai este o posibilitate. Se știe că intrarea de linie oferă un raport semnal/zgomot mult mai bun. Cu ajutorul unui preamplificator de calitate conectat la intrarea de linie, înregistrările de microfon se vor îmbunătăți considerabil.

Schema preamplificatorului este dată în figura 1.

Preamplificatorul este realizat cu circuitul LM833 produs de National Semiconductor. Performanțele sale sunt foarte bune în comparație cu LM381 sau LM387, nereușind însă să le depășească pe cele ale circuitelor de la divizia Burr-Brown de la Texas Instruments (OPA2604, 285). Pentru o bună rejecție se vor lua valorile  $R_2=R_5$ ,  $R_3=R_6$ ,  $R_4=R_7$ . Valoarea rezistenței  $R$  se va lua de  $10k\Omega$ . Cu  $R_1=200\Omega$ , amplificarea este de circa 100. Se vor utiliza 3 operaționale pentru realizarea montajului stereo. Se vor utiliza câte două capacitatoare de decuplaj, montate pe fiecare ramură

# ADAPTOR pentru PLACA AUDIO

Elev Florin GOGIANU



a alimentării (+/-15V), unul nepolarizat de  $100\text{ nF}$  și unul electrolitic de  $47\text{ }\mu\text{F}$ , ambele la 63V.

Capsula circuitului LM833 este prezentată în figura 2.

Performanțele montajului sunt date aproape în exclusivitate de operațional. Acesta are distorsiuni reduse ( $0,002\%$ ), banda de frecvență de  $10\text{ MHz}$ , viteza de variație a tensiunii  $7\text{ V}/\mu\text{s}$ , zgomot redus.

Pentru alimentare se va utiliza un transformator de  $2 \times 16\text{ V}$ ,  $500\text{ mA}$ , două stabilizatoare de  $15\text{ V}$  (pozitiv și negativ) și două celule

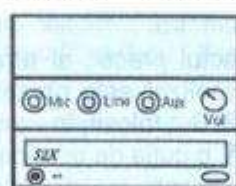
de filtraj de minimum  $3300\text{ }\mu\text{F}/25\text{ V}$ .

Se poate realiza și un adaptor care să transforme tensiunea de  $12\text{ V}$  a sursei computerului în tensiune diferențială, astfel întreg montajul va putea fi amplasat în carcasa calculatorului, însă cu ecranare corespunzătoare a cablajului și a conductoarelor

de semnal mic.

În continuare este prezentată o variantă de plasare a mufelor pe carcasa calculatorului (fig. 3). Pentru aceasta se pot utiliza lăcașele de  $5,25\text{ inch}$  destinate CD-ROM-ului sau DVD Player-ului. În acest spațiu se va așeza de fapt întreg montajul. Mufele se vor așeza în funcție de necesitățile utilizatorului, astfel improvizându-se un "drive-by" extern care însoțește plăcile audio performante, dar care sunt și foarte scumpe. Avantajul plasării mufelor pe carcasă este evident pentru cei care fac diferite înregistrări pe calculator și care trebuie să umble tot timpul în spate, la mufele plăcii audio. Cablurile ecranate se vor scoate în spate, prin spațiul care ar trebui folosit de un card de extensie, sau se va face o gaură în carcasă.

ATENȚIE! Montajul nu poate fi realizat de cei care au calculatorul în garanție deoarece orice schimbare în carcasă duce la pierderea garanției.



3



# AMPLIFICATOR DE SUNET STEREO PENTRU PC

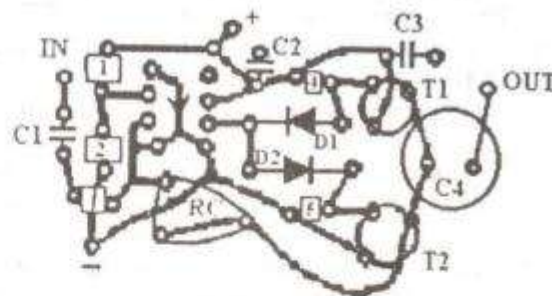
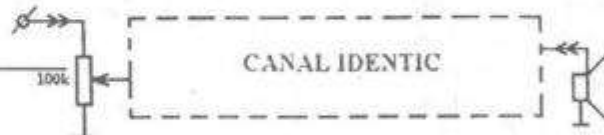
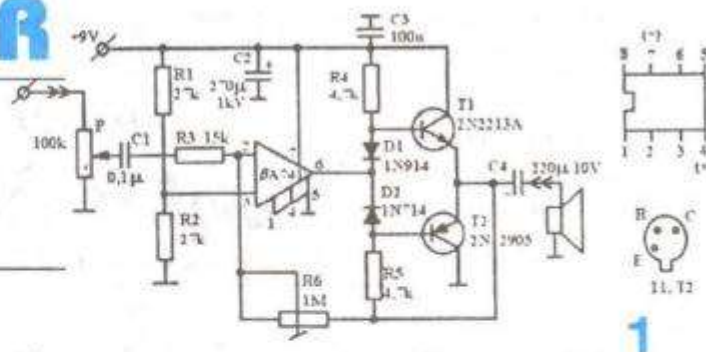
Elev Radu UNGUREANU

PC-ul pe care l-am cumpărat, "Second Hand", este prevăzut cu o placă de sunet (de tip mai vechi, evident) cu ieșire stereo, dar numai în căști de mare impedanță și mică putere. Pentru a putea folosi două boxe de câțiva wați, în care să pot audia, de pe CD-uri, muzica preferată, am realizat un amplificator de putere de AF cu două canale.

Schema de principiu este prezentată în **figura 1**. Este vorba de două canale de amplificare clasice, fiecare format din câte un CI tip  $\beta A741N$  și o pereche de tranzistoare complementare finale de tip 2N2219A și 2N2905.

Semnalul AF stereo de la placa de sunet este adus prin intermediul unui conector coaxial stereo tată, prin trei conductoare, la cele două potențioetre (P) de intrare, cu ajutorul cărora se realizează balansul sunetului în cele două boxe (stânga-dreapta). Ieșirile din amplificatoarele finale se realizează prin condensatoarele C4 și două perechi de conectoare mono, mamă și tată, de cablu (ale boxelor).

Amplificatorul se alimentează cu +9V (tot prin intermediul unei perechi de conectoare mono) de la un alimentator universal portabil, folosit pentru radioreceptoare și casetofoane.



Aspectul practic al amplificatorului realizat este prezentat în **figura 2**. S-a folosit, în calitate de carcasă, o cutie de medicamente din polistiren cu dimensiunile  $\varnothing 78 \times h 28$ . Pentru practicarea diferitelor orificii rotunde s-a folosit un cui încălzit la aragaz. Circuitul imprimat la scara 1:1 pe sticloteolit simplu placat (**figura 3**) are aceeași formă rotundă ca și a cutiei, cu două grupe de trasee identice.

În **figura 4** se prezintă modul de echipare a unui canal de amplificare (celălalt fiind identic).

Pentru reglajul amplificatorului este nevoie de un generator de AF și un osciloscop catodic, dar cum se întâmplă în cadrul construcțiilor de amatori, nu neapărat. Reglajul cu ajutorul potențometrului trimer R6 este hotărâtor.



S-a spus în repetate rânduri și cu diferite ocazii că agricultura și industria alimentară din țară sunt energofage. În simpozioane și sesiuni de comunicări științifice organizate de ASAS sau de institute de cercetare, precum și în mass-media, specialiști din domeniu au arătat că pe unitatea de produs se consumă de 2,5-3 ori mai multă energie electrică decât în unele țări dezvoltate.

Un exemplu de consum nejustificat, iar în unele cazuri chiar irațional, îl constituie castelele de apă și hidrofoarele din fermele și unitățile cu profil agricol, zootehnic sau de industrie alimentară.

Și în prezent sunt în țară mii de castele de apă și sute de hidrofoare, care alimentează unități agroindustriale, ferme, sate și comune. Din zecile de castele de apă pe care autorul a avut ocazia să le vadă în cei peste 40 de ani de activitate, nici unul nu era automatizat.

În unele cazuri, din păcate și cele mai puține, conducerea unității numea un salariat (de regulă pe electrician sau un paznic) să se ocupe de funcționarea castelului de apă sau a hidroforului. Acesta pornea pompa electrică de alimentare cu apă și în momentul când apa începea să curgă din castel pe la "prea plin" o oprea. Atunci când apa din bazinul castelului era pe terminate se repornea tot manual electropompa. Teoretic acest mod de procedură era corect, dar în practică el nu se respecta. De cele mai multe ori, surplusul de apă, timp de ore, uneori chiar zile, era deversat la canalizare. La cele mai multe, o dată pornită pompa de apă, aceasta nu se mai oprea decât în cazul defecării sau când se curăța bazinul de impurități. Cum o astfel de pompă (de regulă de tip HEBE) are o putere de 7 kW, în 24 de ore consuma 168

# ECHIPAMENT pentru AUTOMATIZAREA FUNCȚIONĂRII HIDROFÔARELOR și CASTELELOR de APĂ

Prof. dr. ing. Sorin PISCATI

kWh, iar într-o lună  $168 \times 30 = 5140$  kWh. Dacă înmulțim această cifră cu miile de castele de apă și hidrofoare și cu costul actual al unui kWh se obțin niște consumuri enorme de sute de miliarde de lei anual.

Printr-o simplă automatizare, care costă în jur de 1 milion lei, acest consum se reduce în medie de 24 de ore.

Cu alte cuvinte este suficient, chiar și în cele mai defavorabile situații, ca pompa electrică să funcționeze numai o oră, pentru a acoperi consumul de apă al unității pe 24 de ore.

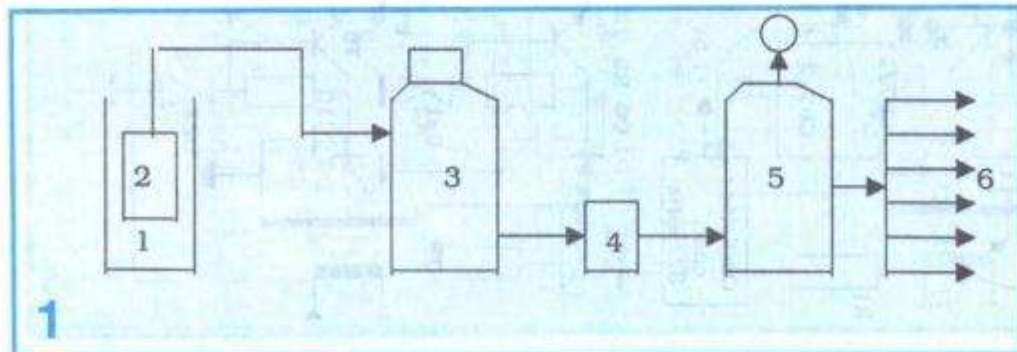
Este adevărat că în documentația de fabricație este prevăzut un dispozitiv cu plutitor și cabluri, destinat să oprească și să pornească pompa castelului de apă atunci când este necesar. Acest dispozitiv este însă nepractic, uzat moral și nu funcționează nicăieri. Dacă este

montat, în scurt timp ruginește și se blochează. Din această cauză, la montarea majorității castelurilor de apă nici nu a fost luat în considerare.

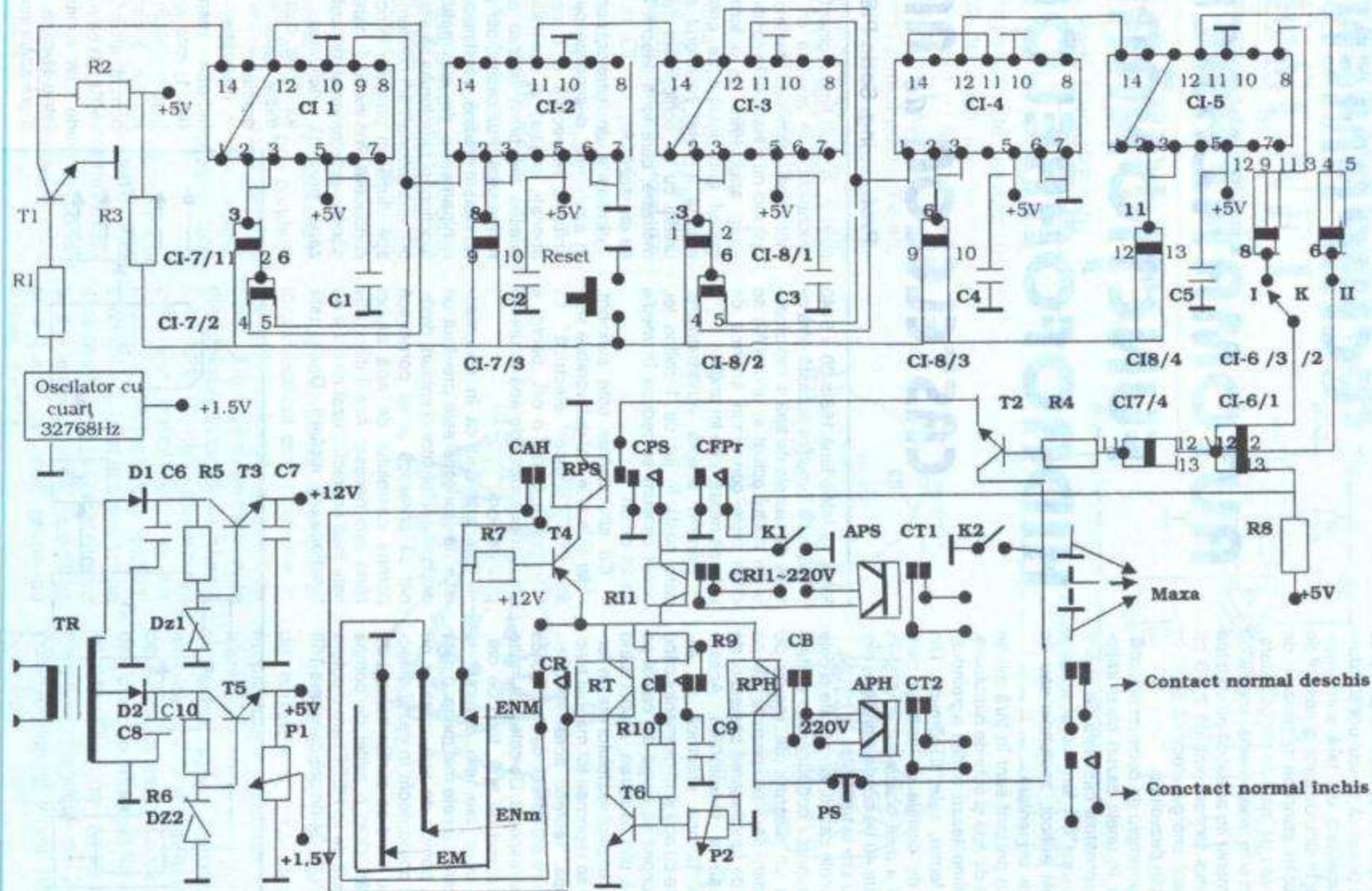
În anul 1999, la o fermă din cadrul unui institut de cercetare, autorul a dotat hidroforul acestei unități cu un echipament de automatizare, care va fi descris în cele ce urmează.

Instalația de hidrofor, construită în anul 1948, deservește pe lângă unitatea respectivă și o serie de abonați, angajați ai acesteia. Cum aceștia din urmă utilizau apa nu numai pentru uz casnic, dar și pentru udat în grădină, a fost necesar ca echipamentul de automatizare a funcționării hidroforului să aibă posibilitatea raționalizării consumului de apă, după un program întocmit de conducere. Prin modul în care a fost gândit, echipamentul de automatizare prezintă facilitatea de a funcționa după mai multe astfel de programe.

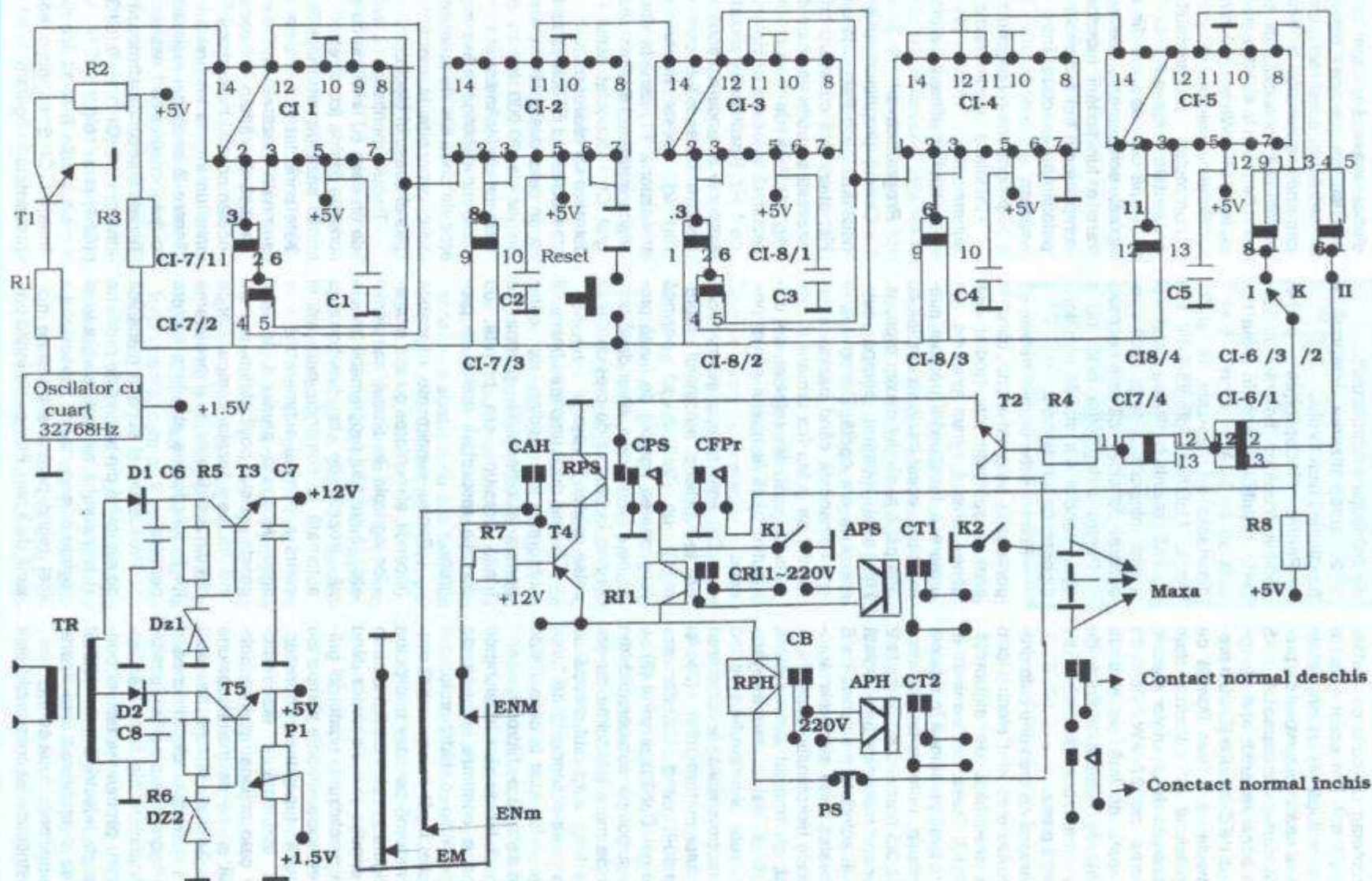
Instalația de hidrofor respectivă (fig. 1) este alcătuită în principal din următoarele ansambluri: pompă electrică tip HEBE (1) cu o putere de 7 kW, submersată într-o fântână (2) de mare adâncime,













Pompa HEBE debitează apa într-un bazin subteran (3) cu o capacitate utilă de 25 m<sup>3</sup>. Din acest bazin o pompă centrifugă (4) cu cinci etaje pompează apa în rezervorul de presiune (5), care are o capacitate de 5 m<sup>3</sup>. Din acest rezervor apa ajunge în rețeaua de distribuție (6) cu o presiune medie de 3 barr. Pompa de înaltă presiune (4) cu cinci etaje este antrenată de un motor electric cu puterea de 27 kW. Această pompă este dublată de a doua (identică), de rezervă. Pompa de rezervă lucrează numai când se defectează prima.

Rezervorul de presiune este prevăzut cu un presostat electric și o supapă mecanică de siguranță. Presostatul, care determină în ultimă instanță presiunea în rețeaua de distribuție, oprește pompa centrifugă la 3,5 barr și o pornește la 2 barr. Supapa mecanică este reglată să devină activă la presiunea de 5 barr. Acestea erau singurele automatizări ale hidroforului respectiv.

Inițial, un angajat avea sarcina permanentă de a supraveghea funcționarea hidroforului, oprind pompa submersibilă la umplerea rezervorului intermediar (3) și repornindu-l când acesta era aproape gol. Dacă rezervorul (3) se umplea și pompa submersibilă din fântâna de mare adâncime nu era oprită la timp, surplusul de apă se scurgea printr-o conductă de "prea plin" într-un lac aflat la câteva sute de metri distanță de hidrofor.

Datorită funcționării îndelungate și aproape continue, pompa de înaltă presiune a hidroforului s-a uzat, astfel încât în anul 1999 presiunea maximă pe care mai putea să o asigure era de cca 2,5 barr. În aceste condiții, mai ales vara când abonații practicau și udatul în grădinile personale, ambele pompe ale hidroforului funcționau nonstop. Puterea însumată a electromotoarelor care acționau pompa submersibilă și cea de înaltă presiune fiind de 34 kW, factura de plată lunară a curentului electric avea o valoare enormă în raport cu posibilitățile financiare ale firmei respective. Pentru diminuarea facturii pentru energia electrică s-a hotărât realizarea și montarea unui aparat care să realizeze două cerințe:

1. restricționarea consumului ilicit

de apă potabilă preluată din rețeaua de distribuție a hidroforului;

2. automatizarea integrală a funcționării hidroforului.

Pentru îndeplinirea primei condiții (conform hotărârii conducerii), distribuția apei în rețea trebuia să se facă între orele 6 și 9 dimineața și respectiv 18 și 21 seara. Automatul programabil trebuia să prezinte facilitatea stabilirii și a altor intervale de timp, dacă conducerea considera că este necesar.

Pentru îndeplinirea celei de a doua condiții s-a stabilit următorul algoritm de funcționare:

- Pompa submersibilă trebuie să pornească automat atunci când în bazinul subteran intermediar apa atinge nivelul minim prescris. Ca urmare a funcționării pompei submersibile, acest bazin se umplea cu apă până la nivelul maxim prescris. Din acel moment pompa submersibilă era oprită. Repornirea ei era comandată când bazinul intermediar se golea (ca urmare a consumului apei din rețeaua de distribuție) până la nivelul minim prescris.

- Când timp pompa submersibilă era în funcțiune, automatul programabil nu trebuia să permită funcționarea pompei de înaltă presiune a hidroforului, chiar dacă presiunea în bazinul de presiune și în rețea scădea la zero.

- Numai după umplerea bazinului subteran intermediar de către pompa submersibilă, pompa de înaltă presiune era pornită, cu condiția respectării orelor de program.

- Pentru evenimente deosebite (incendii, alimentarea cu apă a utilajelor agricole în timpul campaniei etc.), automatul programabil trebuia să treacă de la funcționarea automată la comanda manuală și invers a pompei submersibile și a celei de înaltă presiune. În felul acesta exista posibilitatea pornirii individuale a acestor pompe la orice oră din zi și din noapte și menținerea lor în funcțiune atât timp cât era necesar.

Presostatul și supapa mecanică de siguranță din bazinul de presiune al hidroforului au fost menținute și reglate corespunzător. Presostatul a fost reglat pentru o presiune maximă de 3 barr. Pompa de înaltă pre-

siune a fost recondiționată, presiunea maximă a apei la ieșirea acesteia fiind de cca 6 barr.

Montând acest echipament de comandă automată a funcționării hidroforului, consumul zilnic s-a redus de la 648 kWh la 42 kWh, iar cel lunar de la 19440 kWh la 1260 kWh.

Schema electrică de principiu a automatului programabil este prezentată în figura 2.

După cum se vede din această figură, echipamentul de automatizare a funcționării hidroforului se compune din trei ansambluri principale interconectate între ele, și anume:

- programatorul propriu-zis;
- instalația de comandă a pompei submersibile;
- etajul de alimentare.

### Programatorul

Ceasul programatorului (fig. 2) oscilează pe o frecvență de 32768 Hz, stabilizată cu cuarț. La ieșirea acestuia se obțin semnale de 0,9 V (fig. 4) față de masă. Frecvența rezultată la ieșirea oscilatorului este de 1 Hz. Rezultă că perioada dintre fronturile anterioare a două semnale pozitive consecutive este de 2 s (fig. 2). Aceste fronturi deschid tranzistorul T1, care la rândul său atacă intrarea 14 a circuitului integrat CI 1 conectat astfel încât să formeze un divizor cu 3.

Oscilatorul cu cuarț a fost luat de la un ceas deșteptător (care costă în jur de 30.000 lei) la care s-a defectat partea mecanică.

S-au identificat masa montajului și cele două fire de la ieșirea acestuia, conectate la motorul pas cu pas al ceasului electronic.

Trebuie menționat că este vorba de un ceas cu limbi, nu cu afișaj cu cristale lichide (cu cifre).

În baza tranzistorului T1 (fig. 2) este conectat firul la care se obțin semnale pozitive față de masă. Celălalt fir rămâne neconectat. În aceste condiții tranzistorul T1 transmite un impuls integratului CI 1 la fiecare 2 secunde. Ieșirea 9 a circuitului integrat CI 1 este activată la fiecare 6 secunde. Urmează apoi un divizor cu 5 (CI 2), cu 9 (CI 3), cu 10 (CI 4) și cu 16 (CI 5).

La ieșirile 8 și 11 ale circuitului integrat CI 5 se obțin semnalele prezentate în figura 5.



### Instalația de comandă a funcționării pompei submersibile

Montajul de automatizare este realizat în jurul tranzistorului T4 și al releului RPS. Acesta din urmă este prevăzut cu grupurile de contacte CAH, CPS și CFP.

Comanda montajului este determinată de nivelul apei în bazinul subteran intermediar, bazin în care sunt introduși electrozii metalici EM, ENM și ENM. Acești electrozi sunt din sârmă de oțel cu diametrul de  $\varnothing 6\text{--}\varnothing 8$  mm. Preferabil este ca aceștia să fie din inox. În nici un caz nu se va utiliza cuprul, alama, bronzul sau aliajele de aluminiu. Cuprul, alama și bronzul coclesc și pot otrăvi apa.

Cei trei electrozi vor fi prinși (cu filet și piuliță) la o bară din material plastic izolan (polietilenă, sticlotexolit, ebonită etc.) la distanță de 150 mm unul de celălalt. Suportul va fi fixat la partea superioară a bazinului, ferit de umezeală. Se va urmări ca el să nu fie stropit de apa trimisă de pompa submersibilă în bazin.

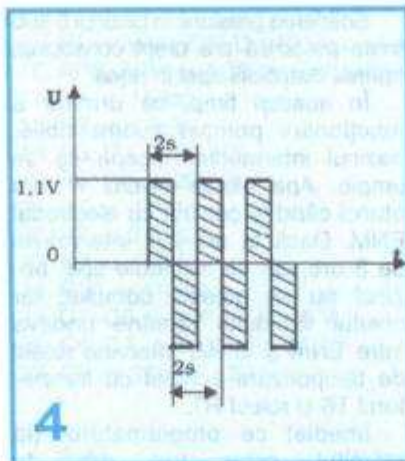
### Etajul de alimentare

Elementul principal îl constituie transformatorul TR al cărui primar este conectat la rețea, 220 Vc.a. dacă aceasta este monofazică și 380 Vc.a. dacă se preferă cea trifazică.

Cel mai bine este ca primarul transformatorului TR să fie conectat între o fază a rețelei și linia de pământ a instalației. În acest caz, dacă priza de pământ este necorespunzătoare, funcționarea hidroforului nu este posibilă. Astfel este îndeplinită o condiție importantă referitoare la tehnica securității muncii.

Transformatorul TR alimentează prin secundarul său două redresoare, în compunerea cărora intră tranzistoarele T3 și T5. Redresorul stabilizator echipat cu tranzistorul T5 alimentează circuitele integrate la tensiunea de +5V. Al doilea redresor stabilizator alimentează cu o tensiune de 12 Vc.c. celelalte etaje ale montajului. În primarul transformatorului TR este bine să fie înseriat un întrerupător astfel încât funcționarea instalației să poată fi oprită manual atunci când este necesar.

Se recomandă ca la ieșirile de



+5V sau +12Vc.c. să fie cuplată prin intermediul unei rezistențe inseriate de  $1\text{ k}\Omega/0,5\text{ W}$  o diodă electroluminiscentă (LED) de culoare verde. Această diodă electroluminiscentă, montată pe panoul frontal al carcasei instalației ca în figura 2, indică starea de funcționare a aparaturii de automatizare.

### Funcționarea instalației

Să presupunem că în stare inițială bazinul intermediar și rezervorul de presiune al hidroforului sunt goale. Dacă se dorește ca distribuția apei să se facă pe o perioadă de 3 ore, urmată de o pauză de 9 ore, se comută comutatorul K pe poziția I. Dacă acest comutator se poziționează pe II, atunci durata distribuției apei va fi de 6 ore, urmată de o pauză egală ca durată. În ambele cazuri acest ciclu se repetă automat până la oprirea aparaturii de automatizare prin scoaterea acesteia de sub tensiune sau până la acționarea întrerupătoarelor K1 și K2.

Prin închiderea lui K1 se comandă manual funcționarea pompei submersibile până la deschiderea acestuia.

La fel și pentru K2, care comandă pompa de înaltă presiune a hidroforului și deci distribuția apei pe rețeaua abonaților.

Aceste două întrerupătoare K1 și K2 se acționează numai în caz de forță majoră, cum ar fi apariția unui incendiu.

Să presupunem că se dorește distribuția apei de la ora 6 la ora 9 și de la ora 18 la ora 21. Așa cum am spus, inițial se comută K pe poziția I. Se pune apoi instalația sub ten-

siune numai la ora 6 sau 18 și se apasă imediat pe butonul RESET circa 1 secundă. Apăsându-se pe acest buton se aduce numărătorul în poziția zero (inițială), astfel încât numărătoarea impulsurilor începe la ora 6 (sau 18), oră la care a fost apăsat butonul RESET.

Imediat după punerea sub tensiune a instalației de automatizare începe să funcționeze pompa submersibilă, datorită faptului că tranzistorul T4, având baza nepolarizată direct (baza lui este "în aer") nu activează releul electromagnet RPS (fig. 2) și în consecință contactul său RPS rămâne în poziția "normal închis". În această situație, releul intermediar RI 1 este activat și prin contactele sale CRT1 pune sub tensiune bobina releului APS. Ca urmare, contactele trifazate CT1 se închid și este pusă în funcțiune pompa submersibilă 2, din fântâna de mare adâncime 1 (fig. 1).

Nivelul apei în bazinul intermediar începe să crească și după cca 40-50 minute, apa atinge electrodul de nivel maxim ENM (fig. 2).

În acel moment, tranzistorul T4 se deschide și activează releul RTS. Acesta închide contactul normal deschis CAH și deschide contactul normal închis CFP. În același timp, prin închiderea contactului normal deschis CPS pune la masă emitorul tranzistorului T2.

Prin deschiderea contactului CPS normal închis, releul RI se dezactivează și scoate de sub tensiune înfășurarea automatului CT1 de comandă a pompei submersibile. În consecință, debitarea apei în bazinul intermediar 3 (fig. 1) încetează.

Din acest moment se deschide tranzistorul T2, a cărui bază este polarizată direct de către programator (fig. 2) prin porțile integratelor CI 6/1 și CI 7/4. Releul RPH devine activ și prin închiderea contactului său CB pune sub tensiune înfășurarea automatului ATS de comandă a pompei de înaltă presiune 4 (fig. 1), care începe să tragă apa din bazinul intermediar 3 și să o introducă în rezervorul de înaltă presiune 5.

Din acest moment începe distribuția apei pe rețea. Presiunea în rezervorul 5 crește până la valoarea de 3,5 barr, când presostatul oprește pompa 4 (fig. 1) prin



deschiderea contactului său PS (fig. 2). Apa continuă să fie împinsă pe rețea datorită presiunii aerului din partea superioară a rezervorului 5 (fig. 1).

Când presiunea scade la 2 barr, presostatul repornește pompa și ciclul se repetă pe toată durata (3 ore) cât temporizatorul permite distribuția apei.

Se menționează că la prima pornire (prin punerea sub tensiune a instalației de automatizare) durata de distribuție de 3 ore este mai scurtă cu 45-50 minute. Ulterior ciclul de 3 ore distribuție, 9 ore pauză se respectă.

Ca urmare a funcționării pompei de înaltă presiune, bazinul intermediar începe să se golească și la un

Scăderea presiunii în bazinul 5 sub limita prescrisă are drept consecință oprirea distribuției apei în rețea.

În același timp, ca urmare a funcționării pompei submersibile, bazinul intermediar începe să se umple. Apa atinge nivelul maxim atunci când ia contact cu electrodul ENM. Dacă la sfârșitul intervalului de 3 ore, cât se distribuie apa, bazinul nu se golește complet, iar nivelul lichidului rămâne undeva între ENm și ENM, intervine releul de temporizare echipat cu tranzistorul T6 și releul RT.

Imediat ce programatorul (la sfârșitul celor trei ore de funcționare) dezactivează relele RPH și APH oprirea pompei de înaltă

La umplerea rezervorului intermediar, prin intrarea în imersie a electrodului de nivel maxim ENM, tranzistorul T4 se deschide, oprind funcționarea pompei submersibile.

În rezumat, ciclul de funcționare a schemei electrice prezentate în figura 2 este următorul:

1. Distribuția apei în rețea se face timp de 3 ore, urmată de o pauză de 9 ore, cu condiția ca bazinul intermediar, la întreruperea ciclului de funcționare, să fie plin până la atingerea nivelului maxim prescris (electrodul ENM în contact cu apa din bazin);

2. Urmează o perioadă de distribuție a apei în rețeaua abonaților, timp de 3 ore;

3. În această perioadă pompa de înaltă presiune 4 (fig. 1) a hidroforului poate fi oprită și respectiv pornită de presostatul din dotare, atunci când presiunea în bazinul 5 variază între 3,5 și 2 barr;

4. După trei ore de funcționare, pompa 4 (fig. 1) este oprită, iar cea submersibilă 2 pornită, indiferent de nivelul apei din bazin;

5. La umplerea bazinului, pompa submersibilă este oprită;

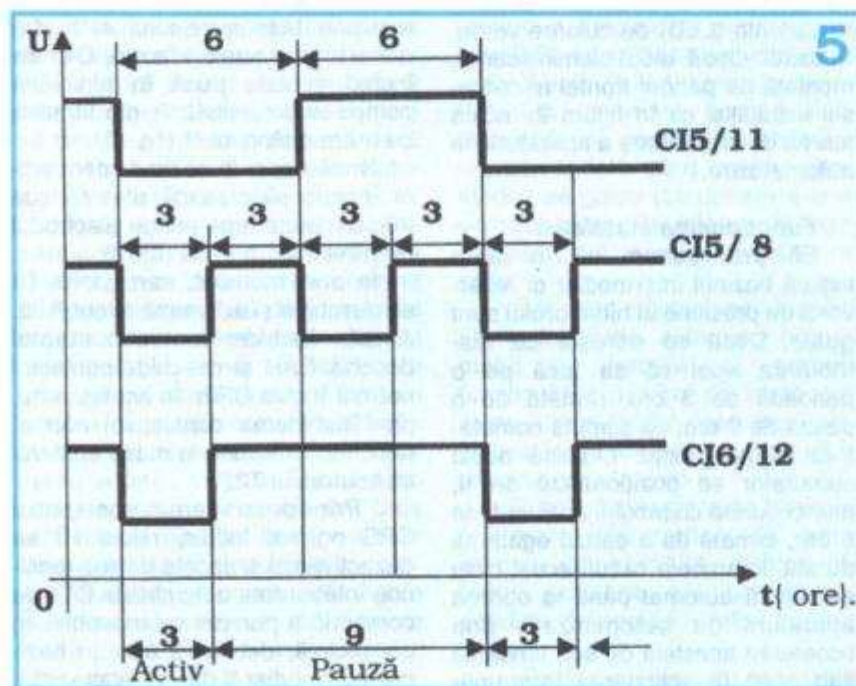
6. Urmează o pauză între două distribuiri consecutive de 9 ore, după care ciclul se repetă;

7. Pompa submersibilă și cea de înaltă presiune pot fi pornite independent, în orice moment, prin închiderea manuală a întrerupătoarelor K1 și K2 (fig. 2);

8. Prin poziționarea comutatorului K pe contactul II, ciclul de funcționare cuprinde 6 ore de distribuție a apei pe rețea, urmate de 6 ore pauză.

În figura 3 este prezentată o variantă a instalației. Funcționarea este asemănătoare, singura deosebire constând în faptul că schema electrică (din figura 3) permite reluarea funcționării pompei submersibile 2 (fig. 1) numai după golirea completă a bazinului intermediar 3, atunci când electrodul de nivel minim ENm iese complet din imersie. Schema prezintă avantajul că toată apa din bazinul intermediar este primenită periodic, dar are dezavantajul că, în anumite cazuri de urgență, bazinul poate să fie numai parțial umplut.

Acste scheme, prezentate în figurile 2 și 3, pot fi utilizate fără nici o rezervă și la automatizarea



moment dat electrodul de nivel maxim ENM iese din imersie. Tranzistorul T4 continuă să rămână deschis și releul RPS (fig. 2) activat deoarece contactul CAH de automenținere este închis. Acest contact care cuplează electric electrodul de nivel maxim ENM cu cel de nivel minim ENm continuă să rămână închis până când apa din bazin atinge nivelul minim admis și electrodul ENm iese complet din imersie. În acel moment, tranzistorul T4 se închide și prin activarea în final a releului RT 1, pornește pompa submersibilă 2 și o oprește pe cea de înaltă presiune 4 (fig. 1).

presiune, contactul C trece pe poziția normal închis. Datorită condensatorului C9, tranzistorul T6 se deschide timp de 1-2 secunde, activând releul RT. Contactele CR se deschid și pentru perioada de timp amintită (1-2 secunde) întrerup legătura între ENM și ENm. Tranzistorul T4 nemaifiind polarizat direct în bază se închide, dezactivând releul RTS. Drept urmare contactul de automenținere se deschide, iar CPS și CEP se închid. CPR pornește pompa submersibilă, iar CEP blochează accesul semnalelor programatorului spre tranzistorul T2.



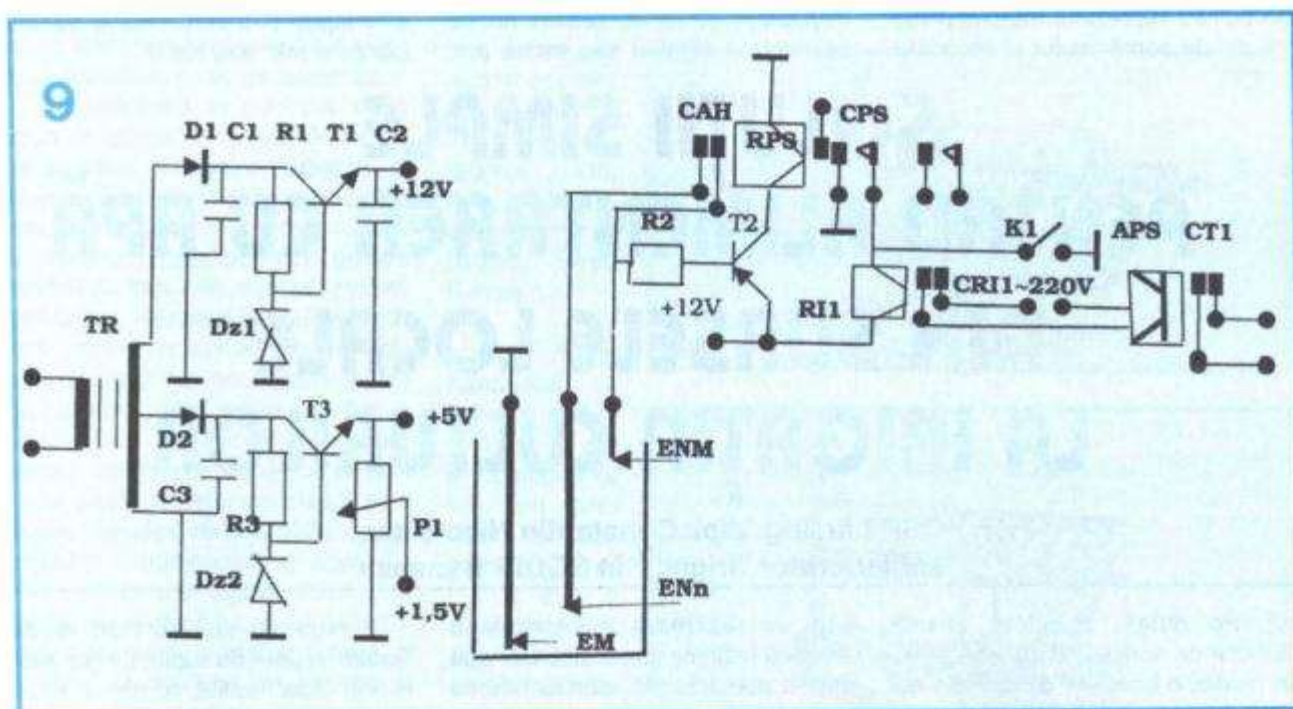
funcționării instalațiilor electrice ale castelelor de apă. Pentru cazurile în care distribuirea apei nu reprezintă o problemă, se poate utiliza schema electrică de principiu a instalației de automatizare prezentată în figura 6. Fiind o parte din schemele prezentate în figurile 2 și 3, nu mai este necesar să îi fie descrisă funcționarea. Cu această aparatură (fig. 6) se poate comanda numai pompa submersibilă. În cazul majorității castelelor de apă este suficientă numai această aparatură întrucât apa ajunge gravitațional în rețeaua de distribuție, nemaifiind necesară o altă pompă, în afara celei submersibile.

15. RI  $\Rightarrow$  releu REED / 12 Vc.c.
16. APS; APH  $\Rightarrow$  AC3 sau echivalent
17. R1  $\Rightarrow$  15 k $\Omega$
18. R2  $\Rightarrow$  1 k $\Omega$
19. R3; R4  $\Rightarrow$  200  $\Omega$
20. R5; R6  $\Rightarrow$  220  $\Omega$
21. R7  $\Rightarrow$  47 k $\Omega$
22. R8  $\Rightarrow$  330  $\Omega$
23. R9  $\Rightarrow$  100  $\Omega$
24. R10  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
25. C1÷C5  $\Rightarrow$  100 nF / 100 V
26. C6; C7  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F / 25 V
27. C8  $\Rightarrow$  220  $\mu$ F / 25 V

5. C1 7; C1 8  $\Rightarrow$  CDB 400
6. T1  $\Rightarrow$  BC 107 B
7. T2 ; T3; T5; T6  $\Rightarrow$  BD 139
8. T4  $\Rightarrow$  BD 138
9. RPS; RT; RPH  $\Rightarrow$  RT 13/12V
10. APS; APH  $\Rightarrow$  AC 3 sau echivalent
11. D1; D2  $\Rightarrow$  1N 4001÷1N 4007
12. DZ 1  $\Rightarrow$  PL 12 Z
13. DZ 2  $\Rightarrow$  PL 5 V 6 Z
14. C1; C2; C3; C4; C5  $\Rightarrow$  100 nF / 100V
15. C6; C7  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
16. C8  $\Rightarrow$  2200  $\mu$ F/25V
17. P1  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$  (liniar)
18. R1  $\Rightarrow$  15 k $\Omega$
19. R2; R4  $\Rightarrow$  1k $\Omega$
20. R3; R5; R6  $\Rightarrow$  220 $\Omega$
21. R7  $\Rightarrow$  47 k $\Omega$
22. R8  $\Rightarrow$  330  $\Omega$

### Notă

1. Toate rezistoarele sunt chimice, de 0.5 W



**Lista de piese  
(figura 2)**

1. CI 1; CI 3; CI 5  $\Rightarrow$  CDB 493
2. CI 2; CI 4  $\Rightarrow$  CDB 490
3. CI 6  $\Rightarrow$  CDB 410
4. CI 7; CI 8  $\Rightarrow$  CDB 400
5. T1  $\Rightarrow$  BC 107 B
6. T2; T3; T5; T6  $\Rightarrow$  BD 139
7. T4  $\Rightarrow$  BD 138
8. D1; D2  $\Rightarrow$  1N 4001+1N 4007
9. DZ 1  $\Rightarrow$  PL 13Z+PL 15Z
10. DZ 2  $\Rightarrow$  PL 5 V6Z
11. P1  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$  (liniar)
12. P2  $\Rightarrow$  100 k $\Omega$  (liniar)
13. TR  $\Rightarrow$  trafo rețea (P = 15+20 VA)
14. RPS; RI 1; RPH  $\Rightarrow$  RI 13/12 Vc.c.

2. Condensatoarele electrolitice vor fi legate cu borna de minus la masă
3. Puterea diodelor Zenner va fi de 1 W
4. Se pot utiliza și relee Ri 13/24 Vc.c. (sau echivalente), cărora li se va slăbi arcul de readucere a armăturii mobile

**Lista de piese  
(figura 3)**

1. TR  $\Rightarrow$  trafo rețea
2. CI 1; CI 3; CI 5  $\Rightarrow$  CDB 493
3. CI 2; CI 4  $\Rightarrow$  CDB 490
4. CI 6  $\Rightarrow$  CDB 410

**Lista de piese**  
(figura 6)

1. TR  $\Rightarrow$  trafo rețea 15 VA / 220 V / 5 V / 12 V
2. T1; T3  $\Rightarrow$  BD 139
3. T2  $\Rightarrow$  BD 138
4. D1; D2  $\Rightarrow$  1N 4002÷4007
5. DZ 1  $\Rightarrow$  PL 12 Z
6. DZ 2  $\Rightarrow$  PL 5 V 6 Z
7. C1; C2  $\Rightarrow$  1000  $\mu$ F/25V
8. C3  $\Rightarrow$  2200  $\mu$ F/25V
9. R1; R3  $\Rightarrow$  220  $\Omega$
10. R2  $\Rightarrow$  47 k $\Omega$
11. P1  $\Rightarrow$  10 k $\Omega$
12. APS  $\Rightarrow$  AC 3 sau echivalent



1) *Considerații privind tehnica irigației*

**Irigația** reprezintă măsura tehnică de atenuare a variabilității și diminuării nivelului de producție specific potențialului genetic al solului, generat de deficitul hidric din sol (secete pedologice), printr-un aport controlat și dirijat de apă, complementar precipitațiilor.

Irigația este o verigă tehnologică în agrotehnologia plantelor, care se aplică de regulă într-un interval denumit sezonul de irigație (mai-august), care la rândul său este inclus în perioada de vegetație a plantei sau plantelor cultivate. Perioada de vegetație a unei plante de cultură reprezintă intervalul dintre datele semănatului și recoltatului.

În acest scop, *trebuie să se cunoască cerințele de apă* (consumul total lunar de apă din sol al plantei) și *sursele de acoperire* [precipitațiile lunare, rezerva inițială de apă a solului - în momentul semănatului - și, eventual, aportul freatic (exprimat ca volum specific în  $m^3/ha$ ) pentru terenurile situate în luncă și cu apă freatică la distanță redusă - de maxim 1,20 m - de cota terenului].

2) *Interrelația utilaj de alimentare - sursă locală de irigație*

**Soluțiile tehnice** care se prezintă tratează alimentarea cu apă în scop de irigație printr-o familie de dispozitive de tip fix, semifix (fix pe sezonul de irigație) sau mobil, prin

În aceste situații, suprafețele posibil de irigat sunt mici, în funcție de cerințele de apă ale plantei, caracteristicile sursei, performanțele utilajului de alimentare și ale instalației de udare. Dacă în luna cu consum maxim de apă de irigație, aceste suprafețe sunt mici (circa 1-3 ha), acestea pot crește (până la triplare) în sezonul de irigat, pentru o structură și/sau o succesiune de culturi favorabilă utilizării [de exemplu, pentru udarea culturilor în următoarea ordine: legume (septembrie, mai), lucernă (aprilie, mai) porumb, soia (iunie, iulie, august)]. Se face ipoteza că terenurile care se dorește să fie irigate în acest mod nu sunt amenajate și pentru irigația clasică (sisteme mici sau mari).

# SOLUȚII SIMPLE PENTRU ALIMENTAREA CU APĂ DIN SURSELE LOCALE LA IRIGAȚIA CULTURILOR

CSP I dr. ing. dipl. Constantin Nicolescu,  
șef laborator "Irigații" în SCDID Băneasa

lui. Pe durata acesteia, planta (funcție de specie), *consumă zilnic*, în medie, o cantitate de apă din sol de 0,5-5 mm ( $5-50 m^3/ha$ ), în medie continuu crescătoare până la recoltare, dar cu maxime în anumite fenofaze (intervale critice).

Indiferent de soluția de alimentare cu apă a terenului cultivat, aceasta trebuie să satisfacă cerințele **irigației raționale** [asigurarea decadală a cerințelor de apă ale plantei, umectarea numai a straturilor de sol cu adâncimea egală cu a profilului radicular, pierderi minime pe traseul de la sursă la plantă, folosirea eficientă a apei (sporul de producție generat de irigație, raportat la  $1 m^3$  de apă de irigație), menținerea însușirilor solului, efect economic pozitiv].

care se realizează ridicarea la o anumită înălțime a unui debit de apă dintr-o sursă locală, pentru udarea culturilor din parcelele limitrofe. În acest scop se folosesc patru categorii de dispozitive: roata hidraulică cu cupe, elevatoarele, transformatorul hidraulic și pompele cu acționare manuală (forță umană).

Cota la care este ridicată apa asigură distribuția pe teren numai cu instalații de udare care funcționează la presiune redusă în punctul de branșare ( $2-4 m H_2O$ ). Astfel de instalații de udare sunt în special cele destinate brazdelor, iar culturile fezabile sunt din categoria prășitoarelor. Dacă se dorește creșterea presiunii, este necesară o sursă de presiune, diferită de cea folosită de utilaj.

Sursele de apă sunt de regulă "locale" și pot fi de suprafață sau subterane (apa freatică cu nivelul situat la mică distanță de cota terenului). Indiferent de categoria sursei, aceasta trebuie să satisfacă în primul rând cerințele standardului național de calitate (STAS 9450-88), referitor la preabilitatea resursei de apă pentru irigație (clase de mineralizare și de alcalizare). Sursele locale la care se face referire sunt situate în terenurile fără amenajări de irigație din intervilan sau extravilan.

Principalele tipuri de surse din fiecare categorie sunt următoarele:

- *surse de suprafață*: lacuri colinare, retenții (barări) mici de pe cursuri naturale, iazuri, canale de desecare de colectare sau de evacuare de diferite ordine (secundare,



principale), canale cu funcție mixtă [alimentare (irigație) - evacuare (desecare), alimentare - stocare - evacuare];

- surse subterane: captări (puț forat sau săpat), izvoare de coastă cu/fără bazine de stocaj, canale de coastă pentru evacuarea apei.

Pentru alimentarea cu apă a sistemelor de irigație moderne se folosesc în principal agregate de pompare acționate electric sau cu motoare termice (agregate mobile tractate sau portabile).

### 3) Roți hidraulice cu cupe

Aceste soluții tehnice realizează transvazarea apei cu ajutorul unor cupe cu același volum, antrenate cu sursă energetică din exterior sau cu forța apei unei surse de suprafață.

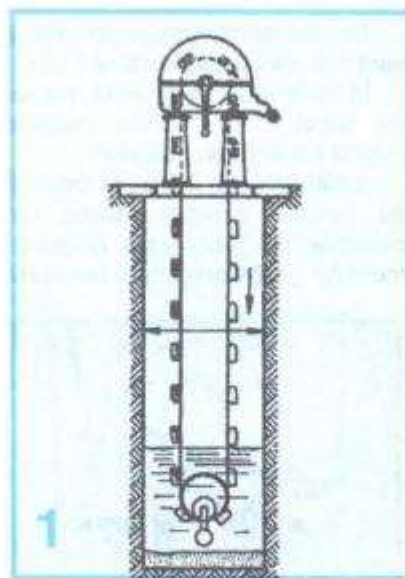
Se utilizează în principal două tipuri de utilaje, în funcție de modul de prindere a vaselor (cupelor), și anume: cu cupe mobile (prinse pe lanțul de antrenare) sau fixe.

Alegerea tipului de soluție tehnică se face prin analiza următorilor factori: mărimea suprafeței cultivate, tipurile de plante, consumul de apă de irigat pentru fiecare plantă de cultură, altitudinea medie a perimetrului irigat, debitul necesar pentru udare, coroborat cu debitul ce se poate preleva din sursă, tipul sursei - freatică, de suprafață -, cota nivelului hidrodynamic al apei din sursă și diferența față de altitudinea medie a perimetrului, natura sursei [calitatea apei, variația lunară a nivelului și debitului, în special în lunile critice pentru irigat (iulie-august)], aspecte economice (costul soluției tehnice - achiziție, transport, montaj -, al întreținerii și pazei, prețul producției realizate), condițiile naturale ale amplasamentului.

Din aceste cerințe rezultă principalele caracteristici funcționale ale utilajului: debitul prelevat din sursă ( $Q$ , în litri/secundă - l/s -) și înălțimea de ridicare necesară ( $H$ , în metri  $H_2O$ ).

Debitul este dependent de numărul cupelor, de echidistanța dintre acestea și de viteza lor de antrenare.

Sub diferite variante construc-



tive, aceste roți au fost frecvent utilizate în timp, în luncile râurilor Olt, Argeș, Dâmbovița, Buzău, Siret, Someș ș.a.

#### 3.1.) Roata hidraulică cu cupe pe lanț

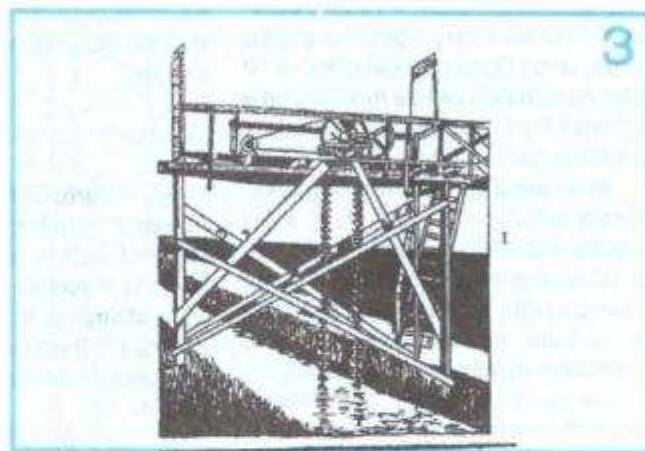
Utilajul are în componență un lanț prevăzut cu cupe echidistante, fixate demontabil, pus în mișcare de o roată situată la cota unde trebuie ridicată apa, acționată de forța umană (manivelă cu/fără mecanism de demultiplificare), de forța animală (manej) și de motor termic (figurile 1, 2, 3). Partea inferioară a lanțului este imersată (scufundată) în apă, în așa fel încât să se poată realiza umplerea corespunzătoare a cupelor, la viteza de antrenare a roții.

Lungimea lanțului este dată de distanța dintre cota la care trebuie ridicată apa și cea a nivelului apei în

sursă, majorată cu adâncimea de imersare a părții inferioare. În partea superioară, în punctul de evacuare, dispozitivul este prevăzut cu un igheab care transportă apa către un canal sau rezervor de stocaj.

Roata hidraulică în varianta descrisă are randament mic (0,20-0,40) și realizează debitul de 2-15 l/s și înălțimea maximă de ridicare de 20 m  $H_2O$  (2 bar).

Intrucât înălțimea maximă de ridicare a apei rezultă din condițiile topografice ale amplasamentului și din presiunea necesară în punctul de evacuare, singurul element principal funcțional care se calculează este debitul, conform relației următoare:

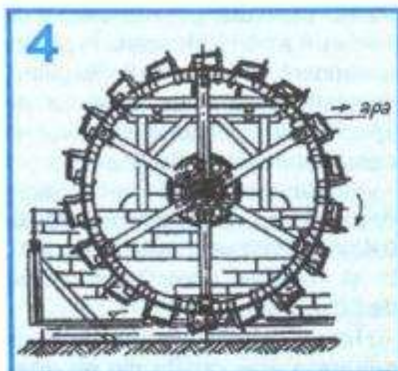


$$Q = \frac{0,8 \cdot n \cdot q \cdot V}{L} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad (1)$$

unde:  $n$  - numărul cupelor;  $q$  - volumul cupei, în  $m^3$ ;  $V$  - viteza de antrenare a lanțului, în m/s; 0,8 - coeficient ce ia în considerare gradul de umplere al cupelor;  $L$  - lungimea totală a lanțului, în m.

În cazul acționării cu animale, viteza de antrenare a lanțului este în medie de 0,15 m/s.





Pentru a da o imagine a potențialului acestei soluții, se prezintă un studiu de caz pentru tipodimensiunea caracterizată de parametri funcționali  $Q = 2,8-6 \text{ l/s}$  și  $H = 1,5-2 \text{ m H}_2\text{O}$ , care pentru timpul de funcționare de 40 ore (2 zile x 20 ore/zi) furnizează volumele de  $400 \text{ m}^3$  și de  $870 \text{ m}^3$ , utilizate la udarea cu norma de  $400 \text{ m}^3/\text{ha}$  a porumbului de consum (în lunile mai și iunie).

Astfel, pentru fiecare volum se asigură udarea următoarelor suprafețe:

a) volumul de  $400 \text{ m}^3$ :  $Q = 2,8 \text{ l/s}$ ; durata udării = 40 de ore (2 zile x 20 ore/zi); suprafața udată pe o poziție a echipamentului de udare = 1 ha; intervalul dintre udări = 10 zile; durata ciclului de udare egală cu durata dintre udări (lipsa precipitațiilor) = 10 zile; numărul de zile de funcționare a instalației pe poziție = 2; suprafața udată pe ciclu = 5 ha;

b) volumul de  $870 \text{ m}^3$ :  $Q = 6 \text{ l/s}$ ; durata udării = 20 ore (1 zi x 20 ore/zi); suprafața udată pe o poziție a echipamentului de udare = 1 ha; intervalul dintre udări = 10 zile; durata ciclului de udare = 10 zile; suprafața udată pe ciclu = 10 ha.

Se poate constata posibilitatea dublării suprafeței irigate de o instalație de udare pe durata ciclului de 10 zile.

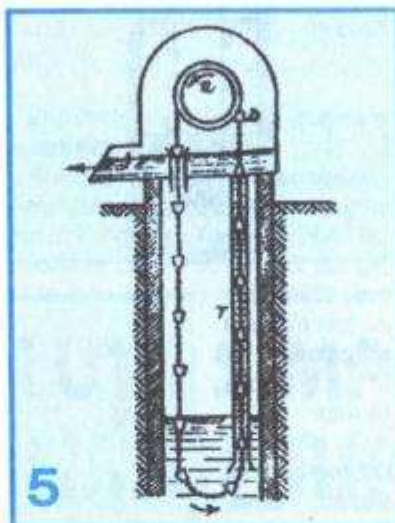
### 3.2.) Roata hidraulică cu cupe fixe

Utilajul este montat între două mini-pontoane și se compune dintr-o roată hidraulică, pe care sunt amplasate echidistant cupele (fig. 4). Antrenarea roții se face prin forța curentului apei sursei de suprafață, fiind necesar ca viteza de curgere să fie de minimum  $1,0 \text{ m/s}$ .

Debitul și înălțimea de ridicat sunt mai mici decât în cazul (3.1.).

În continuare se prezintă, similar cu cazul (3.1.), câteva aspecte privind proiectarea utilajului.

Astfel, întrucât înălțimea maximă de ridicare a apei rezultă din condițiile topografice ale amplasamentului și din presiunea necesară



în punctul de evacuare, principalul element funcțional care se calculează este debitul ( $Q$ ), conform relației:

$$Q = N \cdot n \cdot q \text{ [l/min]} \quad (2)$$

în care:  $n$  - numărul cupelor;  $q$  - volumul unei cupe, în  $\text{dm}^3$ ;  $N$  - turația roții, în rotații/minut, în mod obișnuit 2-5 rot/min.

Turația se poate calcula cu relația:

$$N = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ [rot/min]} \quad (3)$$

unde:  $D$  - diametrul exterior al roții, în m;  $V$  - viteza periferică a roții, calculată cu relația

$$V = 0,40 \cdot \sqrt{2gH} \text{ [m/s]} \quad (4)$$

în care:  $H$  - diferența dintre nivelul apei din sursă și cel existent în punctul de evacuare, în m  $\text{H}_2\text{O}$ .

### 4) Elevatoare

#### 4.1.) Elevator cu lanț cu dopuri

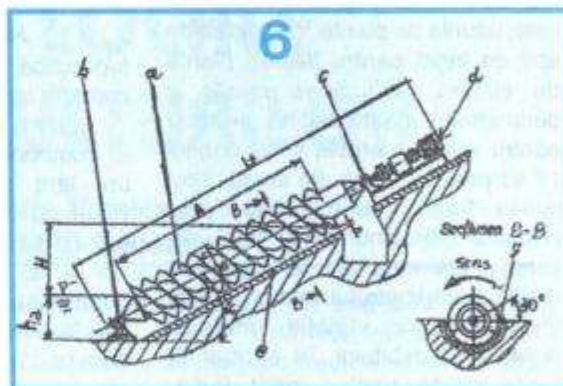
Soluția se pretează în special pentru apa freatică captată prin puțuri, asemănându-se cu cea prezentată la pct. 3.1.

Deosebirea constă în aceea că în loc de cupe se folosesc dopuri realizate din piele sau cauciuc, fixate pe un lanț (cablu). Prin urmare, acestea parcurg un tub imersat în apă la partea inferioară, cu diametrul interior puțin mai mare decât diametrul dopurilor (fig. 5).

Înălțimea maximă la care se poate ridica apa este de 30 m. Debitul este direct proporțional cu diametrul interior al tubului și cu viteza de antrenare a lanțului (cablului); acesta se poate mări prin folosirea unui grup de 2-3 lanțuri.

#### 4.2.) Elevatorul cu bandă

Dispozitivul se aseamănă cu cel descris la pct. 4.1., bazându-se pe principiul că un element în mișcare rapidă (6-7 m/s), de tip bandă flexibilă, trecând prin apă, adere o



peliculă pe care o transportă până în punctul de schimbare a direcției, unde datorită forței centrifuge apa se desprinde. Se menționează următoarele particularități:

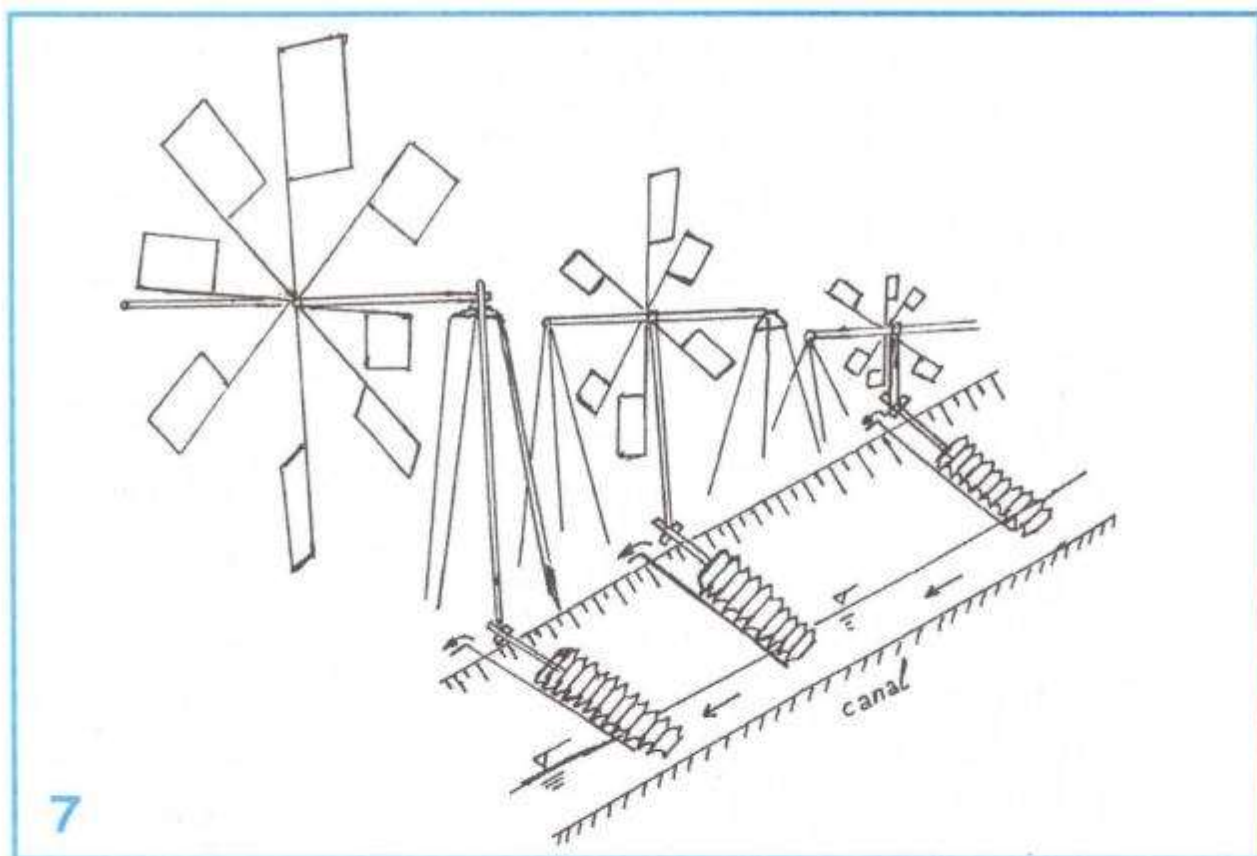
- la partea inferioară și imersată în lichid se amplasează o altă roată prevăzută cu întinzător;

- la partea superioară (deasupra roții motrice) se realizează un capac care preia apa transportată de bandă și o dirijează către țeava de evacuare;

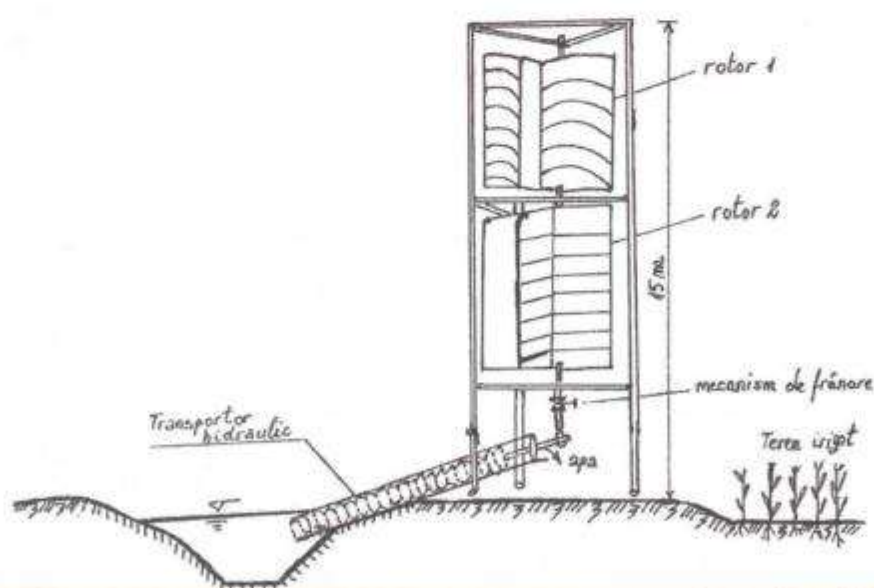
- antrenarea roții motrice se face cu motor electric sau termic.

Debitul depinde de lățimea benzii, conform corelației că la fiecare 1





7



8

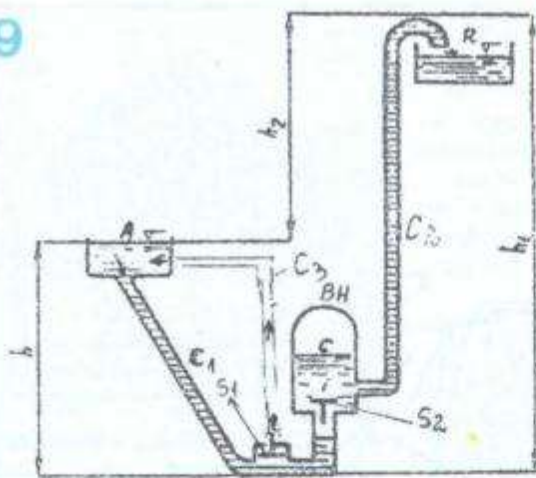
cm corespunde  $1000 \text{ dm}^3/\text{oră}$  ( $0,28 \text{ dm}^3/\text{s}$ ); de exemplu, banda cu lăţimea de  $7,2 \text{ cm}$  va transporta  $7200 \text{ dm}^3/\text{oră}$  ( $1,0 \text{ dm}^3/\text{s}$ ).

4.3.) *Transportor hidraulic elicoidal*  
Soluţia tehnică de referinţă este cunoscută de mult timp, bazându-se pe principiul "şurubului lui Arhimede", care constă dintr-o

pompă fără stator, reprezentată de un igheab (beton, metal), în care se montează un rotor înclinat, sub formă de şurub cu mai multe (1-3) începuturi (ax melcat). Această



9



soluție a cunoscut o extindere deosebită în Olanda (în anul 1930 funcționau circa 300 de dispozitive).

Componentele principale ale transportorului sunt următoarele (fig. 6): lagăre (inferior - b, superior - c), igheab (e), ax melcat cu pale (a), grup de acționare (d).

În continuare se prezintă câteva caracteristici constructive și relații de dimensionare:

i) între diametrele axului melcat, exterior (D) și interior (d), care reprezintă diametrul exterior al țevii pe care sunt montate spirele) există raportul  $r = d/D$  cu valori de 0,40-0,60;

ii) pasul spirei (p) are valori de la  $(0,80 \cdot D)$ , pentru unghiul de înclinare al transportorului  $\alpha > 30^\circ$  și de  $(1,20 \cdot D)$  pentru  $\alpha < 30^\circ$ ;

iii) turația (n) se calculează cu relația:

$$n = \frac{50}{D^{2/3}} \text{ [rot/min] (5)}$$

iv) lungimea activă (A) este multiplu de  $(p/2)$ ;

v)  $(\alpha) = 22^\circ - 40^\circ$ ;

vi) nivelul la aspirație exprimat prin adâncimea apei ( $h_a$ ) se determină dintr-o diagramă de funcționare;

vii) înălțimea de pompare (H) se calculează cu relația:

$$H = A \cdot \sin(\alpha) - 0,50 \cdot d \cdot \cos(\alpha) \text{ [m] (6)}$$

Debitul se calculează cu relații mai complexe, folosind coeficienți în funcție de  $(\alpha)$  și raportul (r), care depășesc spațiul afectat lucrării.

Există 10 tipodimensiuni de transportoare care furnizează debite de 15-1400 l/s și ridică apa la înălțimea de 1-7 m. Referitor la tipul grupului de acționare, apreciem ca

interesantă utilizarea energiei neconvenționale (motorului eolian).

Soluția se poate folosi atât pentru irigarea culturilor, cât și pentru evacuarea apei din incintele îndiguite și desecate. Utilizarea energiei eoliene în aceste scopuri este răspândită pe scară largă în țări ca Olanda și China (fig. 7).

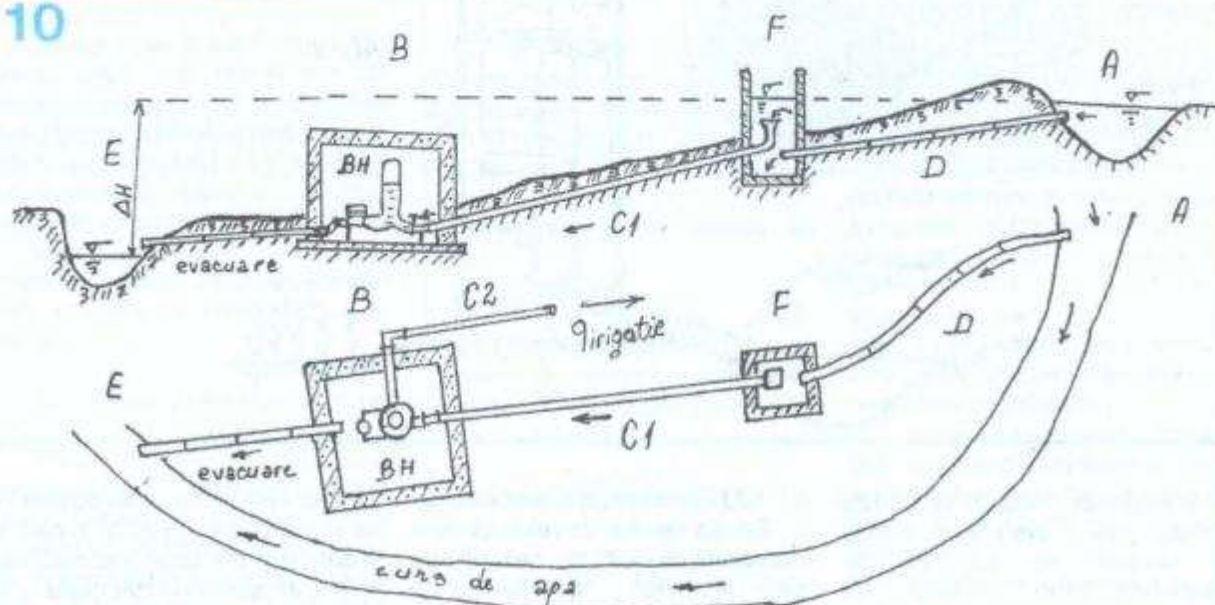
Pentru viabilitatea acestei soluții este necesar să se cunoască regimul eolian al zonei respective: direcții, frecvențe, intensități, durate.

În România sunt vizate Dobrogea, Delta Dunării și zona de sud-est, caracterizate prin viteză medie anuală de 3-10 m/s pentru durată de 6727 ore/an (73% din durata totală).

Obișnuit, o instalație folosită în acest scop include motorul eolian, transportorul hidraulic, conducta de legătură, rezervor suprateran de acumulare a apei și, uneori, motor de rezervă (termic, electric). Acumularea energiei pentru perioadele fără vânt sau asocierea cu alte forme de energie este de multe ori indispensabilă.

Volumul bazinului de înmagazinare (V) se alege din condiția de acoperire a normei de udare ( $m_d$ ) din intervalul de (t) zile fără vânt sau cu viteza sub 3 m/s:

10





$$V = (t-1) \cdot m \quad [m^3] \quad (7)$$

Viteza optimă de funcționare este de 8-14 m/s.

Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Irigații și Drenaje (SCDID) Băneasa - Giurgiu (fost ICI-TID) a testat această soluție, în intervalul 1985-1989, pentru ridicarea apei din desecare - drenaj cu scopul de a iriga culturile.

Amplasamentul de studiu a fost localizat în Lunca Dunării, în incinta îndiguită - desecată - irigată Gostinu - Greaca - Argeș, la subsistemul de desecare SCDID. Se menționează că apa evacuată prin rețeaua principală de desecare este pretabilă pentru irigarea culturilor în tot timpul anului.

Soluția testată constă dintr-o turbină eoliană de tipul TS - 4 (cu rotor Savonius), transportor hidraulic, electromotor, reductor, dispozitiv de măsurare a debitului de tip deversor triunghiular, mecanism de frânare (fig. 8). Înălțimea totală a agregatului este de 15 m, iar masa totală este de 8000 kg (elevatorul - 1000 kg, motorul eolian - 6500 kg, celelalte componente - circa 500 kg).

Rotorul motorului se compune din două pale cu diametrul de 3 m și cu aria totală de 30,6 m<sup>2</sup>. Datorită masei mari a structurii și gabaritului, construcția a necesitat o fundație masivă, realizată din beton (35 m<sup>3</sup>).

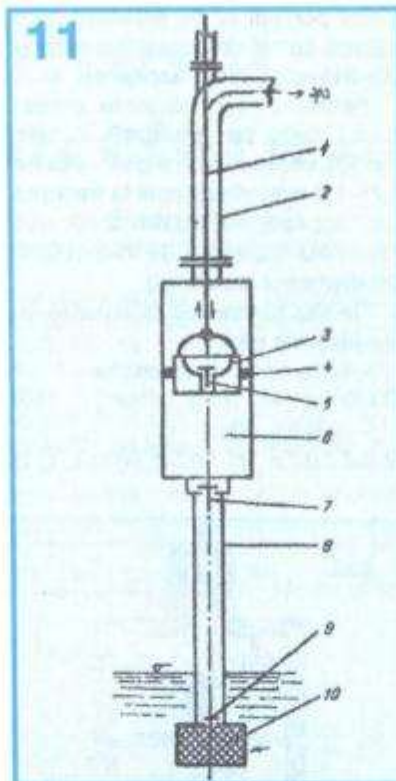
Instalația a fost amplasată pe malul unui canal principal de evacuare prevăzut cu un stâvil pentru reglarea nivelului apei, astfel încât adâncimea minimă de imersare a elevatorului să fie asigurată, conducând la o înălțime de ridicare constantă și egală cu 3,20 m.

Testările au condus la următoarele rezultate:

i) viteza vântului necesară pentru demararea agregatului eolian a fost de 3,50 m/s;

ii) debitul maxim furnizat a fost de 25,3 l/s și s-a înregistrat la viteza vântului de 9 m/s;

iii) la viteze ale vântului mai mari de 9 m/s, viteza de rotație a elevatorului realizează o agitație puternică a apei în corpul (igheabul) acestuia, care prin împrăștiere în exterior reduce debitul;



iv) puterea maximă dezvoltată de turbină este de 4 kW și s-a înregistrat la viteza vântului de 11,8 m/s (43 km/oră).

Pentru un sezon de irigație și pentru cultura de porumb de consum udată prin brazde, soluția a asigurat volumul de 2180 m<sup>3</sup>/ha, acoperind necesarul de apă de irigație pentru un hectar cultivat.

Totuși, soluția nu rezolvă problema decât local, atât din cauza regimului eolian, cât și din punct de vedere al valorii reduse a volumului pompat, comparativ cu cel necesar (în lunile cu consum maxim, necesarul lunar de apă de irigație ajunge la 1200-1500 m<sup>3</sup>/ha, aplicabil în două udări, la interval de 12 zile).

O destinație mai favorabilă pentru această soluție tehnică este reprezentată de evacuarea apei din rețeaua deschisă de canalele de desecare într-un bazin piscicol (cu condiția satisfacerii cerințelor de calitate) sau într-un emisar sau (și mai indicat) într-un canal de irigație. În această ultimă situație, canalul de irigație este și rezervor de stocaj, iar instalația de pompare eoliană are rol complementar, substituind parțial

activitatea stațiilor de pompare, cu efect benefic asupra reducerii consumului de energie electrică.

Utilizarea energiei neconvenționale pe această linie rămâne în continuare de actualitate.

#### 5) Berbecul hidraulic

Berbecul hidraulic este un dispozitiv hidraulic (transformator hidraulic) care ridică debite mici de apă la înălțimi mari, putând iriga de la suprafețe mici, până la câteva zeci de hectare. Această soluție necesită amplasamente favorabile (în mod natural sau prin lucrări de amenajare).

Componentele principale rezultă din descrierea principiului de funcționare (fig. 9).

Este necesar să se ridice apa din sursa de alimentare (A) într-un rezervor situat la o cotă superioară față de (A), berbecul hidraulic (BH) fiind amplasat (condiție de funcționare) la o cotă inferioară sursei (A), pentru a putea fi alimentat gravitațional. În acest scop, se montează o conductă (C1) cu rol de alimentare între (A) și (BH) și o conductă de evacuare (C2), între (BH) și rezervorul de stocare (R). Berbecul hidraulic are două supape (S1, S2) de construcție specială, realizate din membrană elastică (cauciuc) și un dispozitiv pentru realizarea unei perne de aer de tip clopot (C). La punerea în funcțiune a dispozitivului, debitul de apă (Q) care intră în (BH) întâlnește supapa (S1) care este deschisă și rămâne în această poziție până când presiunea crește toare a apei o va închide. Apa evacuată în această fază se returnează în sursa (A) prin conducta (C3). După închiderea primei supape, apa deschide supapa (S2), pătrunde în clopotul (vas închis ermetic) (C) și comprimă aerul existent. Ca urmare a comprimării aerului, supapa (S2) se închide și apa este refulată prin conducta (C2) cu debitul ( $q < Q$ ), în rezervorul (R). Suprapresiunea creată prin închiderea supapei (S2) produce ceea ce în hidraulică se numește *lovitura de berbec*, care deschide supapa (S1) și ciclul se reia. Ecuația care rezumă funcționarea este următoarea:



$$\eta \cdot O \cdot h = q \cdot h_f \quad (8)$$

$$\eta = 1,12-0,20 \cdot (h_f/h)^{0,5} \quad (9)$$

În general, înălțimea de ridicare este de circa 20-25 de ori valoarea căderii ( $h$ ), randamentul ( $\eta$ ) este de 0,60-0,70, iar debitul ridicat ( $q$ ) este de 0,03-250 l/min.

Pentru creșterea debitului pompat se pot pune în paralel doi sau mai mulți berbeci (ale căror refulări se unesc într-o singură conductă), iar pentru realizarea unei înălțimi de pompare mai mari, aceștia se înseriează. Prezentarea succintă a unei scheme de amenajare pentru irigare se face în figura 10.

Apa din cursul (A) este derivată prin conducta (D) în căminul (F), unde se realizează căderea. În continuare, prin conducta (C1), se alimentează berbecul hidraulic instalat în cabina (E), apa fiind refulată prin conducta (C2), iar cea provenind din funcționarea supapei (S1) se evacuează prin conducta (C3).

Soluția tehnică cu berbec hidraulic prezintă câteva avantaje importante: funcționare cvasiautomată, cheltuieli reduse de realizare, instalare și întreținere, fiabilitate ridicată și uzura fizică redusă, deoarece nu are piese de transmitere a mișcării.

#### 6) Pompe cu acționare manuală

##### 6.1.) Pompa cu piston

Reprezintă un dispozitiv simplu, realizabil în două variante constructive (figurile 11, 12): cu efect simplu, adică cu o cursă activă (când se ridică apa) la două consecutive și cu dublu efect, când fiecare cursă este activă. Se utilizează pentru pomparea apei freatice din puțuri.

Modul de funcționare este următorul: la deplasarea pistonului (3) în cilindrul pompei, se produce o variație de volum, care generează o depresiune (aspirație), când cursa pistonului se depărtează de partea inferioară a cilindrului și o creștere de presiune (refulare), când pistonul se apropie de fundul cilindrului. Supapele pistonului și cilindrului opresc sau permit trecerea apei la fiecare cursă. Pentru funcționarea pompei este necesar ca aceasta să fie amorsată (umplută cu apă) și să

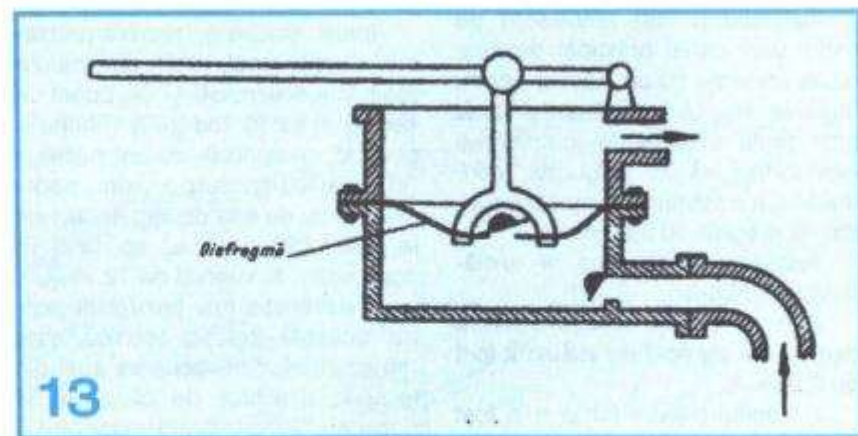
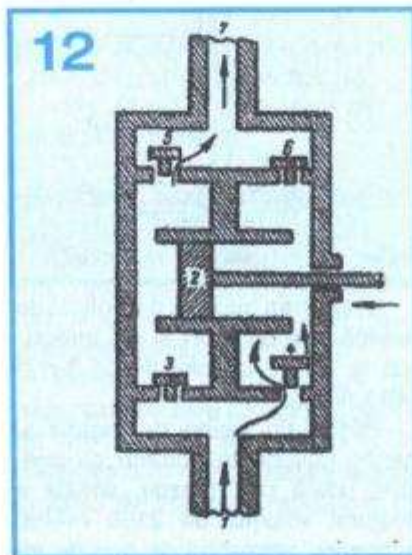
sorbul pompei să fie prevăzut cu o supapă cu rol de clapet (reținere și pătrunderea apei la aspirație).

Pentru o dimensionare corespunzătoare se enumeră câteva condiții: viteza medie a pistonului de 0,75-1,0 m/s; viteza apei la trecerea prin supape de maxim 2,50 m/s (diametrul supapelor de maxim 0,70 din diametrul cilindrului).

Debitul pompei se calculează cu următoarele relații:

$$Q = u \cdot \pi \cdot r^2 \cdot n \cdot h \quad [\text{l/min}] \quad (10)$$

$$Q = 2 \cdot u \cdot \pi \cdot r^2 \cdot n \cdot h \quad [\text{l/min}] \quad (11)$$



în care:  $u$  - coeficientul de umplere cu apă a cilindrului (0,90-0,95);  $r$  - raza pistonului;  $n$  - numărul curselor complete (dus-întors) pe minut;  $h$  - lungimea cursei pistonului.

Pompa se recomandă pentru înălțimi de aspirație de maxim 6,0

m; pentru niveluri situate la distanțe mai mari, se coboară corpul pompei în puț și se lungesc tija pistonului și conducta de refulare. La pompele bine întreținute, randamentul este de 0,70-0,80. În cazul pompelor neîntreținute, randamentul este foarte mic.

##### 6.2.) Pompa cu diafragmă (membrană)

La acest tip de pompă, pistonul se înlocuiește cu o membrană (disc) circulară din cauciuc, care se fixează pe margini, prin flanșe, pe cilindru (fig. 13). Acționarea membranei se face cu o tijă prin curse de lungime mică. Pătrunderea apei se face printr-un clapet situat în centrul acesteia. Orificiul obturat de către clapet este mare, permițând obținerea unui debit de până la 25 m<sup>3</sup>/oră (7 dm<sup>3</sup>/s). Pompa este ușor de instalat, întreținut și reparat.

*Dispozitivele descrise reprezintă o selecție din soluțiile tehnice existente, tratarea nefăcându-se exhaustiv.*

*Acestea reprezintă soluții locale pentru tehnica irigației, uzate moral dar posibil de perfecționat. Prin simplitatea lor, ca și prin costul redus, acestea reprezintă soluții imediate până la*

*procurarea celor perfecționate.*

*Se recomandă, de asemenea, pentru terenurile din intravilan, întrucât acestea nu sunt incluse în sistemele de irigație clasice, ca și pentru terenurile extravilane neamenajate pentru irigații.*



# Redresor auto cu deconectare automată

Sorin PISCATI

Aparatul a cărui schemă de principiu este prezentată în figura alăturată încarcă numai acumulatori auto cu plumb a căror capacitate este de 30-100 Ah. Se pot încărca și cei de capacitate mai mare, dar durata încărcării crește semnificativ.

Din practică și din literatura de specialitate se știe că încărcarea optimă a unei baterii de acumulatori se face sub un curent a cărui valoare reprezintă a zecea parte din capacitatea bateriei. De exemplu, o baterie cu capacitatea de 44 Ah poate fi încărcată cu un curent de aproximativ 4,4 A. Sigur că un curent mai mic de încărcare nu dăunează. Din contră, este cu atât mai favorabil. Trebuie să se țină cont însă și de durata de încărcare. Dacă această durată depășește 24 de ore, în cele mai multe cazuri devine inacceptabilă deoarece proprietarul are de regulă zilnic nevoie de mașină. Din aceste considerente, pentru schema prezentată în figură am ales un curent de încărcare de cca 3 A. Această valoare reprezintă un compromis rezonabil între calitatea încărcării bateriei și durata de încărcare.

O a doua problemă care se pune, în cazul majorității conducătorilor auto atunci când aceștia folosesc un redresor obișnuit, este durata încărcării. Fiecare își pune întrebarea: Cât o țin la încărcat? Trei ore, zece ore, mai mult? O recomandare precizează că încărcarea bateriei trebuie oprită atunci când din electrolitul acesteia se degajă intens bule de gaz. Dar cât de intens? Bule de gaz se degajă și în timpul procesului normal de încărcare, când bateria nu este complet încărcată. A monta un voltmetru în paralel cu bornele bateriei și a întrerupe încărcarea atunci când acesta indică cca 14,4 V, de asemenea este nepractic. Ar trebui ca fiecare conducător auto să aibă cunoștințe de electricitate și să dispună de un astfel de voltmetru.

Montajul prezentat în figură înlătură aceste dezavantaje. El încarcă bateria cu cca 3 A și atunci când tensiunea la bornele acesteia atinge 14,4 V întrerupe încărcarea. Când tensiunea la bornele acumulatorului scade sub 14 V începe reîncărcarea. În felul acesta, aparatul permite ca acumulatorul să fie conectat oricât fără ca acesta să se supraîncarce sau să se descarce.

## Funcționarea

Când tensiunea la bornele bateriei este sub 14,4 V, dioda Zenner Dz este blocată. Tranzistorul T2 este blocat și el întrucât baza sa este practic la minus, datorită diodei Zenner Dz care nu conduce.

Tranzistorul T1 conduce deoarece baza sa este polarizată în sens direct prin rezistența R1. La rândul său, tranzistorul T1, prin dioda D4 deschide tiristorul Th, care permite să treacă spre baterie un curent de cca 3 A.

Acumulatorul se încarcă și ca urmare tensiunea la bornele lui crește până atinge valoarea de 14,4 V, pragul de deschidere a diodei Zenner Dz. Aceasta la rândul său determină deschiderea tranzistorului T2, blocarea lui T1 și în ultimă instanță a tiristorului Th.

Încărcarea bateriei încetează și ca urmare, în timp, tensiunea la bornele acesteia începe să scadă până se atinge pragul de cca 14 V, când dioda Zenner se blochează și procesul de încărcare reîncepe.

De menționat că acest interval de 0,4 V se datorează histeretizului normal al diodei Zenner.

Transformatorul de rețea va avea o putere de 60-100 VA. Tensiunea la bornele primarului va fi de 220 Vc.a., iar secundarul cu priză mediană (pentru redresarea ambelor alternanțe) va debita 2 x 16 Vc.a.

Este indicat ca înfășurarea primară să fie izolată de cea secundară printr-un perete vertical, astfel încât să fie eliminată orice posibilitate de electrocutare accidentală.

Montajul, realizat pe o plăcuță de circuit imprimat, va fi introdus într-o carcasă din lemn sau material plastic, prevăzută pe părțile laterale cu orificii de aerisire.

În primar se va utiliza sârmă CuEm Ø 0,2-0,25 mm, iar în secundar CuEm Ø 1-1,2 mm.

Numărul de spire în primar se calculează cu relația:

$N_p = 220 \times 50/s$

iar în secundar:  $N_s = 2 \times 1,2 \times 16 \times 50/s$

în care s este secțiunea centrală a miezului exprimată în cm<sup>2</sup>.

## Lista de piese

1. T1;T2 → BC107 sau BC171
2. D1;D2 → 6SI6
3. D3;D4 → 1N4001...1N4007
4. Th → 3T3N
5. Dz → PL14V4Z
6. R1 → 1,8kΩ
7. R2 → 470Ω
8. R3 → 1kΩ
9. R4 → 47kΩ
10. R5 → 39Ω



# STABILIZATOR

## de TENSIUNE

RO-71 100 București, C.P. 22-50

Tel./Fax: 01-315.55.75

E-mail:

yo3kaa@pcnet.pcnet.ro

yo3kaa@allnet.ro

WEB: www.qsl.net/yo3kaa

Prezentăm un stabilizator propus de **F10CJ** cu ani în urmă în revista Radio REF. Acesta poate asigura la ieșire o tensiune de 3-15V la un curent maxim de 3A.

Transformatorul trebuie să asigure în secundar cca 21 Vef și folosește pentru bobinaj conductor CuEm de 1,5 mm. S-a folosit un transformator de la un TV vechi (miez 130 x 110 mm), la care s-a refăcut secundarul. Puntea redresoare va rezista la 5 A și va fi urmată de un condensator electrolitic C1 = 10.000  $\mu$ F/40V.

Schema este clasică. Reglajul tensiunii se face prin P1, iar protecția este asigurată de căderea de tensiune de pe R1.

T1 - 2N1711, T2 - BC177, T3 - 2N2197; T4 - 2 x 2N3055 montate în paralel pe un radiator fixat pe carcasa metalică și având fiecare în serie cu emitorul câte o rezistență de 0,2-0,4 $\Omega$  la 5W.

D1 - 6,2V; D2 - BZY C10; D3 - BZY C18.

S-a folosit un  $\mu$ A741 cu capsulă metalică. R1 - 0,18-0,2 $\Omega$  la 3 W, bobinată; R2 = R7 = R5 = 4,7 k $\Omega$ ; R3 = R6 = 1 k $\Omega$ ; R4 = 1,5 k $\Omega$ ; R6 = 10 k $\Omega$ ;

C2 = 50 $\mu$ F/25V;

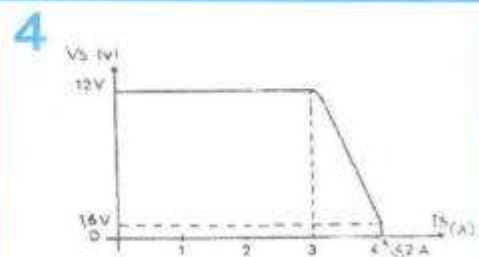
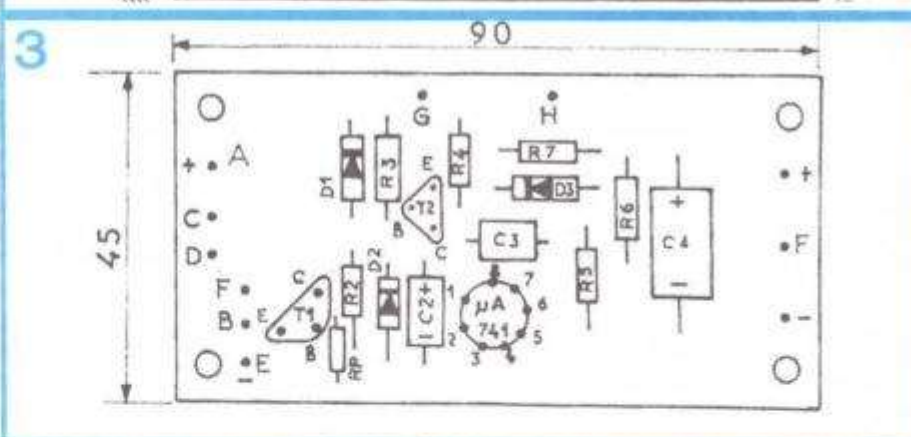
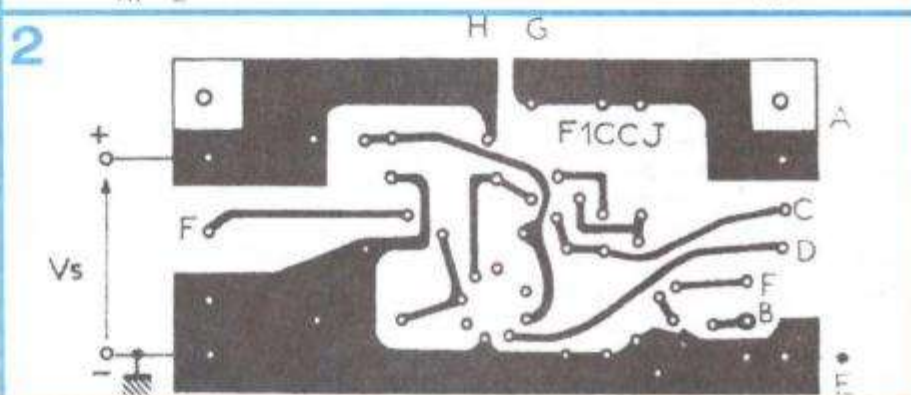
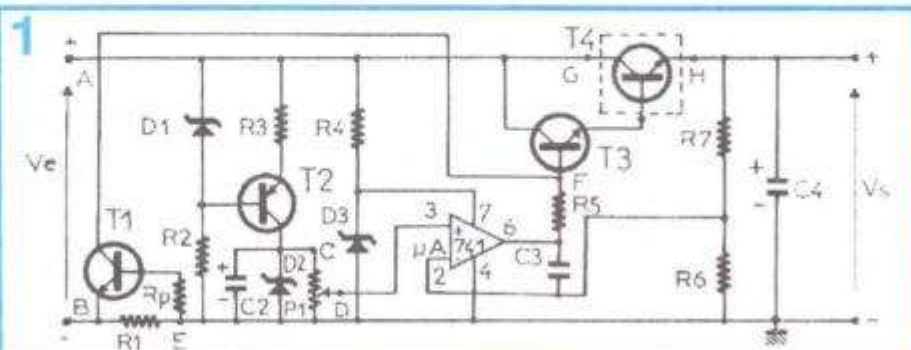
C3 = 22nF/125V;

C4 = 100 $\mu$ F/25V.

C1, P1 și R1 sunt montate în afara cablajului imprimat arătat în figura 2.

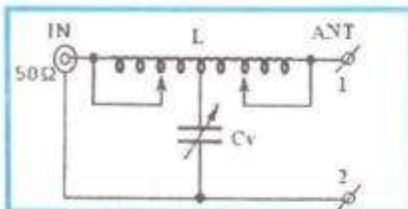
Dispunerea componentelor este redată în figura 3, iar caracteristica tensiune-curent în figura 4.

Dacă tensiunea asigurată în secundar de transformatorul de rețea este mai mare, de exemplu 24Vef, R2 - 5,6k $\Omega$ , R4 = 1k $\Omega$ , D2 = BZY C15, iar D3 = BZY C20. De asemenea, se va mări și suprafața radiatorului.





# ADAPTOR de ANTENE



Acest transmatch este realizat cu piese puține, fiind practic format dintr-o bobină și un singur condensator. Transmatch-ul poate adapta practic aproape orice antenă. Dacă fiderul este coaxial, borna 2 se leagă la pământ. Dacă fiderul este simetric, el se conectează la transmatch prin intermediul unui balun,

iar borna 2 nu se leagă la pământ. Condensatorul variabil este de  $2 \times 500\text{pF}$ . În banda de 80 m, ambele statoare se conectează în paralel. Bobina are diametrul de 50 mm și cca 40 spire distanțate la 6 mm. Se folosește conductor de 2 mm. Spirele se scurtcircuită cu crocodili, căutând poziția care dă

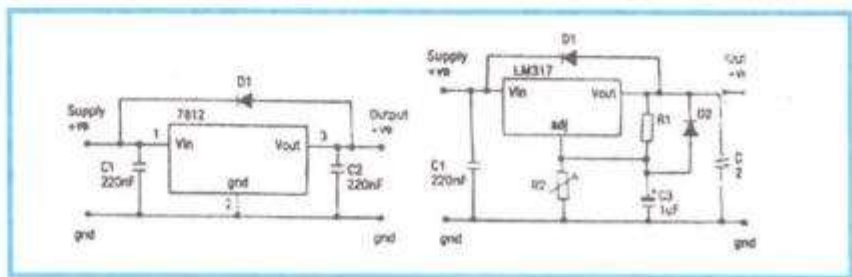
SWR minim, sau recepție maximă, cu Cv în poziția de mijloc. Pentru lucrul în staționar, crocodilii se pot înlocui cu comutatoare. Am folosit acest transmatch pentru antene dipol și LW și verticale de lungimi diferite.

**Bibliografie:** QST nr. 4/1996

Circuitele stabilizatoare cu trei terminale pot fi influențate și chiar distruse de tensiunile puternice de RF sau de scurtcircuitarea în timpul funcționării a bornelor de intrare. De exemplu, un condensator de 10mF la ieșire poate distruge circuitul dacă intrarea acestuia este scurtcircuitată accidental. Diodele montate după cum se arată în figură elimină acest pericol. Condensatoarele de decuplare vor fi de calitate, cu inductanțe parazite minime și se vor monta cât mai aproape de terminale.

Pentru măsurarea condensatoarelor și rezistențelor se poate utiliza cu succes o mică punte RC a cărei schemă de principiu se arată în figura alăturată. Circuitul U1-A

# PROTECȚIE



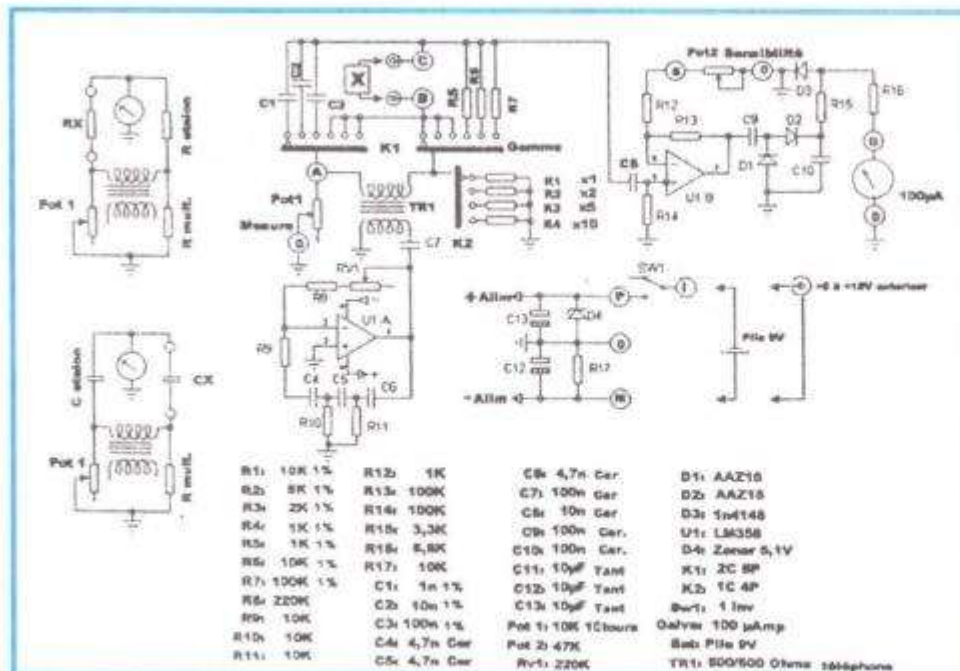
asigură semnale de JF cu frecvența de cca 1 kHz, care prin intermediul

unui transformator cu raport 1:1 se aplică în diagonala unei punți.

# PUNTE RC

Echilibrul punții este arătat de un instrument cu ac ce primește tensiuni de eroare amplificate și redresate de către U1-B și, respectiv, diodele D1-D2. Puntea permite măsurarea rezistențelor și condensatoarelor având valori cuprinse între  $100\Omega$  și  $1\text{M}\Omega$ , respectiv  $100\text{pF}$  -  $1\mu\text{F}$ .

Desenele alăturate arată principiul de măsură pentru R și C. Alegerea montajului respectiv este asigurată de către K1, K2 determină factorul de multiplicare. În revista Radio REF nr. 7/2003, de unde este preluat montajul, se arată că acesta poate măsura componente SMD care se conectează între două arcuri spiralate racordate la intrarea "Measure".





# SELECTOR de CANALE

Cornel ȘTEFĂNESCU

În țara noastră există în funcționare un număr foarte mare de televizoare din producția internă de tip TELECOLOR, TOPCOLOR, CROMATIC care, datorită selectorului de canale, nu pot recepționa și programele transmise în benzile alocate televiziunii prin cablu CATV (fig. 1).

Propunem înlocuirea acestor selectoare standard cu cele moderne prevăzute pentru CATV, care acoperă întotdeauna integral intervalul 47MHz - 300MHz. Există selectoare care acoperă și banda de frecvențe 300-470 MHz - HIPERBANDĂ. La aceste selectoare de canale, numerotarea pinilor se face începând din partea opusă bornei de antenă (fig. 2). Se remarcă lipsa pinului 2 (unele tipuri au și acest pin).

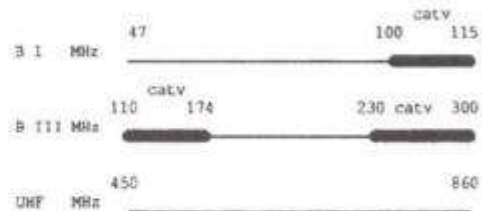
Notațiile sunt consacrate, provenind din limba engleză, și au următoarele semnificații:

- 1 - IF/FI - frecvența intermediară
- 3 - MB - tensiunea de alimentare a selectorului (+12V)
- 4 - AFT / AFC / CAF - tensiunea pentru controlul automat al frecvenței (6,5V/+6V)

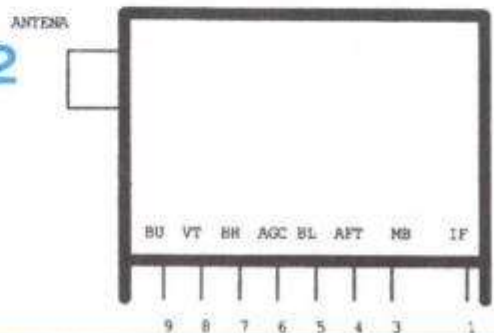
5 - LB / BL - tensiunea pentru comutarea în banda VHF1 / FIF1 / VHF-L/BI (+12V)

6 - AGC / RAA - tensiunea de reglaj automat al amplificării (7V-0V)

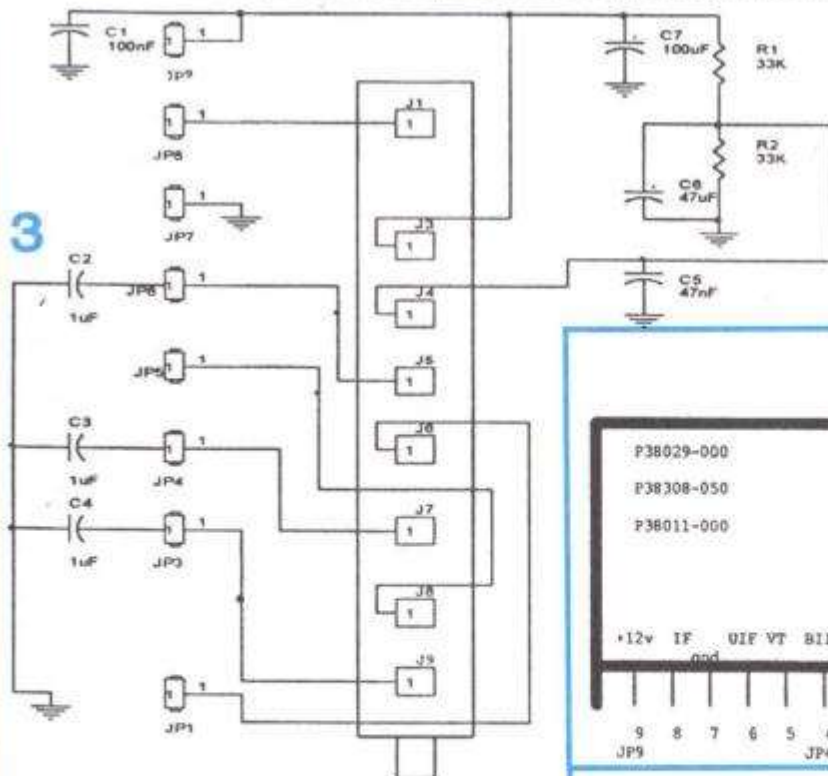
1



2



TELECOLOR 5601,5602 și TOPCOLOR 5101 cu codul P3808-050, P38011-000, P38029-000.



7 - HB/BH - tensiunea pentru comutarea în banda VHF3/FIF3 / VHF-H / B III (+12V)

8 - TU / VT - tensiunea pentru acordul diodelor varicap (+0,5V - +28V)

9 - UB / BU - tensiunea pentru comutarea în banda UHF / UIF (+12V)

În figura 3 este prezentată

schema electrică de înlocuire a selectorului FIF-UIF din televizoarele TELECOLOR 5601, 5602 și TOPCOLOR 5101 cu codul P3808-050, P38011-000, P38029-000.

La aceste selectoare numerotarea pinilor se realizează dinspre borna de antenă. Înlocuirea se realizează ușor prin scoaterea de pe cablaj a vechiului selector și introducerea montajului propus. Pinii notați în schemă cu JP1-JP9

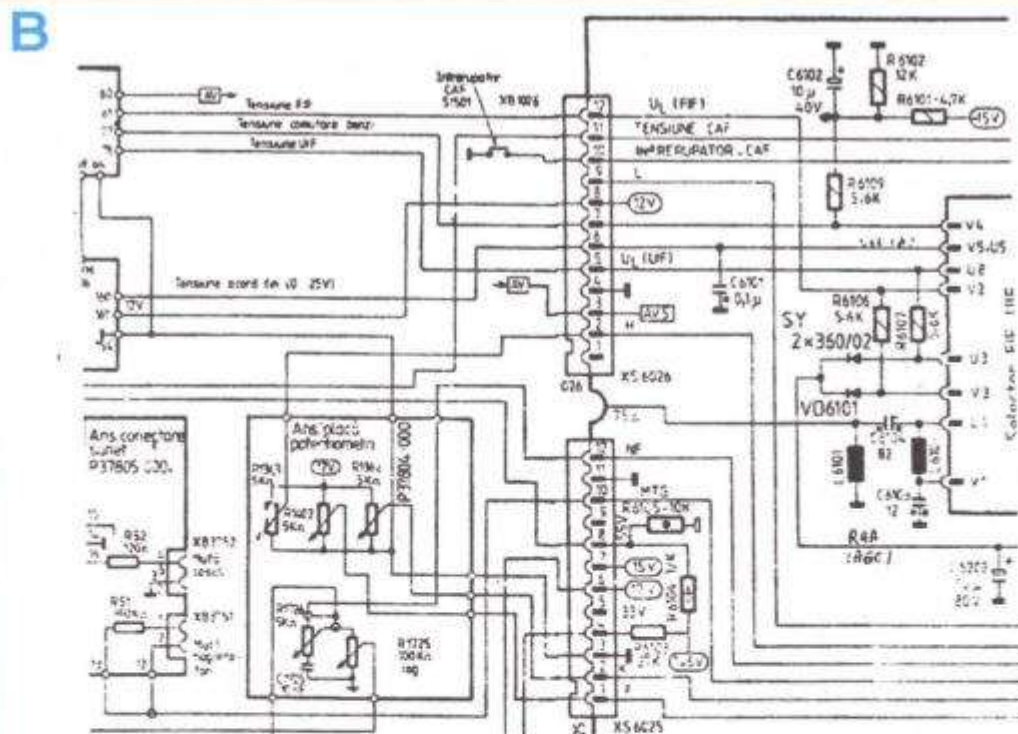
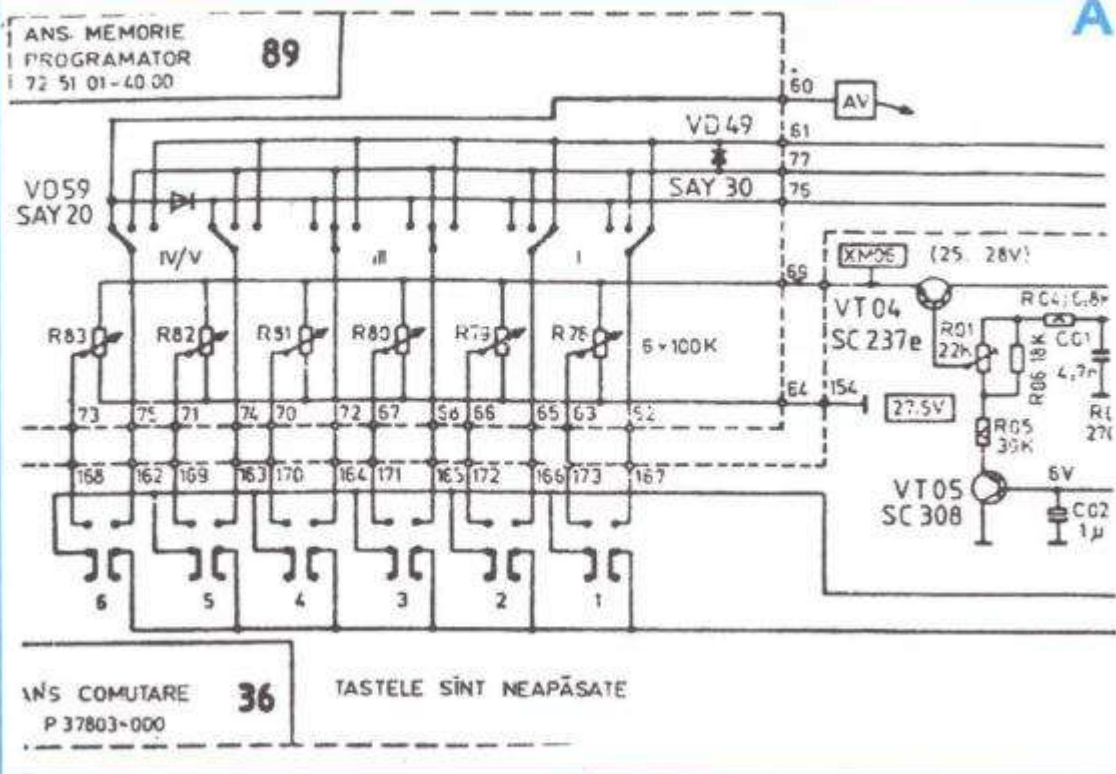
(unde se conectează terminale pentru conexiunea cu placa de bază) corespund pinilor selectorului 1-9.



La montajul realizat, pinul 4 (AFT) al noului selector nu este utilizat; el este menținut la o tensiune continuă de 6V-6,5V prin divizorul rezistiv R1, R2 (10kΩ-100kΩ) și filtrată cu C5 (10 μF-47 μF), C6 (10 nF-100 nF). Condensatoarele C1 (4,7 μF-100 μF) și C7 (10 nF-100 nF) filtrează tensiunea de alimentare a selectorului. La acest montaj, pentru a nu complica inutil cablajul, benzile BI și UIF sunt inversate între ele. În figurile 4, 4a este prezentat cablajul simplu stratat vedere prin transparentă.

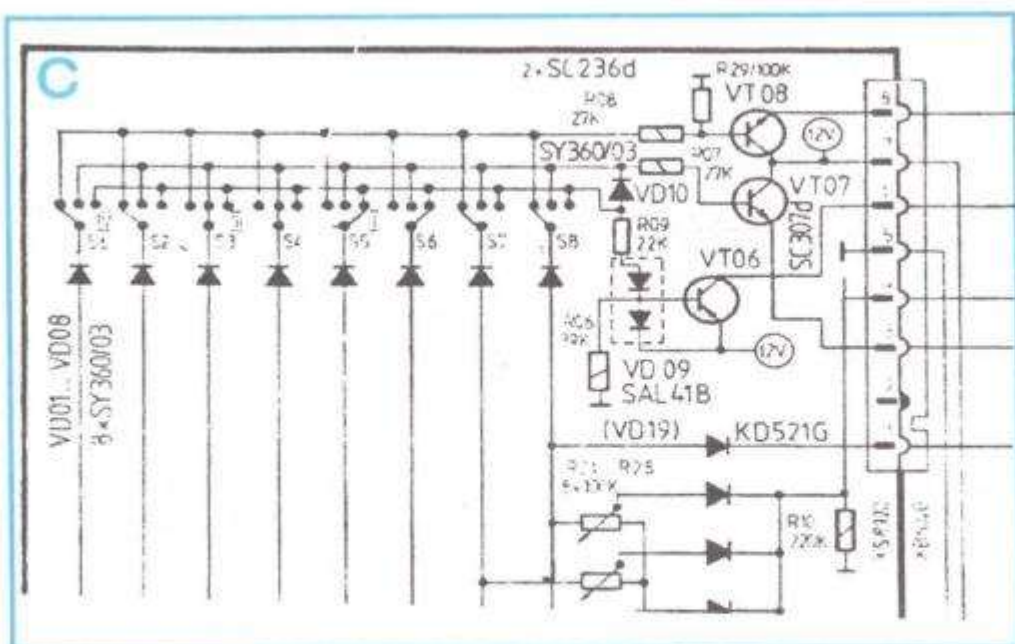
Pentru televizoarele TELECOLOR 4507, MONITOR COLOR 003, CROMATIC 002 și alte tipuri care au

montate selectoare FIF-UIF de tipul 450120-00 00 înlocuirea trebuie urmată și de unele modificări în schema electrică a televizorului pentru că la comutarea pentru BIII apare tensiune și pentru BI, ceea ce în funcționarea noului selector nu este permisă. Astfel, pentru TELECOLOR 4507 și MONITOR COLOR 003:



- Se identifică pe ansamblul programator dioda VD 49, de tip SAY30, și se elimină;
- Se deconectează capătul rezistorului R6109(5k6) dinspre divizorul rezistiv conectat la -15V (R6101, R6102, C6102);
- Dioda recuperată (VD49) se conectează cu anodul în capătul rămas liber al rezistorului R6109 și cu catodul



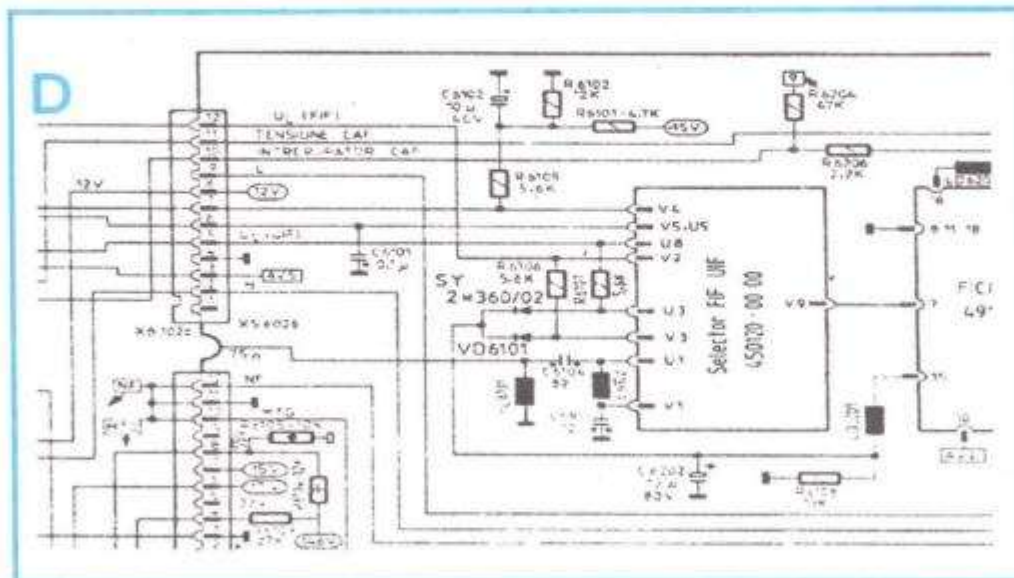


În punctul comun al diodelor VD6101 cu C6202. Punct în care apare tensiunea RAA și care se conectează printr-un fir la montaj;

- De pe pinul 8 al conectorului XS6026 se conectează tot printr-un fir tensiunea de +12V la montaj.

Pentru televizorul CROMATIC 02, care are programatorul diferit (cu semnalizare cu LED) se modifică:

- Se identifică și se elimină tranzistorul pnp VT06 și dioda VD10;
- Se identifică și se elimină dioda dublă VD09;
- R09 se înlocuiește cu valoarea de 27 k $\Omega$  conectată în baza tranzistorului VT06, iar R06 se înlocuiește cu o rezistență de 100 k $\Omega$ . Tot o rezistență de 100 k $\Omega$  se montează între baza lui VT07 și masă;
- În locul tranzistorului VT06 se montează un tranzistor npn BC174, dar cu colectorul la +12V;
- Se deconectează capătul rezistorului R6109(5k6) dinspre divizorul rezistiv conectat la -15V (R6101, R6102, C6102);
- Dioda recuperată (VD10) se conectează cu anodul în capătul rămas liber al rezistorului R6109 și cu catodul în punctul comun al diodelor VD6101 cu C6202. Punct în care apare tensiunea RAA și care se conectează printr-un fir la montaj;
- De pe pinul 8 al conectorului XS6026 se conectează tot printr-un fir tensiunea de +12V la montaj.



Se pot utiliza diverse tipuri de selectoare cum sunt: 113-118C sau 113-238H utilizate în GOLDSTAR, 2900KKC (DAEWOO), TEKE4-073A(ALPS), VTSS 7SZ3 (SHARP) utilizate în DAEWOO și MEGAVISION, VTSA1SZV utilizat în ORION etc.



4a





# Aparat pentru încercarea și reglarea servomecanismelor

Pentru cei care utilizează stații de radiotelecomandă digital-proportionale, un astfel de aparat este deosebit de util.

Când achiziționează servomecanisme, fie că acestea sunt noi, fie că provin de la diferite persoane cărora nu le mai fac trebuință, cel care le-a procurat trebuie să le încerce și în mai multe cazuri să le regleze. Sigur că aceste servomecanisme pot fi încercate utilizând propria stație de telecomandă. Operația este mai complicată, necesitând punerea repetată în funcțiune a emițătorului și a receptorului. Dar dacă unul din aceste servomecanisme este defect, prezentând de exemplu scurtcircuit la intrare? În acest caz există riscul major al defectării receptorului stației. Dar dacă cupla de la intrarea servoului nu se potrivește cu cea de la ieșirea receptorului, fiind de alt tip și altă fabricație? Dacă se taie cupla servomecanismului și se atașează una care se potrivește la receptor, servoul nu mai poate fi înapoiat în cazul în care se constată că este defect.

Cei care posedă și utilizează stații de telecomandă cunosc importanța acestor argumente.

În cele ce urmează vor fi prezentate două scheme electrice ale unor astfel de aparate pentru încercarea și reglarea servomecanismelor.

Prima schemă utilizează tranzistoare iar a doua un circuit integrat. Ambele sunt simple, ușor de realizat și dacă sunt corect construite funcționează de la prima încercare.

Reglajul lor este de asemenea foarte simplu, necesitând după cum vom vedea în cele ce urmează fie un servomecanism maror, în perfectă stare de funcționare (pentru cei mai puțin pretențioși, pe care îi interesează numai stația lor de telecomandă), fie un osciloscop cu scala gradată.

În figura 1 este prezentată schema electrică de principiu a unui astfel de aparat în construcția căruia intră numai tranzistoare cu siliciu; pot fi înlocuite cu orice alte tranzistoare, cu condiția să fie de tip "npn" și să aibă factorul  $\beta$  cuprins între 75 și 250. Este preferabil totuși ca tranzistoarele T1 și T2 să aibă factori de amplificare  $\beta$  cât mai apropiați.

Împreună cu piesele aferente,

cele două tranzistoare formează un circuit basculant astabil. Frecvența de oscilație se stabilește la 50-55 Hz cu potențiometrul semireglabil SR1. În timpul reglajului, acesta nu trebuie adus în poziția de scurtcircuit, când baza tranzistorului T2 este adusă la tensiunea sursei de alimentare (4,8 V). În acest caz, tranzistorul se defectează. Semnalul de la ieșirea circuitului basculant astabil atacă (prin condensatorul C3 și dioda D2) intrarea unui monostabil în componența căruia intră tranzistoarele T3, T4 și piesele aferente.

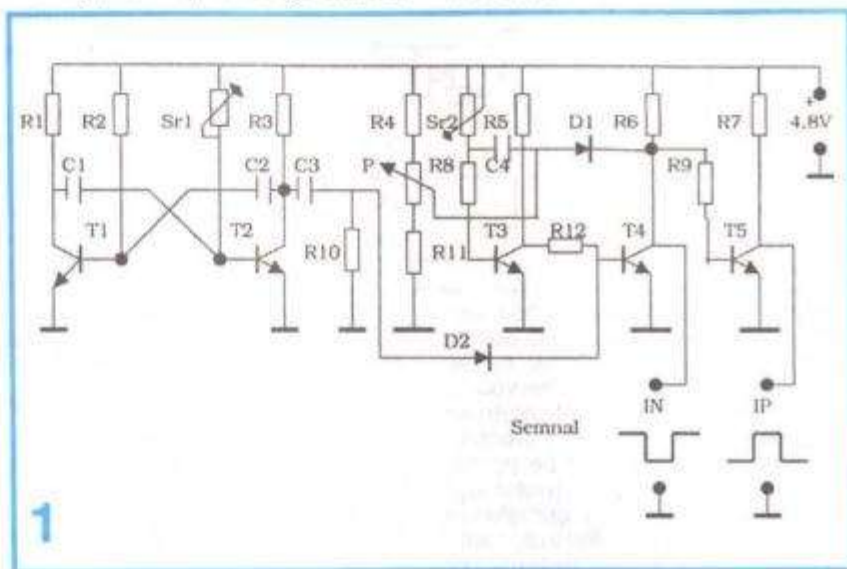
Lungimea impulsului generat de

să existe posibilitatea de a verifica și regla cât mai multe tipuri de servomecanisme (servouri).

**Notă.** În caz de nefuncționare a montajului, valoarea rezistenței R5 din colectorul tranzistorului T3 se va majora treptat de la 2,2k $\Omega$  până la 15 k $\Omega$ .

## Reglarea aparatului

Se poate face în cel mai bun caz cu ajutorul unui osciloscop etalonat, cu scala gradată. După ce montajul electronic a fost încasat într-o cutie din material plastic, se fixează potențiometrul P de partea frontală a carcasei.



monostabil (semnalul util) se reglează cu potențiometrul P. Ca și semireglabilul SR1, potențiometrul P trebuie să aibă scala liniară (variație liniară a rezistenței proporțională cu deplasarea cursorului). Se poate utiliza și un potențiometru logaritm, dar nu este indicat, deoarece în acest ultim caz scala aparatului nu va mai avea diviziunile egale pentru perioade de timp egale.

Aparatul permite verificarea și reglarea atât a servourilor care lucrează cu impulsuri negative, cât și a celor comandate cu impulsuri pozitive. Impulsurile negative se obțin în colectorul tranzistorului T4, iar cele pozitive în colectorul inversorului T5. La fiecare ieșire este recomandabil să se lege în paralel mai multe feluri de cuple, astfel încât

Pe axul potențiometruului se montează un buton (de radio sau TV) cu indicator, iar pe perete se lipește o hârtie pe care se va desena scala, gradată în ms (milisecunde). Una din cele două ieșiri (indiferent care), se leagă la intrarea osciloscopului. Borna de masă a montajului se leagă și ea la masa osciloscopului. Se rotește axul potențiometruului P astfel încât pe ecranul osciloscopului să se citească 0,3 ms. Se rotește (de preferință în sensul acelor de ceasornic) butonul cu indicator al potențiometruului, marcându-se pe scală din ms în ms până la 2,5 ms.

Se trece "pe curat" scala și se lipește pe pereții frontal al cutiei exact în aceeași poziție.

De regulă, intervalul cel mai utilizat este cuprins între 1,1 și 2,5 ms,



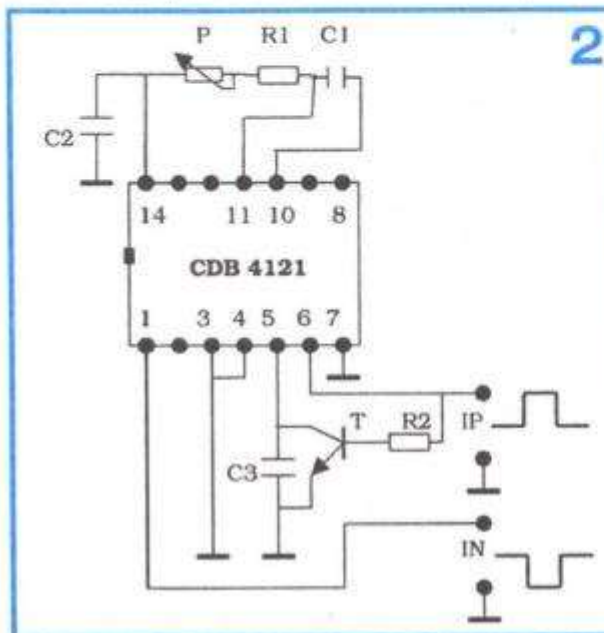
mijlocul fiind la 1,7 ms. Majoritatea stațiilor industriale de telecomandă digital proporțională lucrează în acest interval, dar sunt și unele care fac excepție. De exemplu, stațiile Kraft generează impulsuri cuprinse (în funcție de poziția manetei de comandă a emițătorului) între 1 și 2 ms, cu mediana de 1,5 ms.

Pentru poziția de mijloc a manetei emițătorului de teleco-

4. Felul impulsurilor necesare la intrarea servomecanismului: pozitive sau negative.

În aceste condiții, o verificare a unui servou cu utilizarea acestui aparat decurge în felul următor:

- Se cuplează mufa servoului la mufa corespunzătoare a aparatului;
- Se fixează indicatorul butonului de pe axul potențiometrului P, pe poziția mediană caracteristică stației de telecomandă respective: 1,5; 1,7 etc.;
- Se cuplează sursa de alimentare a ansamblului aparat de verificare-servou;
- Dacă servoul este în stare de funcționare, va roti echea într-un sens sau altul și se va opri. În acest caz servomecanismul (servoul) nu este defect;



mandă (1,5 sau 1,7 ms) echea servoului trebuie să fie și ea pe poziție mediană. Dacă acest lucru nu se întâmplă, se demontează servoul și se rotește cursorul potențiometrului acestuia (indicatorul butonului aparatului de reglat fiind pe poziția mediană) până când motorușul electric al acestuia se oprește. În această poziție se fixează roata dințată care antrenează potențiometrul și totodată echea servoului, astfel încât acesta din urmă să fie pe poziție mediană. Sunt multe servouri care au posibilitatea de a fi reglate din exterior, fără a mai fi necesară demontarea lor. De exemplu: Graupner CLC, Multiplex, Piko etc.

În rezumat, utilizatorul unui astfel de aparat trebuie să cunoască următoarele:

1. Domeniul variației semnalelor de comandă ale stației cu care va lucra servoul supus verificării și reglării. De exemplu, 1,1 + 2,3 ms;

2. Intervalul de mijloc al domeniului (ex. 1,7 ms), când maneta emițătorului de telecomandă este în poziția de mijloc;

3. Felul semnalelor (impulsurilor) la ieșirea receptorului: pozitive sau negative;

- Dacă echea nu se poziționează pe mijloc, se demontează de pe axul final al servoului și se fixează pe poziția de mijloc. Rotind butonul potențiometrului P între cele două limite ale domeniului (de exemplu, între 1,1 și 2,3 ms), echea servoului trebuie să efectueze deplasări egale față de poziția de mijloc. Dacă acest lucru nu se întâmplă, se reglează servoul așa cum am arătat mai sus, fie din exterior, fie prin demontarea și reșezarea corectă a reductorului cu pinioane al acestuia;

- Dacă servoul nu se rotește, indiferent de poziționarea butonului de scală al aparatului, rezultă că este defect;

- Dacă, în aceleași condiții, se rotește numai într-un sens (în mod continuu sau nu), este de asemenea defect, fie la partea electronică, fie la partea mecanică și mai ales la cea de poziționare a potențiometrului de reacție.

#### Reglarea aparatului cu ajutorul unui servomecanism etalonat

Pentru realizarea scalei aparatului este necesar să se dispună de un servo etalonat în prealabil. În acest sens, scala servoului trebuie să fie marcată din ms în ms în intervalul 0,4+2,5 ms. Cuplând aparatul la acest servo, i se poate desena scala butonului potențiometrului P, după indicațiile echei servoului etalon. Metoda este mai simplă, dar este necesar un servo etalonat în prealabil.

**Notă.** Aparatul de verificare și reglare a servomecanismelor prezentat în figura 1 poate fi alimentat fără probleme și la tensiunea de 6 Vc.c. Sunt servouri (de exemplu, trollele velierelor din clasele F5 M și F5 10) care necesită să fie alimentate sub tensiunea de 6 Vc.c.

#### Aparat de verificare cu circuit integrat

Schema de principiu a aparatului este prezentată în figura 2.

Montajul este în esență un oscilator în componența căruia intră circuitul integrat specializat CDB 4121.

Alimentarea montajului se face de la o sursă de acumulatori cu tensiunea de 4,8 Vc.c. ca și cel precedent.

Semnalele negative se obțin la ieșirea (pinul) 1 a integratului, iar cele pozitive la ieșirea 6.

Se poate întâmpla ca în unele situații aparatul să nu genereze impulsuri. Aceasta se întâmplă în cazul unor anumite defecțiuni la servomecanismul ce trebuie probat. Cuplând în locul acestuia un alt servo care știm precis că este bun, observăm că nici acesta nu funcționează. Este suficient să decuplăm și apoi să cuplăm bateria de alimentare pentru ca totul să fie în ordine.

La montajul prezentat în figura 1 acest lucru nu se întâmplă.

Pe schemele prezentate în figurile 1 și 2 s-au notat cu IP impulsurile cu polaritate pozitivă și cu IN cele cu polaritate negativă.

#### Lista de piese (figura 1)

1. T1T5 ⇒ BC 107 B
2. C1; C2 ⇒ 100 nF
3. C3; C4 ⇒ 47 nF
4. P ⇒ 1 kΩ
5. SR 1 ⇒ 100 kΩ
6. SR 2 ⇒ 2,2 kΩ
7. R1; R3; R7 ⇒ 4,7 kΩ
8. R2 ⇒ 100 kΩ
9. R4; R11 ⇒ 470Ω
10. R5 ⇒ 2,2 kΩ
11. R6 ⇒ 1 kΩ

12. R8 ⇒ 510 Ω
13. R9 ⇒ 10 kΩ
14. R10 ⇒ 47 kΩ
15. R12 ⇒ 22 kΩ
16. D1; D2 ⇒ EFD 108

#### Lista de piese figura 2

1. CI ⇒ CDB 4121
2. P ⇒ 10 kΩ
3. T ⇒ BC 107 B
4. R1; R2 ⇒ 10 kΩ
5. C1 ⇒ 150 nF
6. C2; C3 ⇒ 10 μF/10 V



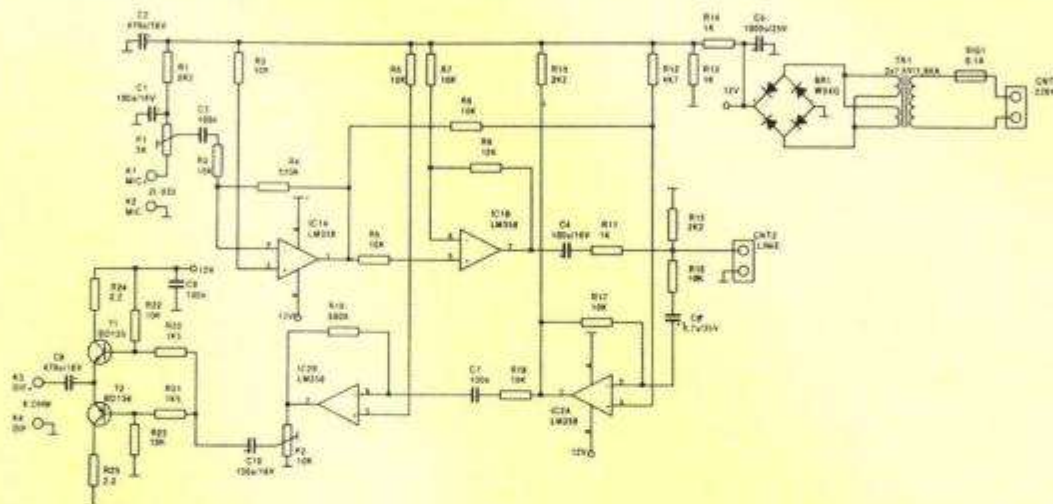
# INTERFON DUPLEX

REVISTA  
REVISTELOR

Revista *Conex Club*, nr. 54 (februarie 2004) prezintă la paginile 4-5 kit-ul cu numărul de cod CNX207, proiectat și realizat de firma *Conex Electronic*, care reprezintă un interfon duplex (la care se poate vorbi și asculta simultan partenerul). Interconectarea a două astfel de kit-uri se face cu cablu bifilar obișnuit.

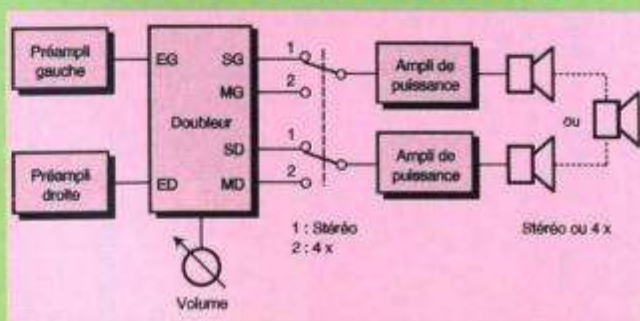
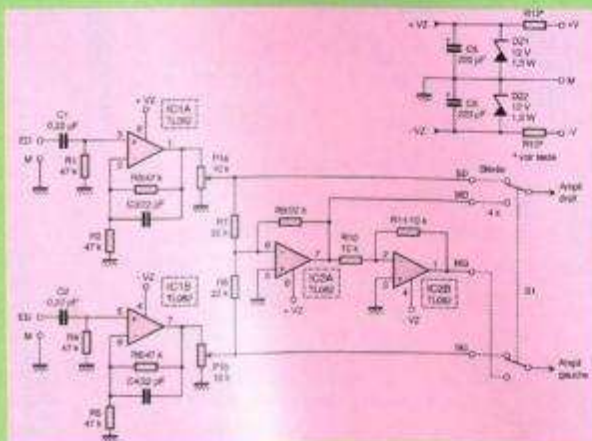


Montajul poate fi abordat cu ușurință de constructorii amatori, în articolul respectiv („Interfon pe 2 fire“, autor *George Pintilie*) fiind prezentate descrierea schemei electrice, cablajul imprimat și desenul de amplasare a componentelor, indicațiile de punere în funcțiune și reglaje.



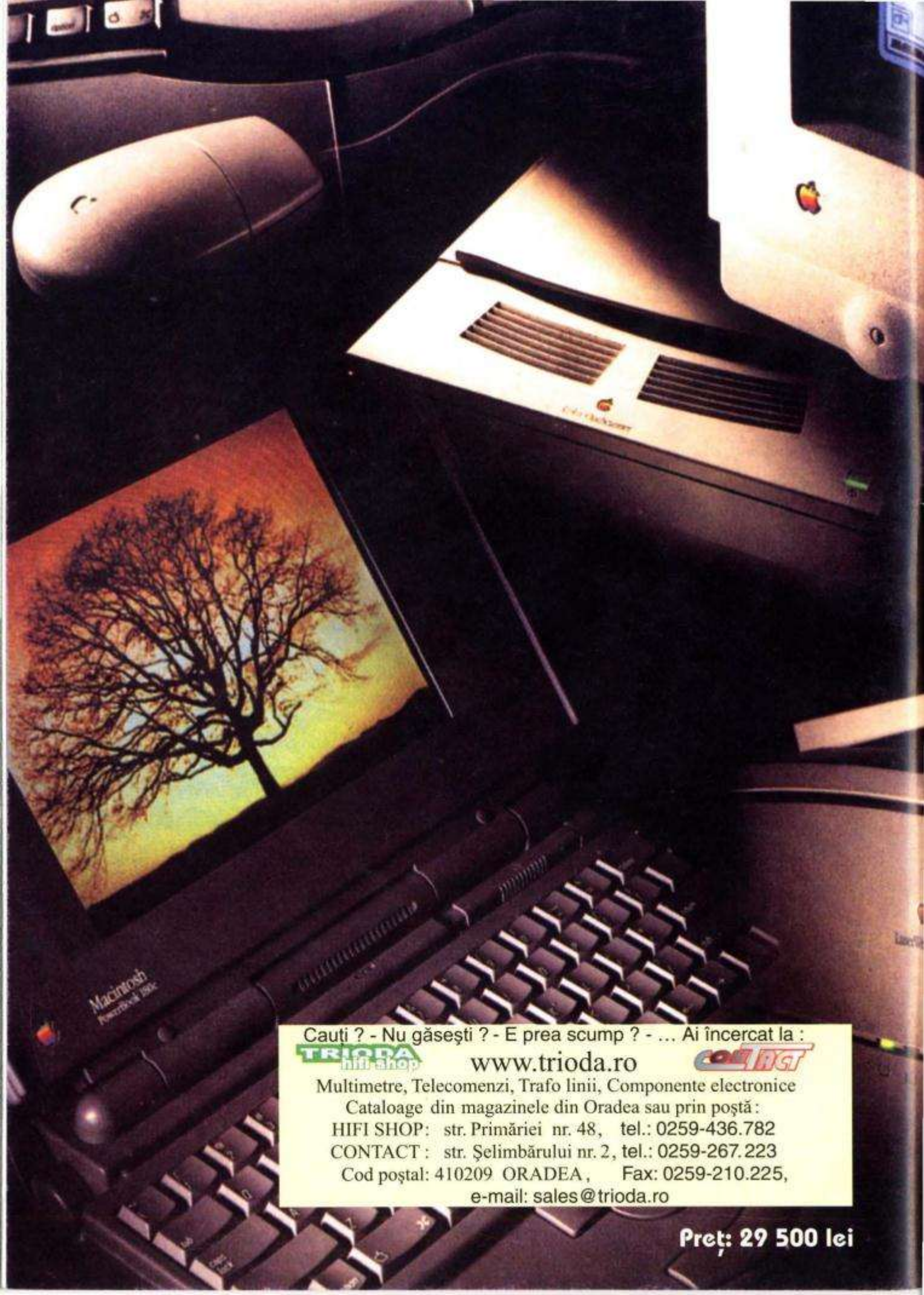
## AMPLIFICATOR pentru INTRAREA de MICROFON-PC

Revista *Electronique Pratique*, nr. 271 (decembrie 2002-ianuarie 2003) prezintă la rubrica PC realizarea unui amplificator pentru intrarea de microfon a calcula-



toarelor (pag. 126-127, autor *P. Marin*). Acest mic preamplificator, echipat cu un tranzistor cu efect de câmp, asigură un câștig de 20 dB, permițând folosirea eficientă a unui microfon cu electret.





Cauti ? - Nu găsești ? - E prea scump ? - ... Ai încercat la :

**TRIODA**  
hifi shop

[www.trioda.ro](http://www.trioda.ro)

**CONTACT**

Multimetre, Telecomenzi, Trafo linii, Componente electronice

Cataloage din magazinele din Oradea sau prin poștă :

HIFI SHOP: str. Primăriei nr. 48, tel.: 0259-436.782

CONTACT : str. Șelimbărilor nr. 2, tel.: 0259-267.223

Cod poștal: 410209 ORADEA, Fax: 0259-210.225,

e-mail: [sales@trioda.ro](mailto:sales@trioda.ro)

**Preț: 29 500 lei**