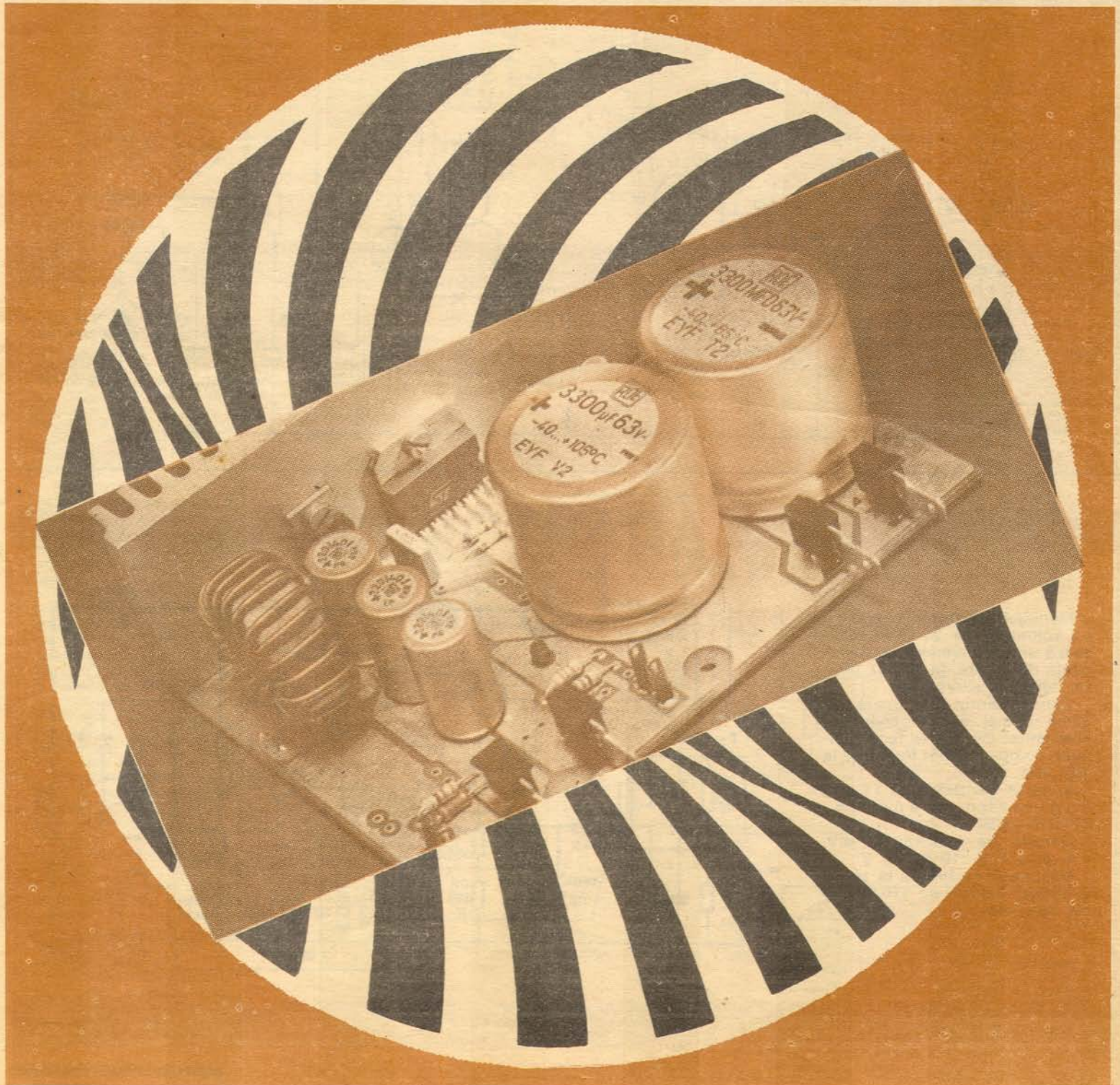


Tehniium

SUPLIMENT

1991

LABORATOR



MILIVOLTMETRU

Utilizând un montaj în punte, acest instrument măsoară tensiuni cuprinse între 50 mV și 500 V pe 9 scale. De la divizorul rezistiv semnalul este aplicat unui tranzistor FET, T1. În brațul opus, tranzistorul

FET, T4, are polarizare fixă. Dezechilibrul punții, comandat de tensiunea de intrare, este citit pe instrumentul indicator gradat în unități de măsură.

Potențiometrul R15 reglează capul de scală, iar

potențiometrul R18 reglează zeroul.

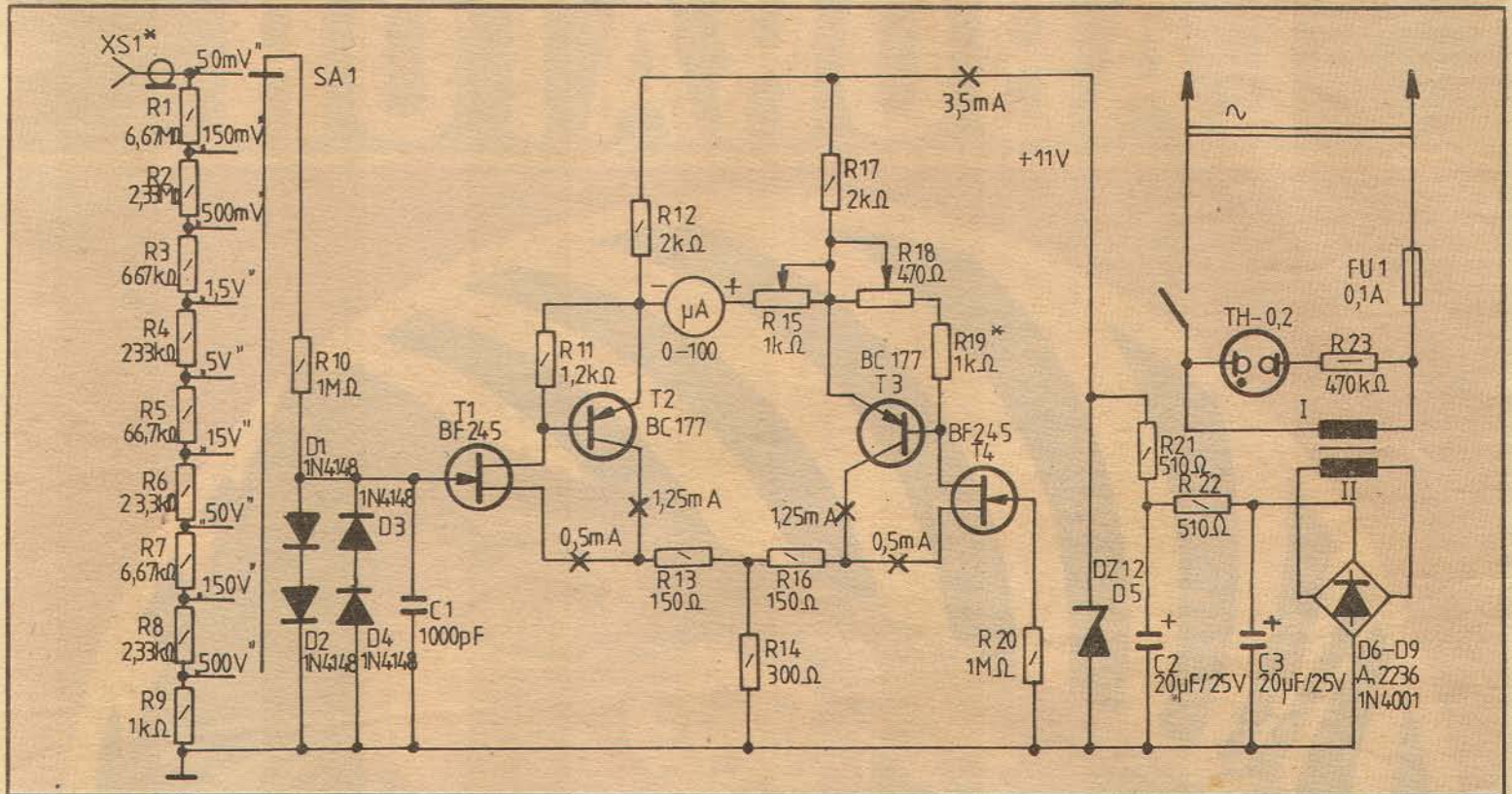
Rezistențele divizorului se aleg prin măsurare și inseriere sau se utilizează potențiometre semireglabile adecvate.

T1—T4 = BF245; T2—T3

= BC177; D1—D4 = 1N4148; D5 = DZ12;

D6—D9 = 1N4001

Tensiunea în secundarul transformatorului este de 15 V. Becul cu neon TH 0,2 se poate înlocui cu MN8.



ADAPTOR

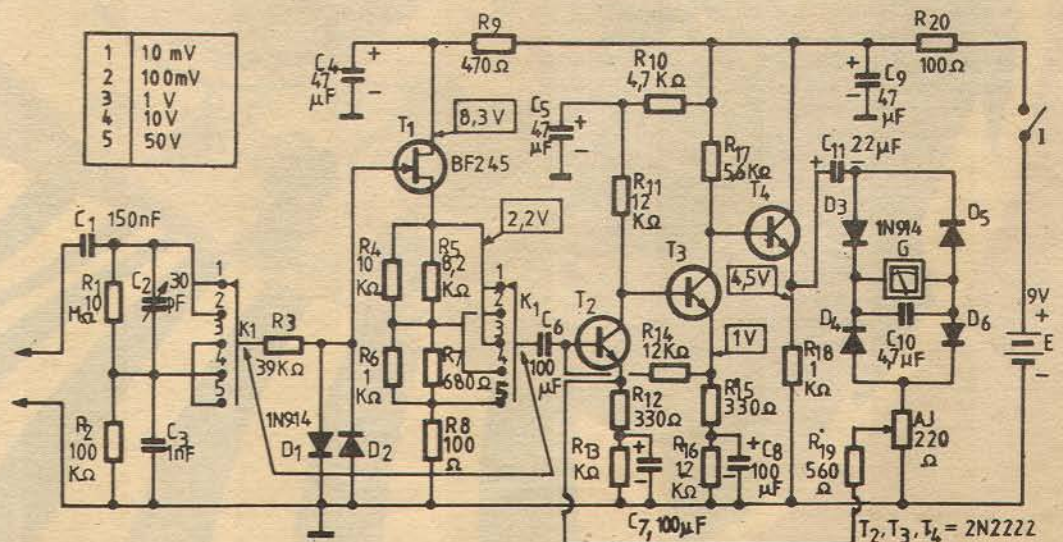
Montajul electronic cuplat cu un voltmetru de 20 kΩ/V realizează un milivoltmetru cu impedanța de intrare de 10 MΩ, pentru tensiuni alternative.

Condensatorul C1 permite trecerea numai a componentelor alternative. Din C2 se face ajustarea compensării în frecvență la 100 kHz.

În sursa tranzistorului T1 este cuplat un atenuator 1—1/10—1/50.

Gamele de măsură: 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V, 50 V.

Măsurarea începe de la 10 Hz și atinge valoarea de 110 kHz (1 dB atenuare).



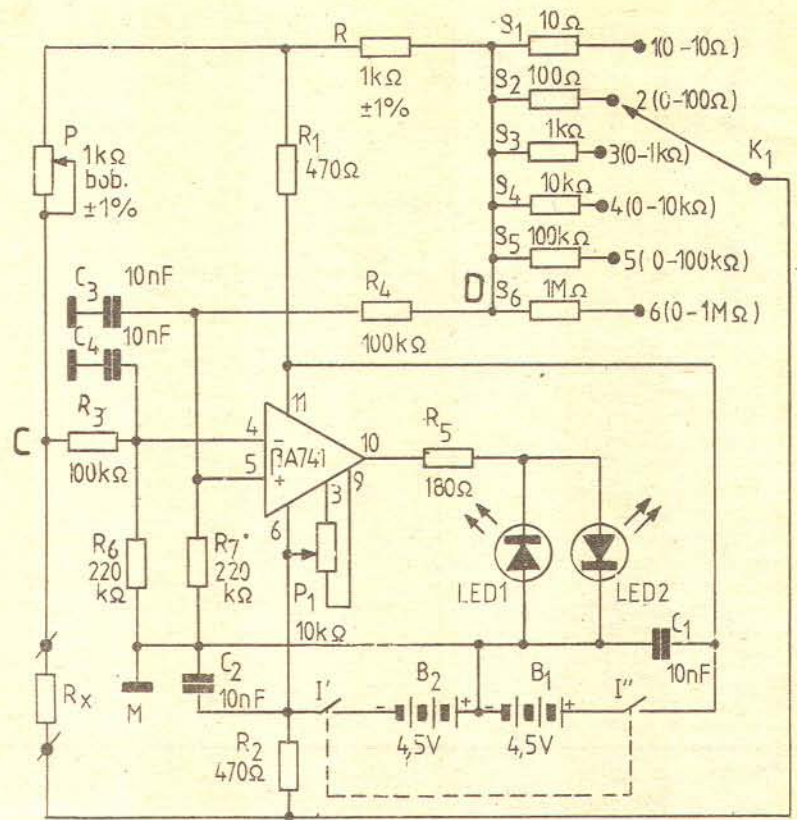
PUNTE R

Simplitatea schemei, sensibilitatea mare a indicatorului de nul și precizia bună a măsurătorilor recomandă acest montaj constructorilor începători, precum și laboratoarelor școlare.

Se remarcă introducerea rezistențelor de polarizare a intrărilor AO (R6 și R7), a condensatoarelor de decuplare pentru cele două surse (C1 și C2) și pentru intrările AO (C3 și C4), precum și a potențiometrului P1 (offset), cu ajutorul căruia se face reglajul de zero (se scurtcircuitează bornele C și D la masă și se reglează P1 astfel încât ambele LED-uri să fie stinse complet).

Atunci când puntea este dezechilibrată, între C și D apare o diferență de potențial. Această diferență de potențial este amplificată de AO și, în consecință, unul din LED-uri este aprins. La echilibru, punctele C și D au același potențial și tensiunea de ieșire a integratului este zero (în raport cu masa), deci ambele LED-uri sînt stinse. Sensibilitatea acestui detector de zero fiind foarte mare, precizia echilibrării este practic limitată de finețea potențiometrului.

Potențiometrul este prevăzut cu un cadran gradat.



La măsurarea tensiunilor alternative se folosesc patru diode redresare pentru redresare patru diode montate în punte, avîndu-se grijă ca fiecare diodă să admită o tensiune inversă mai mare decît cea mai mare tensiune alternativă de pe scala aparatului (1N4007, F407, BA159).

Rezistorul R, montat în paralel pe instrument și care are rolul unui șunt, este necesar pentru a permite trecerea prin diode a unui curent suficient (de 5 mA).

Funcționarea ca ohmmetru este posibilă în trei game de măsură, reglajul de zero făcîndu-se cu un potențiometru P = 10 kΩ. Alimentarea se face de la o baterie de 3 V. Pentru un reglaj cît mai fin pe gamele mici de măsură, s-au introdus în paralel cu P rezistențele R4 = 20 Ω și R5 = 200 Ω.

Schema a fost proiectată și realizată practic pentru un instrument de 50 μA și RA = 3 kΩ.

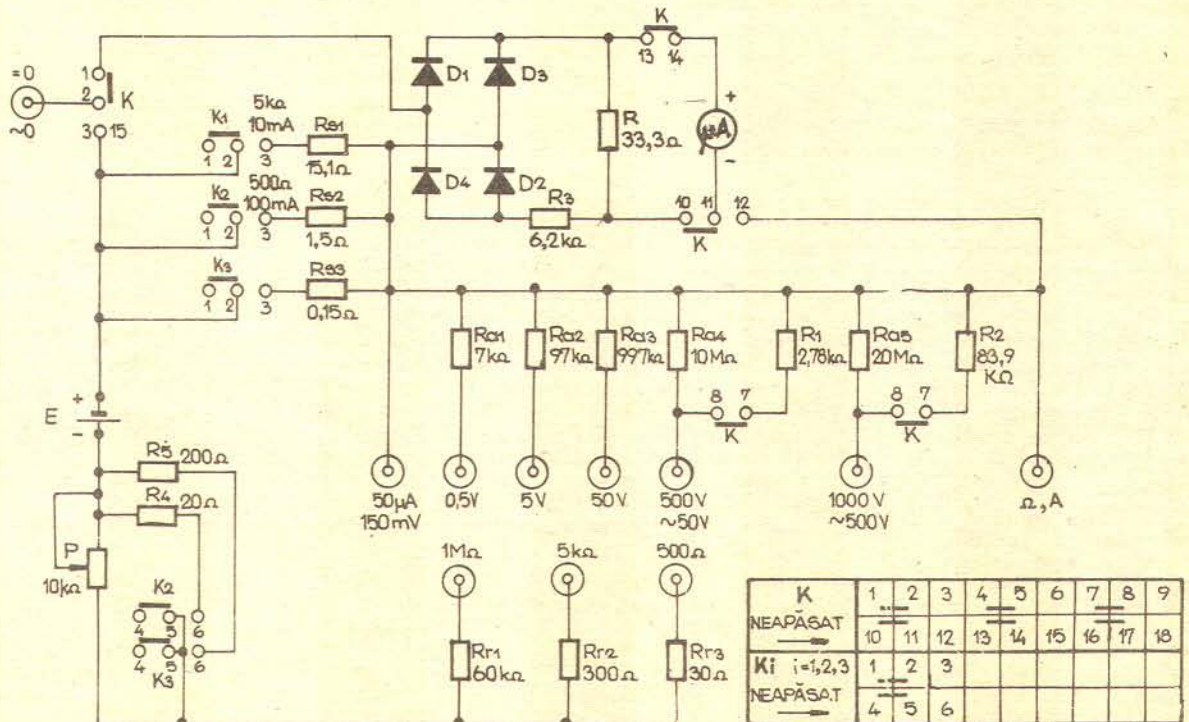
Pentru comutarea pe scala dorită se folosesc comutatoarele K, K1, K2, K3 cu două poziții și mai multe perechi de contacte. Schema este prezentată pentru situația cu comutatoarele neapăsate (vezi tabelul alăturat).

Cînd comutatorul K este neapăsat, instrumentul măsoară tensiuni alternative, iar cu K apăsat mă-

AVO-metru

soară curenți, tensiuni continue și rezistențe. Din comutatoarele Ki (i = 1, 2, 3) se alege scala pentru curenți sau rezistențe.

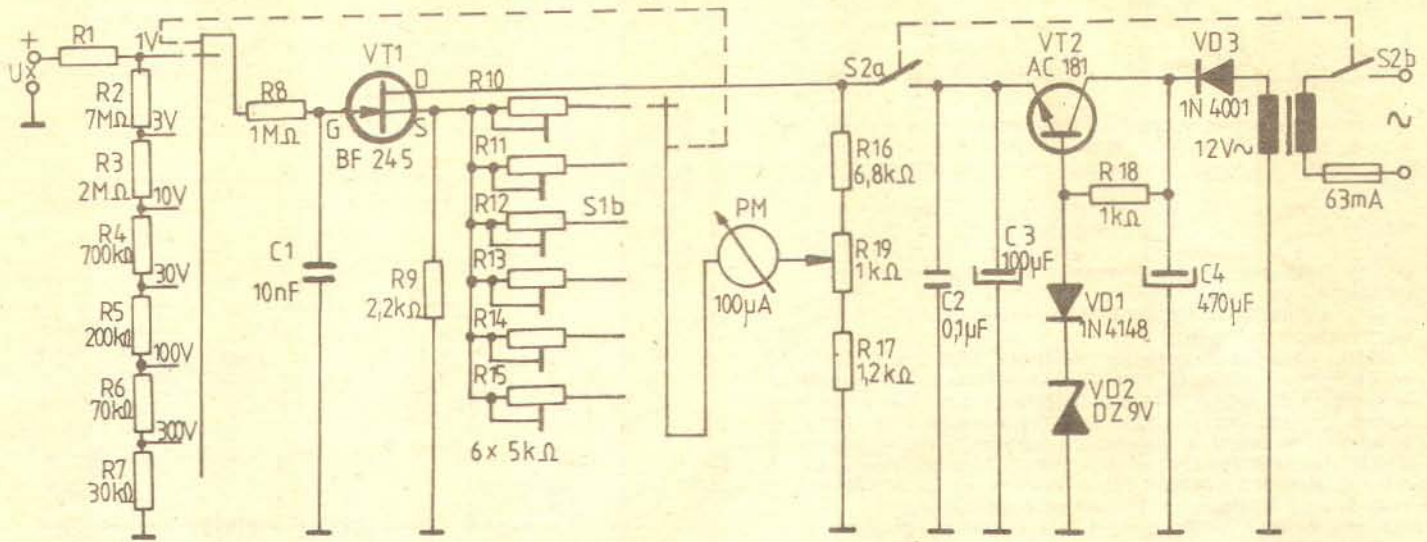
Etalonarea se face cu ajutorul unui instrument cît mai precis, verificîndu-se fiecare scală în parte. Se recomandă ca în serie cu valorile standard ale rezistențelor ce vor fi folosite să se pună niște potențiometre (semireglabile) adecvate, care vor ușura mult etalonarea.



VOLTMETRU

Acest instrument poate masura pe șase scale tensiuni pînă la 300 V. Impedanța de intrare este de aproximativ 10 MΩ. Tranzistorul FET poate fi și de tipul 2N3819. Reglajul pe fiecare scală se face din potențiometrele R10—R15, toate de 5 kΩ. Potențiometrul R19 reglează zero.

Rezistorul R1 care se montează are valoarea de 2,2 MΩ. Alimentarea se face cu o sursă stabilizată. Transformatorul se realizează prin reobinarea secundarului unui transformator de sonerie. R10—R15 au valoarea maximă de 5 kΩ.



Cu numai două tuburi electronice, recuperate de la un aparat de radio se poate realiza o punte RC foarte simplă și precisă.

Se poate vedea că elementul de control al echilibrului este asigurat de un ochi magic cu două sensibilități (EM4, EM11), precedat de un amplificator realizat cu un tub pentodă-diodă (dublă diodă) tip EBF11, EBF21, 6Γ 7C sau o pentodă și o diodă cu germaniu.

Potențiometrul de reglaj de 5 kΩ trebuie să fie bobinat și de foarte bună calitate.

Rezistențele și condensatoarele etalon trebuie să fie cu toleranța de maximum 1% și de calitate (RPM, MЛT și, respectiv, multistrat).

Înainte de montarea rezistențelor și condensatoarelor etalon se face etalonarea potențiometrului (cadranului acestuia), după cum urmează: se aleg patru rezistențe etalon de 1 kΩ, 2 kΩ, 8 kΩ și 10 kΩ, care se montează la bornele Cx și Rx ca în tabel (precizia recomandată 0,5%).

PUNTE RC

Măsurarea Rx se face prin trecerea comutatorului S1 în poziția 0 și alegerea la S2 a unei poziții la care influența asupra ochiului magic este maximă, iar apoi cu potențiometrul P se determină poziția pentru care umbra este maximă.

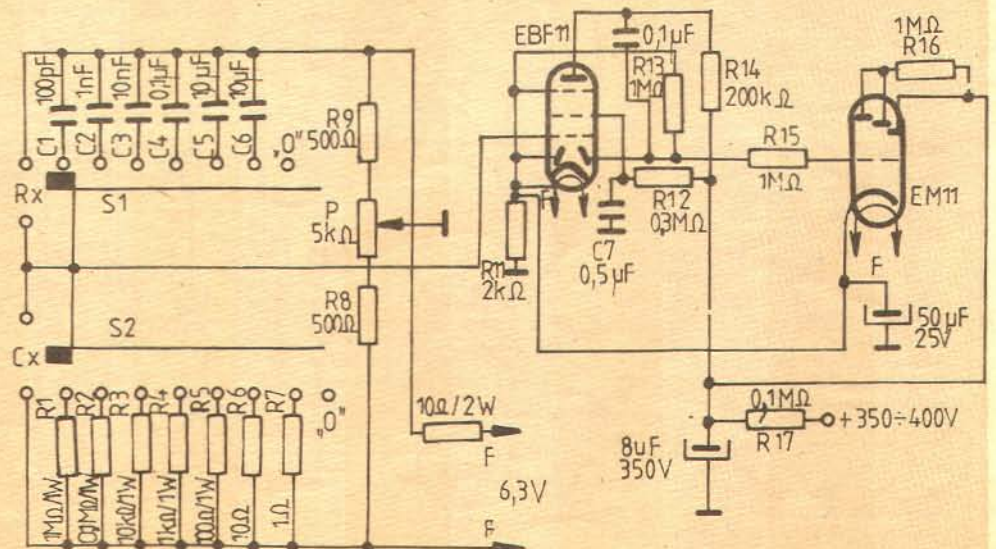
$$R_x = R_{\text{etalon}} \times I_{\text{indicele cadranului}}$$

Pentru Cx se trece S2 în poziția 0 și se face similar determinarea cu S1 și P.

$$C_x = C_{\text{etalon}} \times I_{\text{indicele cadranului}}$$

Alimentarea se face cu 6,3 V alternativ la filamente și cu 300—350 V tensiune anodică, putînd fi utilizate transformatorul și redresorul aceluiași aparat de radio de la care provin tuburile electronice.

Valoarea rezistenței (kΩ)		Gradația cadranului
Rx	Cx	
1	10	0,1
2	10	0,2
2	8	0,25
1+2	10	0,3
1+2	8	0,375
1	2	0,5
8	10	0,8
8+1	10	0,9
10	8+2	1
10	8+1	1,11
10	8	1,25
10+2	8	1,5
2	1	2,0
8	1+2	2,67
8	2	4,0
10	2	5,0
10+1	2	5,5
8	1	8,0
10	1	10,0

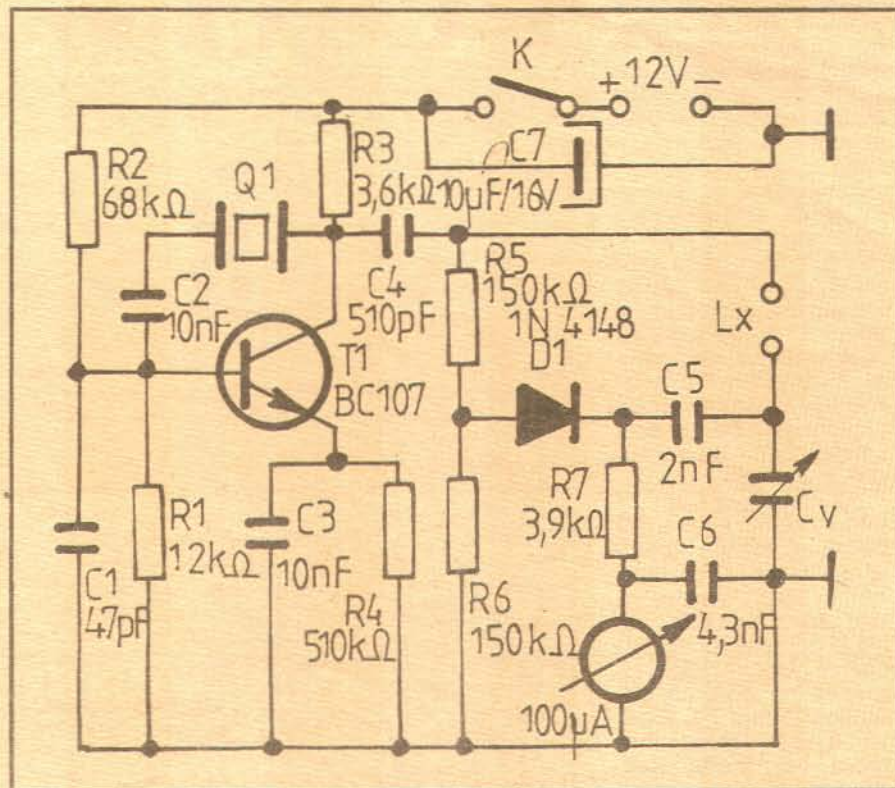


MĂSURAREA INDUCTANȚELOR MICI

În practica radioamatorilor, foarte des se pune problema realizării și măsurării unor inductanțe (bobine pentru US) cu valoarea cuprinsă între 1,5–16 μH . Un aparat simplu, ușor de realizat, destinat măsurării inductanței bobinelor realizate este prezentat în figura alăturată. După cum se observă, schema cuprinde un oscilator pilotat cu un rezonator cuarț, care va debita la ieșire un maxim de tensiune atunci când bobina cu inductanța necunoscută, în serie cu condensatorul variabil C_v , va rezona pe frecvența cristallului Q_1 . Acest maxim de tensiune este redresat prin D_1 și filtrat prin C_5 ; C_6 ; R_7 și indicat prin instrumentul analogic cu maximum 100 μA la cap de scală.

Valoarea lui Q_1 nu este critică. Recomand utilizarea unui cuarț cu frecvența cuprinsă între 6,5 și 8 MHz. O oarecare atenție se va acorda condensatorului variabil C_v . Se va urmări ca exemplarul utilizat să aibă capacitatea reziduală („complet închis”) cât mai mică. Valoarea maximă („complet deschis”) va fi de 180–220 pF. Practic aceste valori C_v minim și C_v maxim vor determina gama valorii de inductanță ce se poate măsura cu aparatul.

Calibrarea aparatului se va face introducând în bornele L_x bobine cu inductanța cunoscută (etalon) de 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 și 15 μH ; se manevrează butonul C_v pînă la indicație maximă a μA -metrului, marcînd în jurul axului



condensatorului variabil pozițiile corespunzătoare fiecărui etalon în parte. Aparatul realizat cu valorile componentelor din schemă acoperă domeniul de interes al radioamatorilor. Pentru cei ce doresc să măsoare inductanțe mai mari de 15 μH se va schimba Q_1 cu un cristal

de 1–3 MHz, iar C_v va fi de 500–1000 pF și invers, pentru bobine cu inductanță mai mică de 2 μH , Q_1 va fi de 10–13 MHz, iar C_v de maximum 80 pF. Desigur, amatorul interesat poate monta Q_1 în soclu, iar cu un C_v de 100 pF și un set de condensatoare fixe de 100 pF

în paralel printr-un comutator va acoperi o plajă mult mai largă de inductanțe măsurabile. În acest caz, pentru fiecare Q_1 și poziție a comutatorului (condensator paralel cu C_v), axul C_v -ului trebuie recalibrat cu bobine etalon corespunzătoare.

Cuplată cu un frecvențmetru numeric care măsoară numai pînă la 40 MHz, sonda descrisă alăturat permite extinderea domeniului pînă la 150 MHz.

Adaptorul este, de fapt, un numărator-divizor prin 4. Pentru o funcționare corectă sînt necesare tranzistoare cu frecvența limită f_T în jur de 1000 MHz (ZT245, BFT95, BFT90 sau BF183, sortate).

Schema este formată din două bistabile divizoare prin doi, plus două amplificatoare separate.

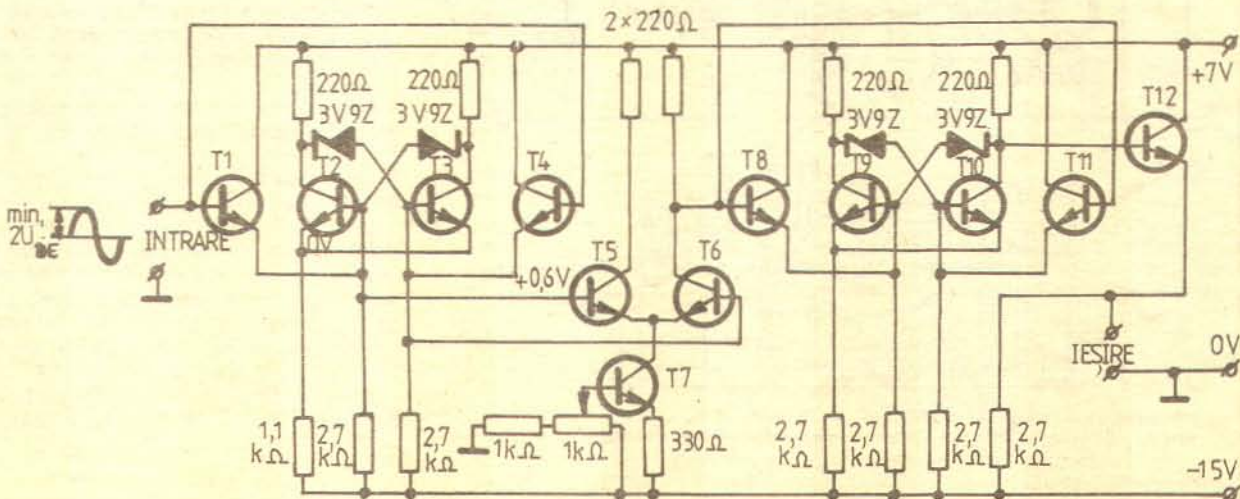
Primul bistabil conține tranzistoarele T1–T4. Urmează un etaj amplificator-separator realizat cu tranzistoarele T5–T7. Al doilea circuit basculant bistabil folosește tranzistoarele T8–T11. Semnalul de ieșire se culege printr-un repetor (T12).

Dacă semnalul de ieșire este insuficient pentru a activa frecvențmetrul, se intercalează un etaj amplificator similar celui reali-

zatat cu tranzistoarele T5–T7. Tensiunile nu necesită o stabilizare deosebită, dar necesită o filtrare bună. În paralel cu condensatoarele electrolitice, în sursă se vor conecta și condensatoare de 0,1 μF de tip multistrat.

dicată se înmulțește cu 4. Tensiunile nu necesită o stabilizare deosebită, dar necesită o filtrare bună. În paralel cu condensatoarele electrolitice, în sursă se vor conecta și condensatoare de 0,1 μF de tip multistrat.

SONDĂ PENTRU FRECVENȚMETRU



PUNTE RC

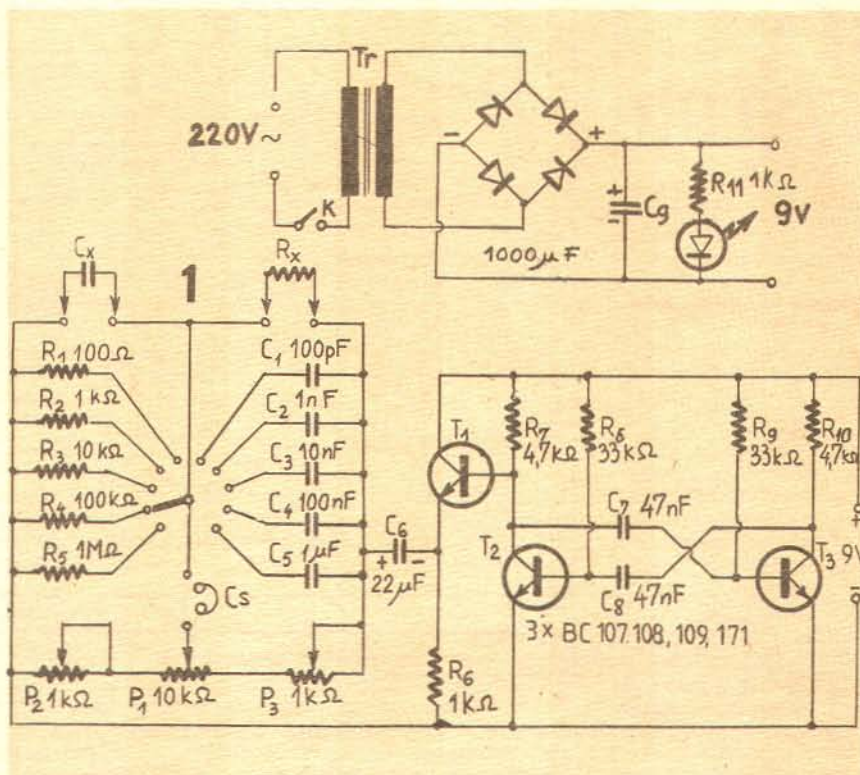
Aparatul de măsură prezentat alături este o punte RC alimentată în curent alternativ. Acest tip de aparat are avantajul unei construcții simple și al unei precizii suficient de bune.

Tensiunea de audio-frecvență este generată de multivibratorul echipat cu tranzistoarele T2 și T3. Tranzistorul T1 lucrează ca separator și adaptor de impedanță. Indicatorul de nul este o cască telefonică. Atunci când relația de echilibru a punții este satisfăcută, semnalul din cască este nul.

Se recomandă ca potențiometrul P1 să fie de tip cu variație liniară a rezistenței și preferabil bobinat, pentru o mai bună precizie.

La bornele Rx se cuplează un rezistor și, manevrând butonul potențiometrului P1, tonul va deveni la un moment dat foarte slab, dovadă că puntea s-a echilibrat.

Având în vedere faptul că factorul de multiplicare al fiecărei sub-

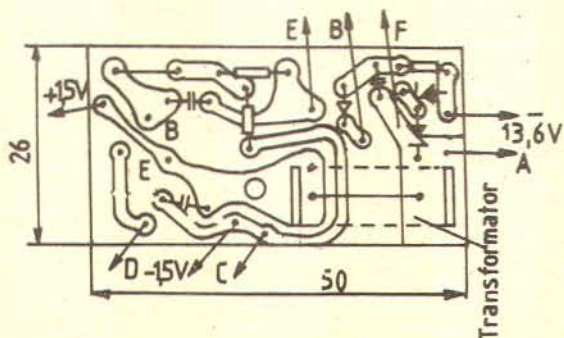
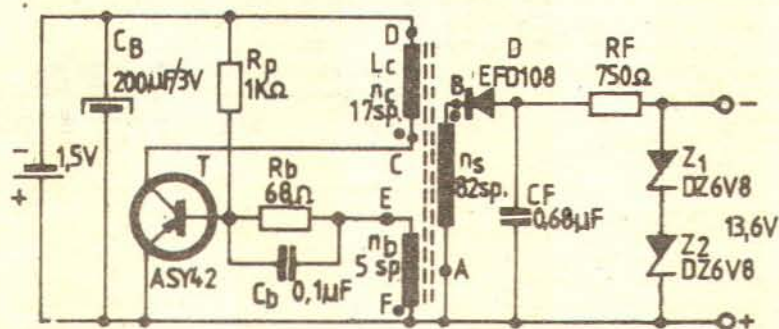


game este 10, iar domeniul de măsură se întinde între 10^2 și 10^6 , se poate trece la etalonarea aparatului.

Mai întâi, pe panoul frontal, în dreptul potențiometrului, se fixează o bucată de hîrtie albă, mai groasă, de dimensiunile 10×10 cm, care va constitui scala. Pe axul potențiometrului se va fixa, solid cu butonul, un ac indicator. Se pune acum comutatorul pe poziția 10^3 , iar la bornele Rx se conectează o rezistență de $10 \text{ k}\Omega$, precizie 1%, și se reglează potențiometrul pentru tonul. În acest moment pe scală se fixează un reper. Se schimbă apoi valoarea rezistenței Rx în toată subgama, la fiecare nouă valoare marcîndu-se pe scală reperul respectiv. Din P2 și P3 se fixează capetele de scală.

Pentru celelalte subgame controlul etalonării se face prin sondaj. La etalonarea aparatului pentru condensatoare se procedează la fel.

SURSA PENTRU OHMMETRU



Tranzistorul va fi de tipul AC180, AC184, AC188. Pentru redresare se va folosi o diodă detectoare cu germaniu, cu tensiune inversă admisă de 50 V. Diodele Zener vor fi de tip DZ6V8 (0,3 W). Rezistențele sînt de 0,25 W. Condensatorul CB are rolul de a șunta rezistența internă a elementului galvanic, care crește în timp. Condensatoarele Cb și CF vor fi de tip mylar, la 100 V. Rezistențele Rp și Rb se folosesc pentru pornirea mai rapidă a montajului (polarizare inițială). Condensatorul Cb are rol de accelerare a comutării tranzistorului.

Bobina de șoc nc și înfășurările nb, ns vor fi executate pe un miez de ferită, format din două jumătăți E20 cu $AL = 630 \text{ nH/sp}^2$.

Se poate folosi miezul transformatorului de atac al etajului de linii din televizorul portabil „Sport”.

Înfășurarea de colector are 17 spire, iar cea de bază 5 spire. Sîrma de bobinaj va fi de tip CuEm 0,5 mm. Înfășurarea de sarcină ns va avea 82 de spire din sîrmă CuEm 0,1 mm. Între înfășurarea de sarcină și celelalte două înfășurări se pune un strat izolant din hîrtie de condensator. În mod obligatoriu se va păstra sensul de bobinare pentru toate înfășurările, notînd începuturile.

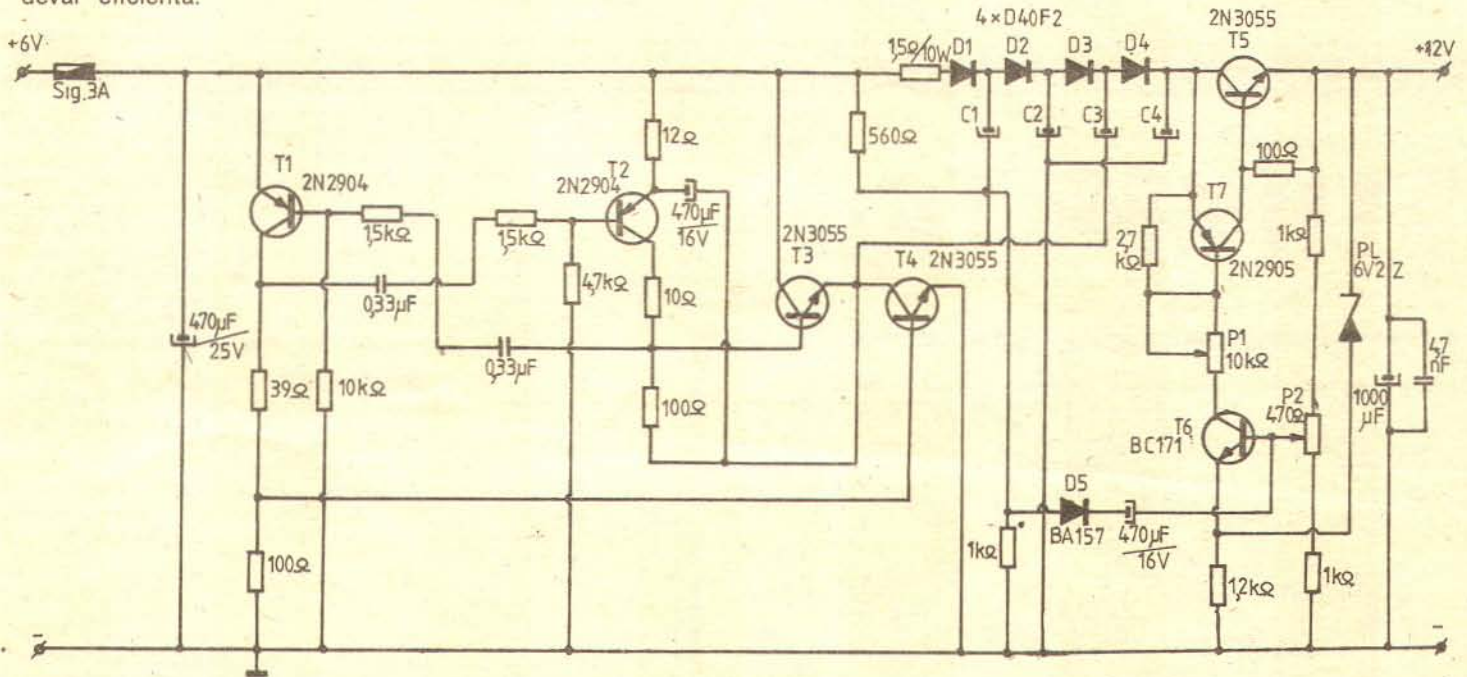
În lipsa unui miez tip E20 se mai poate folosi și un miez din ferită tip oală 18×11 , cu $AL = 630 \text{ nH/sp}^2$.

CONVERTIZOR 6V-12V

Montajul din figură este un convertizor continuu-continuu 6 V-12 V și se adresează în special posesorilor de autoturisme „Trabant”. Principalul avantaj îl constituie faptul că se evită folosirea transformatoarelor, care sînt greu de procurat sau de construit, au un gabarit și greutate importante. Tranzistoarele utilizate sînt dintre tipurile uzuale.

Analizînd schema, se poate constata că acest convertizor este constituit din următoarele blocuri distincte: un multivibrator format din tranzistoarele T1 și T2, un etaj de putere constituit cu T3 și T4, un triplor de tensiune (diodele D1, D2, D3, D4 plus condensatoarele aferente) și în final un stabilizator de tip serie cu tranzistoarele T5, T6, T7. Într-un convertizor ca acesta este obligatoriu să se prevadă pe ieșire un stabilizator de tensiune. Din acest motiv nu a fost suficient doar un dublor, ci a fost necesar un triplor de tensiune; în acest caz, tensiunea la intrarea stabilizatorului este suficient de ridicată pentru ca stabilizarea să fie într-adevăr eficientă.

De asemenea este important ca C1, C2, C3, C4 ale triplorului de tensiune să aibă o capacitate importantă, cel puțin 2 200 μF , mai ales dacă se are în vedere un consum mare. Din potențiometrul P2 = 470 Ω , liniar, se reglează valoarea tensiunii pe ieșire; aceasta nu este obligatoriu să fie 12 V, important este ca diferența de potențial între colectorul și emitorul lui T5 să fie de minimum 2,5 V, altfel nu mai avem practic efect de stabilizare. Din potențiometrul P1 = 10 k Ω , liniar, se reglează pragul de curent la care intră în funcțiune protecția electronică, aceasta fiind foarte utilă în special în cazul unui scurtcircuit accidental. Se recomandă determinarea experimentală a diverselor praguri de acțiune și apoi reglarea potențiometrului la nivelul de curent maxim dorit. De îndată ce consumul va depăși această valoare, tranzistorul T5 va fi blocat. Bineînțeles, tranzistoarele T3, T4 și T5 se vor monta pe radiator, toate trei fiind de tip 2N3055.



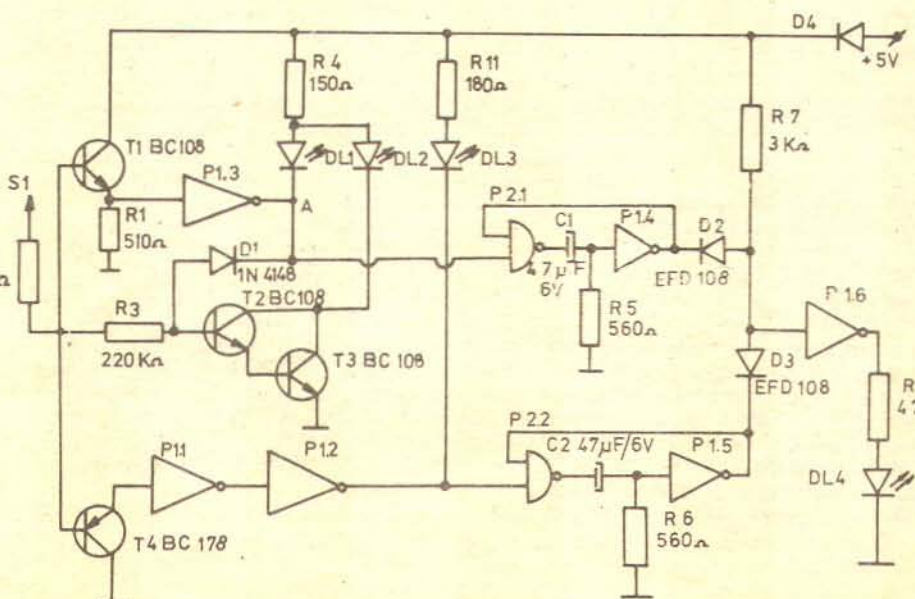
TESTER TTL

Circuitul permite determinarea stării logice „0” sau „1” a intrărilor (în „aer”), cit și vizualizarea impulsurilor de scurtă durată ($t \geq 40 \text{ ns}$).

În funcție de nivelul de tensiune pe virful (sonda) S1, se deschid tranzistoarele T1, T4, aprinzînd LED-urile corespunzătoare. Astfel, pentru starea logică „1” se deschide T1, iar prin P11 LED-ul DL1 se aprinde. Pentru „0” lucrează T4, P12, P13 și DL3. Pentru starea nedeterminată „X” se deschid T2, T3, aprinzînd LED-ul DL2. Peste 2,2 V pe S1 se aprinde DL1 (starea „1”), potențialul în punctul 1 scade și prin dioda D1 tranzistoarele T2, T3 se blochează și DL2 se stinge.

Impulsurile de scurtă durată sînt detectate de cele două monostabile care prin P14 comandă dioda DL4 care se va aprinde pentru 0,1 secunde.

D4 este de tip 1N4001. P21 și P22 sînt o parte dintr-un CDB400, iar P11-P16 reprezintă inversoarele unui CDB404E.

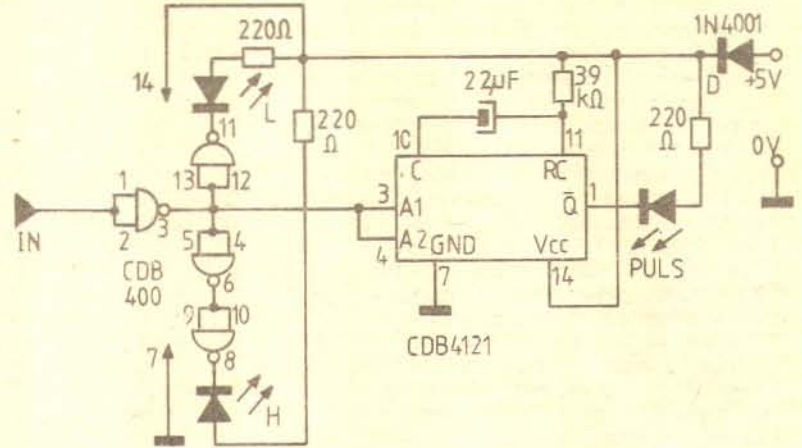


TESTER TTL

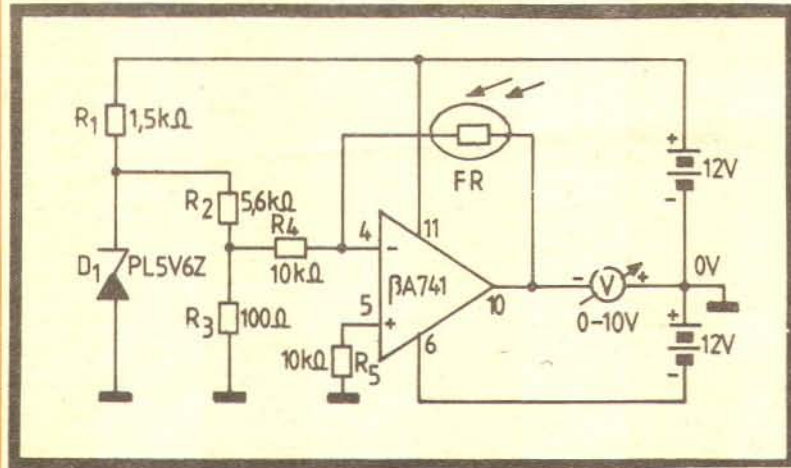
Acest dispozitiv este foarte util pentru vizualizarea stărilor logice la circuitele TTL. Nu poate fi utilizat pentru vizualizarea stărilor circuitelor CMOS, deoarece curentul relativ mare de intrare duce în mod cert la deteriorarea acestora.

Funcționarea dispozitivului este foarte simplă și nu mai necesită explicații. LED-ul „L” indică starea logică LOW la intrare, iar LED-ul „H” starea HIGH. Ultimul LED indică un semnal alternativ la intrare și este foarte util pentru detectarea impulsurilor scurte. Circuitul sesizează impulsuri de câteva zeci de nano-secunde sau chiar mai scurte.

Montajul se realizează pe o plăcuță de circuit imprimat și se încorporează într-un stilou sau un pix, de unde se conectează, cu ajutorul unor fire prevăzute cu cleme, la alimentarea circuitului verificat.



LUXMETRU



Schema alăturată permite realizarea unui luxmetru pentru măsurarea iluminării în plaja orientativă $0 \div 1000$ lx, folosind ca instrument indicator un voltmetru de tensiune continuă cu 10 V la cap de scală.

Operaționalul este în configurație de amplificator inversor cu alimentare simetrică, având particularitatea că tensiunea continuă de intrare este constantă, obținută prin intermediul divizorului R2—R3 și al celei de stabilizare R1—D1; cu piesele din exemplul numeric considerat, tensiunea aplicată intrării inversoare este de cca 0,1 V.

Elementul fotosensibil îl constituie fotorezistența FR, plasată în bucla de reacție negativă. Prin variația nivelului de iluminare ambiant, fotorezistența își modifică rezistența electrică (scade cu creșterea iluminării și viceversa); în consecință, câștigul în tensiune al amplificatorului variază corespunzător, determinând variația tensiunii de ieșire, indicată de voltmetru.

De exemplu, dacă utilizăm o fotorezistență care are pentru limita domeniului de iluminare propus (10^3 lx), rezistența de cca 1 kΩ, iar în condiții de întuneric cca 1 MΩ, câștigul în tensiune al montajului, dat de relația $G_v \approx -FR/R_4$, variază aproximativ între $-1 \text{ k}\Omega/10 \text{ k}\Omega = -0,1$ și $-1 \text{ M}\Omega/10 \text{ k}\Omega = -100$. Prin urmare, instrumentul va indica $U = -0,1 \cdot 0,1 \text{ V} = -0,01 \text{ V}$ pentru iluminarea maximă de 10^3 lx, respectiv $U = -100 \cdot 0,1 \text{ V} = -10 \text{ V}$, pentru FR în întuneric. În final se impune etalonarea scalei prin comparație.

Dacă se utilizează un voltmetru cu altă indicație la cap de scală sau dacă se dorește un alt domeniu de iluminare, fotorezistența și tensiunea diferențială de alimentare se aleg în mod corespunzător. De exemplu, pentru un voltmetru de 12 Vcc, tensiunea de alimentare se va lua de $\pm 15 \text{ V}$, pentru a ține cont de saturația operaționalului la ieșire.

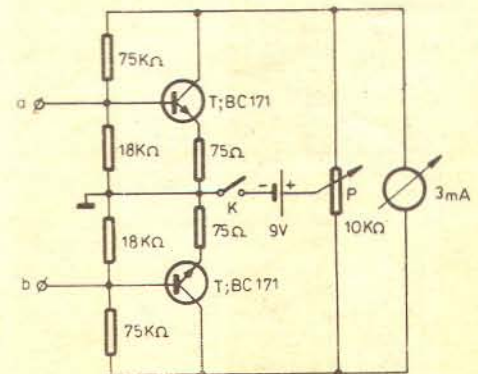
ADAPTOR PENTRU APARATE DE MĂSURĂ

Cu un minimum de piese se poate transforma un miliampermetru obișnuit într-un microampermetru.

Schema din figură prezintă la bornele a—b o sensibilitate de circa $90 \mu\text{A}$.

Singurul reglaj constă în stabilirea punctului de zero, cu intrarea în scurtcircuit, cu ajutorul potențiometrului P. Schema are un consum redus și funcționează cu o tensiune de alimentare de 9 V pînă la 7,5 V.

Se recomandă sortarea celor două tranzistoare pentru parametri pe cît posibil egali (I_{bo} și β).



Montajul din figură transpune curentul slab de la intrare într-un curent mai puternic, I_o , măsurat de instrumentul μA .

Dacă instrumentul indică la cap de scală $I_o = 50 \mu A$, atunci se pot obține domeniile:

$$I_1 = \frac{R}{P_1 + R_1} I_o = \frac{10}{100} 50 = 5 \mu A;$$

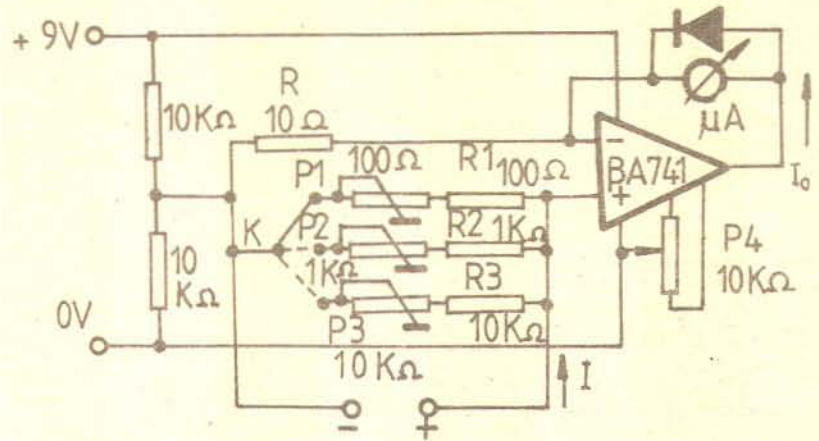
$$I_2 = \frac{R}{P_2 + R_2} I_o = \frac{10}{1000} 50 = 500 \text{ nA};$$

$$I_3 = \frac{R}{P_3 + R_3} I_o = \frac{10}{10000} 50 = 50 \text{ nA}.$$

Potențiometrul P4 este accesibil din exterior pentru reglajul de zero al aparatului, care este diferit pe fiecare dintre scale.

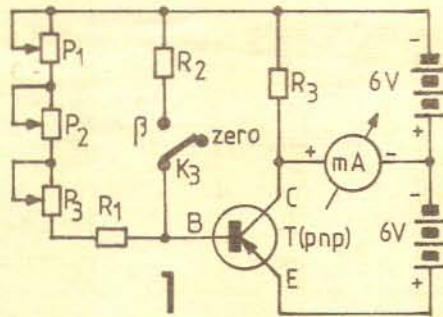
Este recomandabil ca instrumentul μA să aibă o rezistență internă R_i cât mai coborâtă deoarece altfel (în special în cazul domeniului de 50 nA), tensiunea diferențială de intrare se reflectă puternic asupra instrumentului, producând dificultăți la aducerea la zero.

NANOAMPERMETRU



BETAMETRU CU CITIRE DIRECTĂ

Montajul alăturat este destinat măsurării factorului de amplificare în curent, β (beta) și a curentului rezidual ICBO pentru tranzistoarele npn și pnp de mică putere. Principala avantaj al său îl constituie citirea directă și liniară a valorilor beta pe scala unui miliampermetru uzual (0,05—5 mA, respectiv 0,06—6 mA), care poate fi eventual cel existent în AVO-metrul de care dispune amatorul. În acest caz, montajul se poate realiza sub formă de adaptor, incluzând și sursa diferențială de alimentare.



„zero”), prin manevrarea potențiometrelor P1-P3 și — măsurarea propriu-zisă, prin trecerea lui K3 în poziția „ β ” și citirea pe instrument.

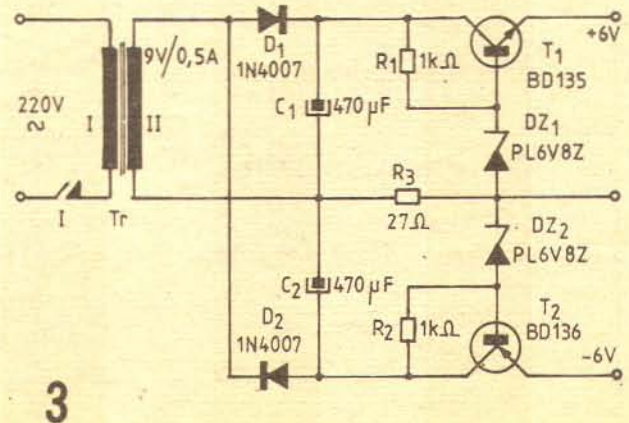
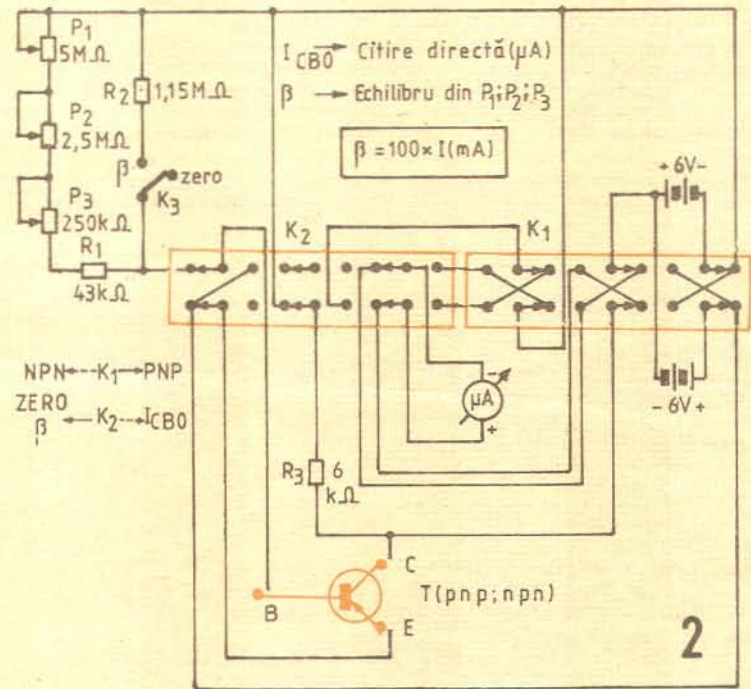
Aranjamentele au fost astfel făcute încât valoarea reală a factorului beta să se obțină prin simpla multiplicare cu 100 a intensității I măsurate (și exprimată în miliamperi).

Schema de principiu este greu de urmărit din cauza celor trei comutatoare. De aceea ilustrăm în figura 2 situația concretă de măsurare a factorului beta pentru un tranzistor pnp. Se observă că rezistența R3, circuitul emitor-colector al lui T și cele două surse de 6 V inseriate formează o „punte”, în a cărei diagonală este introdus miliampermetrul. Aducerea la zero (când R2 este deco-

nectată) înseamnă deci stabilirea din P1-P3 a unui curent de 1 mA prin circuitul emitor-colector al lui T, dată fiind valoarea lui R3 de 6 k Ω . La măsurarea propriu-zisă, când se conectează și R2, bazei lui T i se aplică o creștere de curent de cca 10 μA , ce are ca efect creșterea de beta ori mai mare a curentului de colector.

Cu valorile indicate, plaja de măsurare β este orientativ 5-600. Ea poate fi extinsă pînă la 1 000 dacă se folosește un potențiometru P1 de cca 10 M Ω .

Pentru obținerea unor rezultate bune, este obligatoriu să se utilizeze la alimentare o sursă dublă stabilizată, de exemplu ca aceea din figura 3.



TESTER PENTRU DIODE ZENER

Montajul alăturat a fost conceput pentru verificarea rapidă a diodelor stabilizatoare de tensiune (Zener) având tensiunea nominală de pînă la cca 24 V.

În acest scop se va utiliza o sursă de tensiune continuă U de cca 30–35 V (nu neapărat stabilizată, dar foarte bine filtrată), dimensionată pentru un curent de ordinul zecilor de miliamperi.

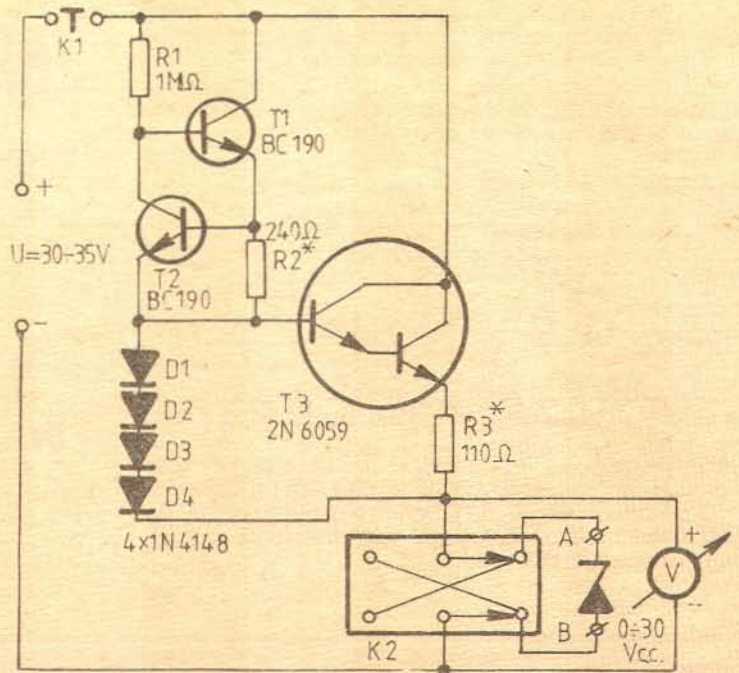
În locul obișnuitei rezistențe de limitare, montajul propus utilizează

o sursă de curent constant $I=10$ mA, realizată cu tranzistorul Darlington T3, diodele D1÷D4, circuitul

T1–T2 cu piesele aferente și R3. Pentru a asigura efectiv constant curentul I într-o plajă atât de largă a tensiunilor Zener investigate, diodele D1÷D4, care asigură referința în baza lui T3, au fost, la rîndul lor, alimentate tot printr-o sursă de curent constant, realizată cu T1 și T2.

Curentul I se ajustează la valoarea de 10 mA pentru o diodă DZ de cca 12 V (conectată la bornele A–B, ca în figură), prin tatonarea valorii lui R3.

Comutatorul K2 permite inversarea polarității diodei (pentru măsurarea tensiunii directe, de exemplu, sau pentru cazul în



care dioda nu este marcată și a fost conectată la întâmplare).
Butonul K1, normal des-

chis, se va apăsa (închide) numai după racordarea diodei la bornele A–B.
Tranzistorul Darlington

T3 poate fi de orice tip (npn), care să suporte o tensiune emitor-colector de pînă la 40–50 V.

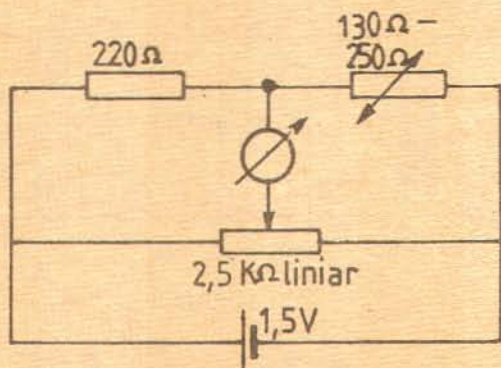
Cu un termistor cu coeficient negativ de temperatură se poate realiza un termometru foarte simplu.

Pentru temperatura de etalonare se reglează potențiometrul corespunzător (de obicei punctul de 0°C).

La valoarea de 250 Ω a termistorului avem o sensibilitate de 5,1 μA/°C, iar la valoarea de 130 Ω, 4,1 μA/°C.

Este necesară trasarea punct cu punct a scalei, ea nefiind liniară.

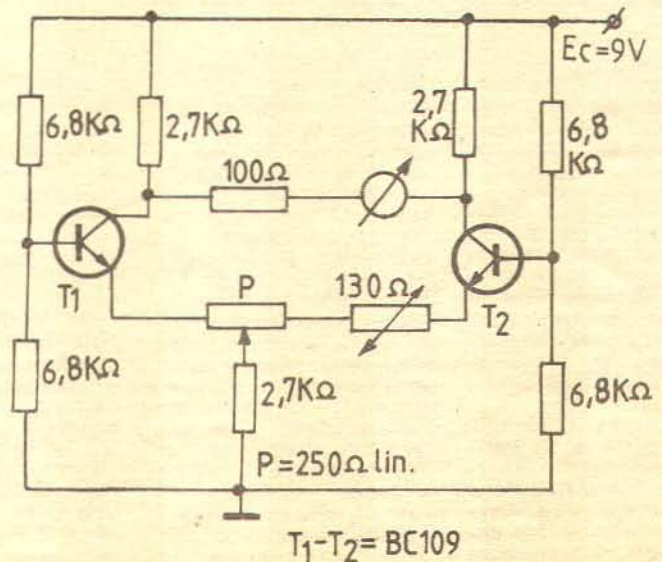
TERMOMETRU SIMPLU



TERMOMETRU ELECTRONIC

Utilizînd o schemă de amplificator diferențial cu tranzistoare și introducînd pe una din ramuri un termistor, obținem o schemă simplă, dar sensibilă, de termometru. După reglarea minimului de scală (de exemplu 20°C), se etalonează scala punct cu punct.

Schema a fost concepută pentru domeniul 20–45°C. Piesele simetrice se selectează egale, iar tranzistoarele se împerechează și se cuplează termic. Instrumentul are scala de 1 mA.

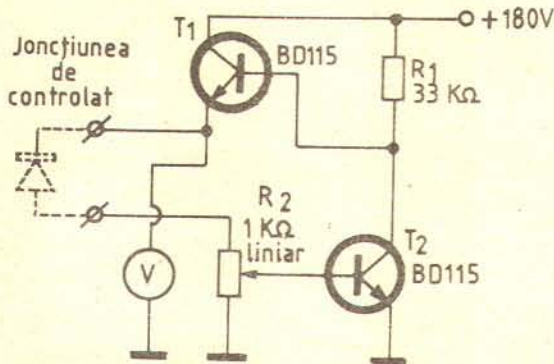


MĂSURAREA TENSIUNII DE STRĂPUNGERE

Circuitul descris permite măsurarea tensiunilor de străpungere V_{cbo} , V_{ceo} și V_{ebo} pentru cele mai multe tipuri de tranzistoare de semnal mic. Se mai pot măsura, de asemenea, diode Zener și diode redresoare de mică putere. Dimensiunile mici ale schemei permit introducerea ei într-un tranzistormetru, lărgind astfel posibilitățile acestuia. Tensiunea de alimentare de 180 V se obține comod, prin intermediul unui mic convertizor, consumul schemei fiind foarte redus.

Rezistența R_1 polarizează tranzistorul T_1 , astfel ca acesta să fie în conducție, tensiunea fiind aplicată joncțiunii de controlat. Atunci T_2 intră în conducție, ceea ce duce la o cădere de tensiune pe baza lui T_1 . Potentiometrul R_2 permite reglajul optim al curentului I_{br} . Voltmetrul indică direct V_{br} la care se adună căderea de tensiune pe R_2 (aceasta se poate însă neglija fără probleme).

Tranzistoarele utilizate sînt de putere, cu tensiune de lucru ridicată (BD115, BF459).



Schema se compune din două blocuri distincte, anume un generator de curent constant (realizat cu tranzistorul T_1 și piesele aferente), care debitează pe rezistența necunoscută R_x , și un milivoltmetru c.c. (operaționalul cu piesele aferente), care măsoară căderea de tensiune produsă de acest curent la bornele lui R_x .

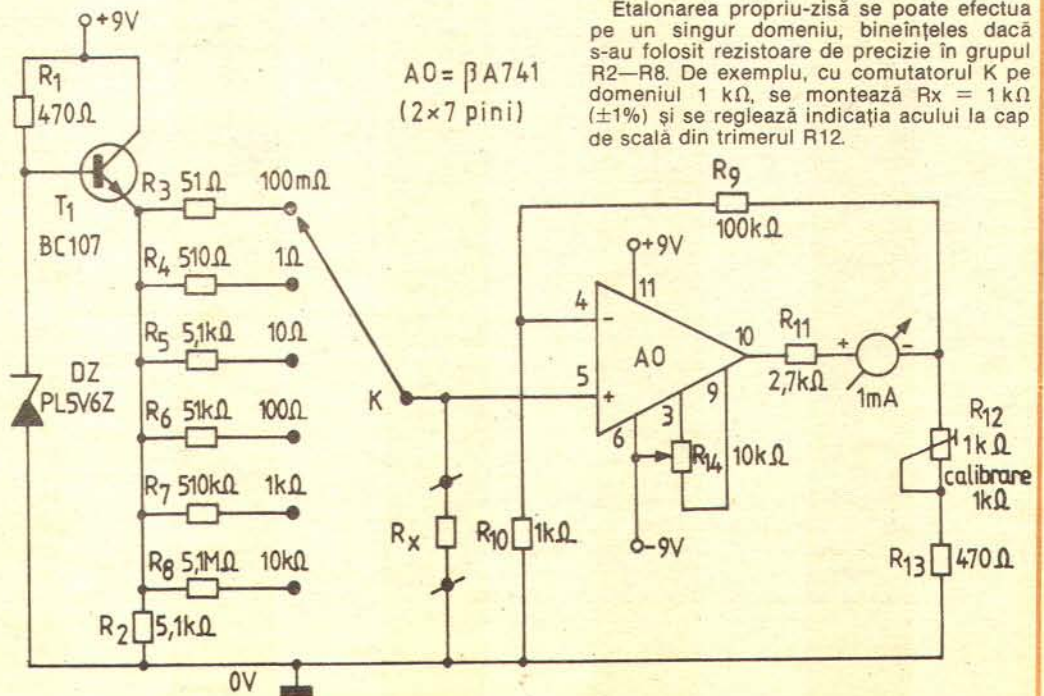
Operaționalul (BA741 sau similar) lucrează în configurație de amplificator neinvertor de tensiune continuă, cu câștigul de cca 100 ($1+R_9/R_{10}$). Grupul $R_{12} + R_{13}$, plasat la ieșire, se calibrează la etalonare la 1 kΩ; deci pentru ca instrumentul de 1 mA să indice la cap de scală, tensiunea de ieșire trebuie să fie de 1 kV. 1 mA = 1 V, respectiv tensiunea de intrare trebuie să fie de cca 1 V : 100 = 10 mV.

Generatorul de curent utilizează tranzistorul T_1 , potențialul bazei fiind stabilit la cca 5,6 V cu ajutorul diodei Zener DZ. Prin urmare se obține în emitor un potențial constant de cca 5 V. Această tensiune stabilizată alimentează rezistența R_x prin intermediul uneia dintre rezistențele R_3-R_8 , care dictează practic curentul prin R_x (pentru fiecare domeniu în parte, rezistența adițională corespunzătoare este mult mai mare ca R_x). Acest aranjament s-a făcut pentru a obține variații nesemnificative ale curentului prin R_x (mai mici de $\pm 0,2\%$) atunci cînd rezistența necunoscută variază de la zero la valoarea corespunzătoare capului de scală, pe fiecare domeniu în parte.

Masa sursei diferențiale de ± 9 V care alimentează milivoltmetrul se va lega direct la generatorul de curent constant, ca o măsură de precauție pentru diminuarea căderilor de tensiune parazite pe firele milivoltmetrului.

Etalonarea aparatului se realizează folosind rezistențe R_x cunoscute și acționînd corespunzător asupra elementelor semireglabile R_{14} și R_{12} . Pentru început se trece comutatorul K pe domeniul de 10 Ω, se scurtcircuitază bornele R_x și se aduce acul instrumentului la zero din R_{14} (regla-

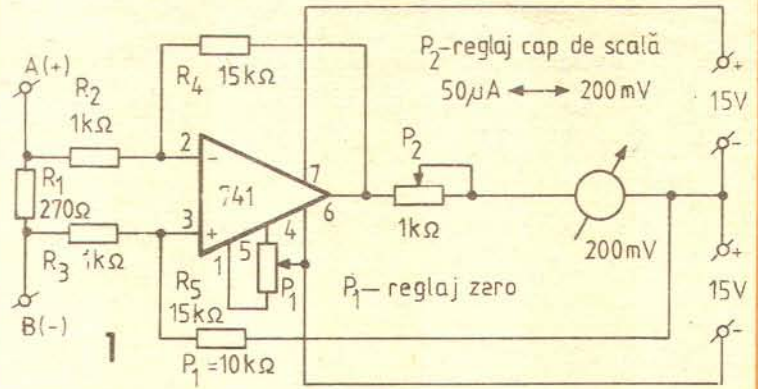
OHMMETRU LINIAR



$AO = \beta A741$
(2x7 pini)

jul de offset). Înlăturînd scurtcircuitul la R_x , acul trebuie să devieze peste capul de scală. Operația nu este periculoasă pentru timp scurt, grație limitărilor asigurate de R_{11} , R_{12} și R_{13} , în serie cu instrumentul. Se scurtcircuitază din nou bornele R_x , se trece comutatorul K pe domeniul de 100 mΩ și se urmărește obținerea unei deviații minime a acului, prin rețușarea fină a poziției lui R_{14} . Practic trebuie să obținem o citire mai mică de 2 mΩ. Dacă acest lucru nu este posibil, înseamnă că firul conductor 0 V a fost prost conectat sau avem rezistențe semnificative în bornele scurtcircuitate.

Etalonarea propriu-zisă se poate efectua pe un singur domeniu, bineînțeles dacă s-au folosit rezistoare de precizie în grupul R_2-R_8 . De exemplu, cu comutatorul K pe domeniul 1 kΩ, se montează $R_x = 1$ kV ($\pm 1\%$) și se reglează indicația acului la cap de scală din trimmerul R_{12} .



MICROAMPERMETRU

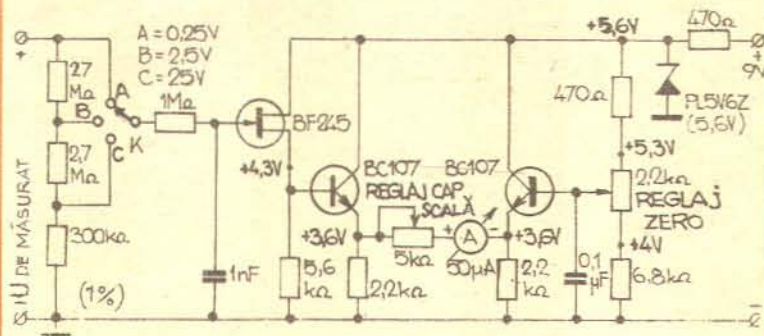
Adaptorul transformă un instrument de 200 mV într-un microampermetru de 50 μA cu minimum de piese.

Schema nu prezintă particularități, consumul mic permițînd o alimentare din orice tip de surse stabilizate.

Reglajul la zero se face cu bornele AB în aer, iar reglajul la cap de scală se face prin introducerea bornelor AB în serie, într-un circuit care conține un aparat etalon și o sursă de curent constant de 50 μA.

La integratul BA741 cu 2x7 pini avem echivalența: 3 și 9 offset; 4 intrare (-); 5 intrare (+); 6 sursă minus; 10 ieșire; 11 sursă plus.

MILIVOLTMETRU



Impedanța de intrare a schemei propuse este de 30 M Ω . Acest lucru este dat de utilizarea divizorului indicat în poarta tranzistorului cu efect de cimp de tip BF245. Curentul absorbit de poartă este extrem de mic — practic neglijabil.

În funcție de poziția comutatorului K, aparatul măsoară tensiunile continue aplicate la intrare în domeniile 0÷0,25 V, 0÷2,5 V, respectiv 0÷25 V.

Alimentarea se poate face de la baterii sau de la orice sursă de 9 V bine filtrată, montajul fiind prevăzut cu o celulă proprie de stabilizare. Tranzistoarele BC107 (BC108, BC109) vor fi sortate, căutându-se exemplare cu factori beta cât mai apropiați.

Din potentiometrul de 2,2 k Ω

se face reglajul de zero (cu bornele de intrare în scurtcircuit), iar din potentiometrul de 5 k Ω se reglează capul de scală (cu o tensiune etalon aplicată la intrare). Dacă valorile rezistențelor din divizor sînt precise (cu toleranța de cel mult 1%), capul de scală se păstrează pe toate cele trei domenii, cu factorul de multiplicare corespunzător.

Instrumentul indicator (microampermetru de cca 50 μ A) va avea scala gradată echidistant de la 0 la 25, cu subdiviziuni. La nevoie se poate folosi și unul cu scala gradată linear de la 0 la 30, fie efectuînd etalonarea cu cap de scală la diviziunea 25, fie recalculînd divizorul pentru domeniile 0—0,3 V, 0—3 V, 0—30 V.

VOLTMETRU ELECTRONIC SIMPLU

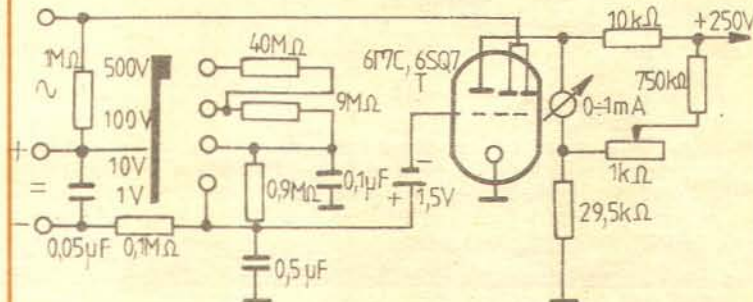
Cu un singur tub electronic se poate realiza un voltmetru electronic de curent continuu și alternativ de precizie ridicată, pe un domeniu mare de frecvențe ale semnalului măsurat.

Particularitatea schemei constă în utilizarea unui element de 1,5 V ca sursă de negativare (durata de viață în funcționare fiind egală cu durata de viață în depozitare).

Se poate utiliza orice tub triodă-diodă (dublă diodă) sau chiar pentodă-diodă (cu pentoda conectată ca triodă).

Schema se alimentează la 250 V stabilizat.

Gamele măsurate sînt 1, 10, 100 și 500 V, atît în continuu, cît și în alternativ. Montajul nu are decît un reglaj de zero.

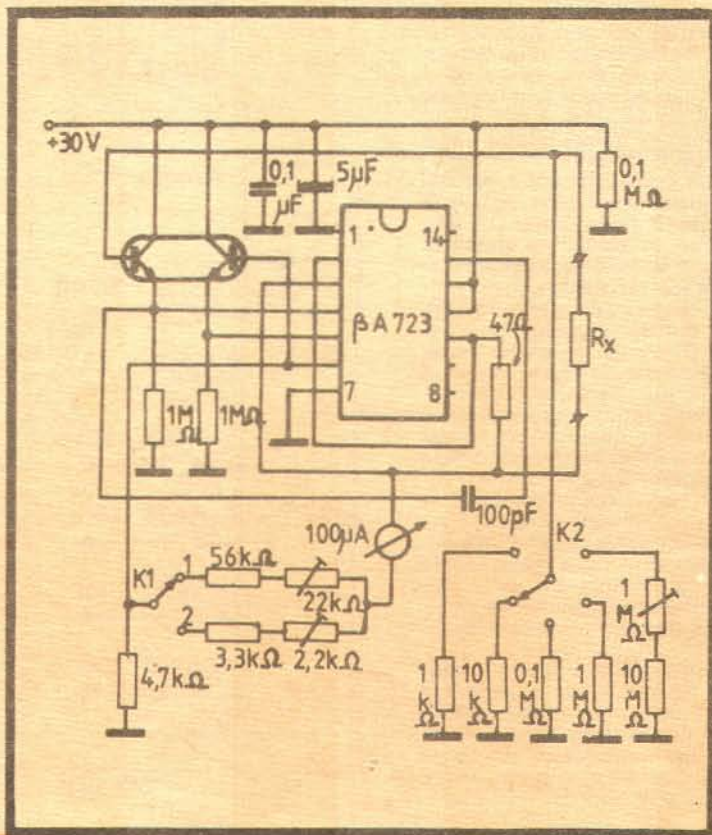


OHMMETRU DE PRECIZIE

Un ohmmetru de precizie se poate realiza cu schema din figură. Poziția normală a lui K1 este 1. Poziția 2 a fost introdusă pentru măsurarea rezistențelor mai mici. Pentru 100 Ω cap de scală, se comută K1 pe poziția 2. Pentru mărirea impedanței de intrare se folosesc două tranzistoare ca repetitoare. Ele se aleg astfel încît să aibă un cîștig static de curent h_{21E} minim 100 la I_c=10 μ A, de exemplu LM394 (sau KC810). Varianta aceasta are avantajul cuplării termice excepționale și al unei bune împerecheri a tranzistoarelor. Se poate încerca cuplarea a două tranzistoare BC109 pe un șunt termic comun.

Toate rezistențele sînt cu peliculă metalică. Rezistențele etalon vor fi cu toleranța 0,5%, iar rezistențele de 1 M Ω vor fi 1%. Decuplarea circuitului β A723 se face cu un condensator cu tantal și unul ceramic, care se vor plasa cît mai aproape de capsulă.

Schema poate măsura rezistențe cuprinse între 5 Ω și 10 M Ω . În domeniul 100 Ω —1 M Ω eroarea maximă este de 0,5%, iar pe scările de 100 Ω , respectiv 10 M Ω , maximum 2%.



VIZUALIZAREA SIMULTANĂ A DOUĂ SEMNALE

Adaptorul descris este destinat vizualizării simultane a două semnale cu un osciloscop monospot și prezintă caracteristici foarte bune. Principiul de funcționare este următorul: în timpul unui cadru (timpul în care fasciculul electronic al tubului catodic baleiază ecranul de la stânga la dreapta), se vizualizează unul dintre semnale, iar în timpul corespunzător cadrului următor se vizualizează celălalt semnal ș.a.m.d. Vizualizarea alternativă a celor două semnale aplicate la intrări se obține folosind impulsuri dreptunghiulare cu o frecvență destul de mică (zeci de hertzi), totuși suficient de mare pentru a depăși limita de discriminare a ochiului. Acest principiu corespunde scopului vizualizării unor semnale de frecvențe ridicate (cu adaptorul descris aici s-a ajuns la o frecvență a semnalelor de aproximativ 6 MHz).

Caracteristicile celor două intrări sînt următoarele: sensibilitatea 50 mV, impedanța de intrare 50 kΩ și amplificarea egală cu 18.

La intrarea osciloscopului se aplică un semnal, astfel că în intervalul de timp T este vizualizată prima curbă, iar în următorul interval de timp T cea de-a doua. Pentru a înțelege cum se obține acest semnal, să analizăm schema de principiu a adaptorului, prezentată în figură. Circuitul integrat C11 (de tip CDB400) produce semnale dreptunghiulare cu o frecvență de aproximativ 80 Hz. Această frecvență este divizată cu doi de circuitul bistabil C12 (de tip CDB473) astfel încît, la ieșirile lui, directă și negată (pinii 12 și 13), apar două semnale dreptunghiulare defazate cu 180° și cu un factor de umplere de 1/2. Aceste impulsuri,

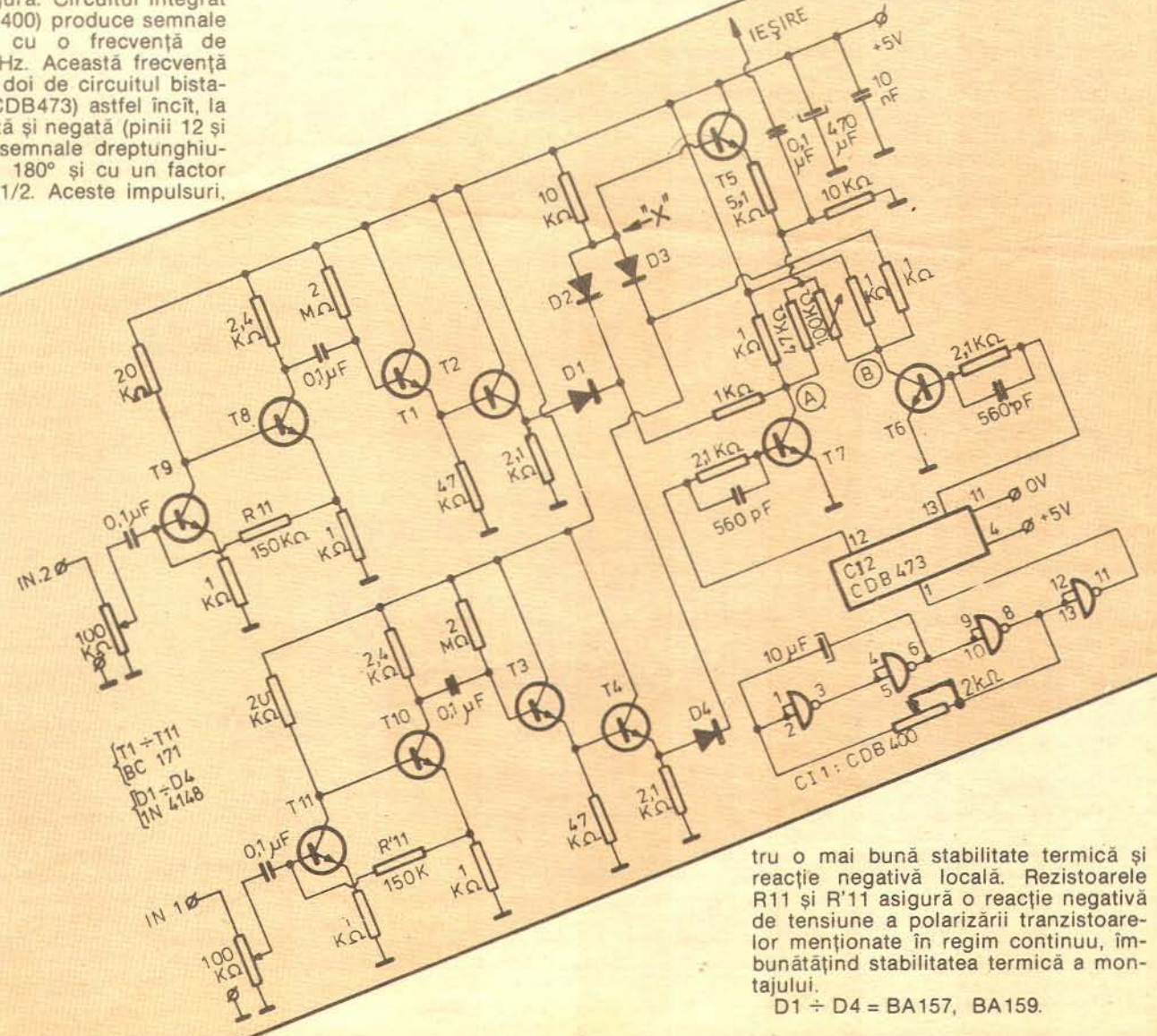
cu frecvența de aproximativ 40 Hz, sînt aplicate la intrările tranzistoarelor T6 și T7, care le transformă din nivel TTL (0—3,5 V) în semnale cu amplitudinea de 5 V, cu care se comandă comutatorul cu diode.

Tensiunea între punctul X și masă va fi următoarea: a) pentru $U_A = 0$ și $U_B = 5$ V, diodele D1 și D2 sînt în stare de conducție, iar D3 și D4 în stare blocată; rezultă $U_X = U_1 + U_{D1} - U_{D2}$. Deoarece diodele sînt identice ($U_{D1} = U_{D2}$), se obține $U_X = U_1$; b) pentru $U_A = 5$ V și $U_B = 0$, diodele D1 și D2 sînt în

stare blocată, iar D3 și D4 în stare de conducție; rezultă $U_X = U_2 + U_{D4} - U_{D3}$. Deoarece $U_{D3} = U_{D4}$ (diodele sînt identice), se obține $U_X = U_{D3}$.

În acest mod tensiunea U_X va repeta alternativ semnalele U1 și U2. Acest semnal va fi obținut și la ieșirea tranzistorului T5, montat ca repetor pe emitor. În emitorul acestui tranzistor se aplică, prin P2 și R10, două tensiuni din colectoarele tranzistoarelor T6 și T7, folosite pentru axarea semnalelor U1 și U2.

Tranzistoarele T8, T9 și T10, T11 prezintă câte un rezistor în emitor pen-



tru o mai bună stabilitate termică și reacție negativă locală. Rezistoarele R11 și R'11 asigură o reacție negativă de tensiune a polarizării tranzistoarelor menționate în regim continuu, îmbunătățind stabilitatea termică a montajului.
D1 ÷ D4 = BA157, BA159.

Se pot măsura tensiuni continue și alternative pe scalele: 1; 10; 50; 250; 1 000 Vef.

Impedanța de intrare > 1 MΩ.

Abaterea maximă a tensiunii memorate după un timp de 10 minute este de ± 20 mV.

Tensiunea alternativă (continuă) de măsurat, divizată în mod corespunzător, după trecerea prin redresor este filtrată, astfel că pe condensatoarele C1 și C2 se obține o tensiune ce determină în circuitul de memorie un decalaj între tensiunile drenelor tranzistorului dublu T2, care este transmis la ieșirea amplificatorului CI2. Datorită reacției negative prin rezistorul R19, la ieșirea lui CI2 tensiunea este menținută aproxi-

VOLTMETRU CU MEMORIE

respunzătoare tensiunii de 220 Vef. Se comută apoi K1 pe pozițiile 250, 50, 10, 1 și se reglează potențiometrele P1, P2, P3, P4 astfel încât acul instrumentului I să indice diviziuni corespunzătoare, respectiv, tensiunilor de 200 Vef, 10 Vef, 1 Vef.

Se continuă apoi conectând între borna „≐” și masă o tensiune continuă de 1 V și cu K1 pe poziția 1, iar K2 pe poziția „=” se reglează P6

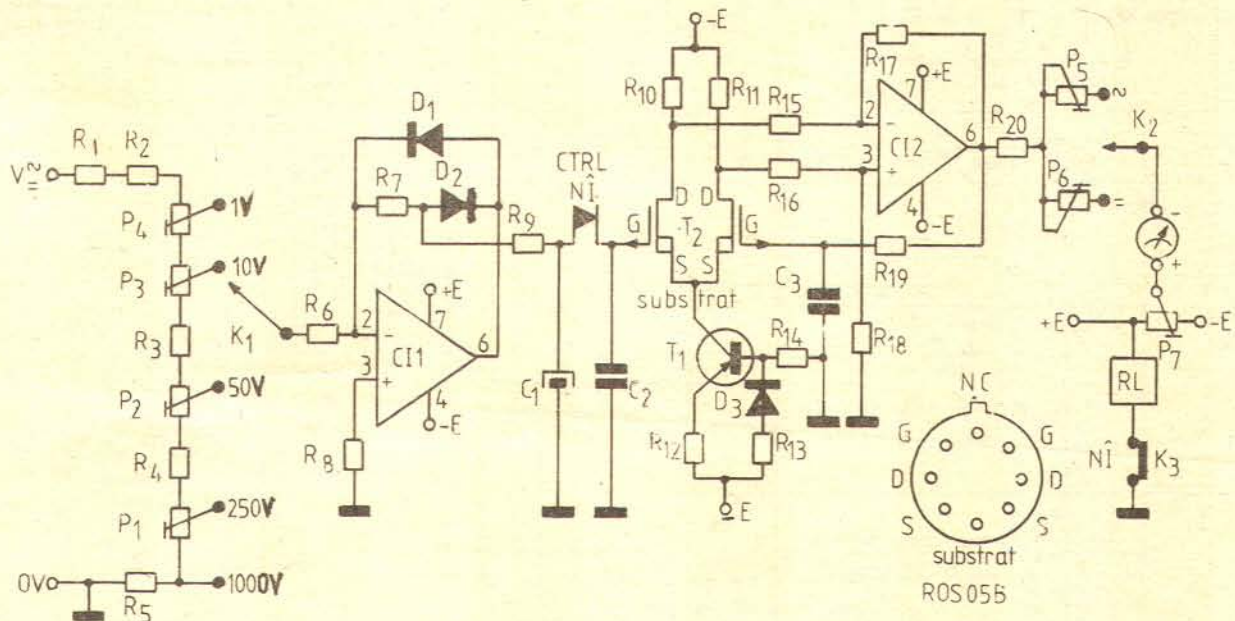
astfel încât acul instrumentului I să arate cap de scală.

Fără microîntrerupătorul K3 pe poziția normal închis, voltmetrul funcționează fără memorie.

Se va folosi pentru alimentare o sursă dublă de ± 12 V, de preferință stabilizată.

Atragem atenția asupra precauțiilor cu care se va monta T2 (scurtcircuitarea cu o liță a piciorușelor, letcon scos din priză etc.).

R1 = R2 = 390 kΩ; R3 = R7 = 24 kΩ; R4 = 9,1 kΩ; R5 = 1 kΩ; R6 = R10 = R11 = R14 = 10 kΩ; R8 = R20 = 6,8 kΩ; R9 = R12 = R13 = 2 kΩ; R15 = R16 = R17 = R18 = R19 = 200Ω; P1 = 5 kΩ; P2 = 10 kΩ; P3 = 100 kΩ; P4 = 1 MΩ; P5 = P6 = 10 kΩ; P7 = 5 kΩ; C1 = 1 000 μF/25 V; C2 = 1 μF/250 V; C3 = 1 μF/250 V, D1 = D2 = D3 = 1N4148; CI1 = CI2 = βA741; T1 = BC251; T2 = ROS05B (I.C.C.E.); RL = 12 V/220Ω, miniatură; I — instrument cu sensibilitatea 100 μA/3 kΩ.

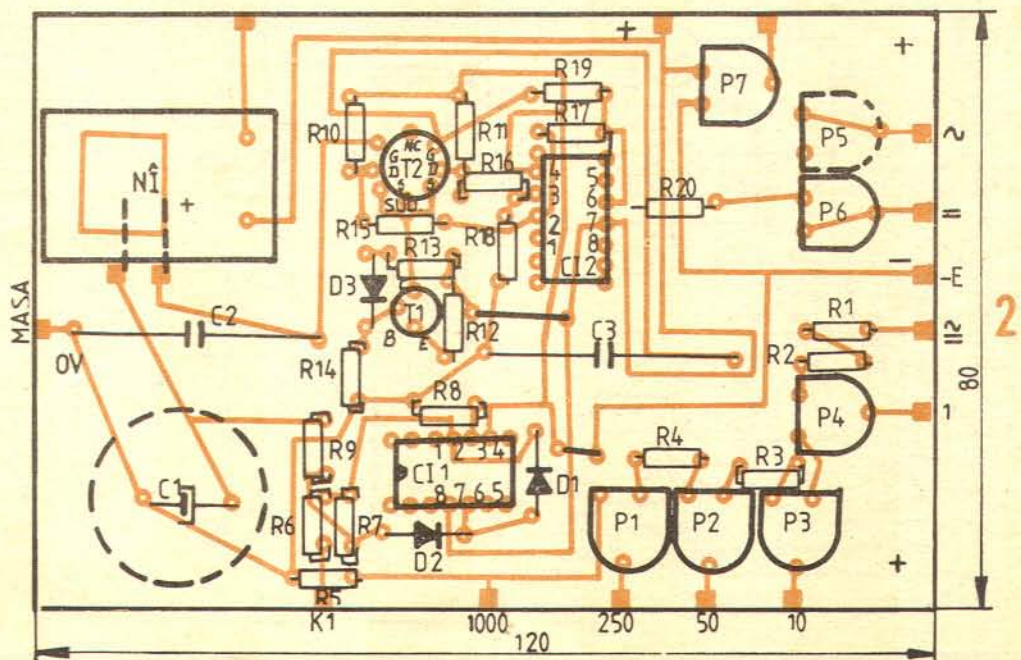


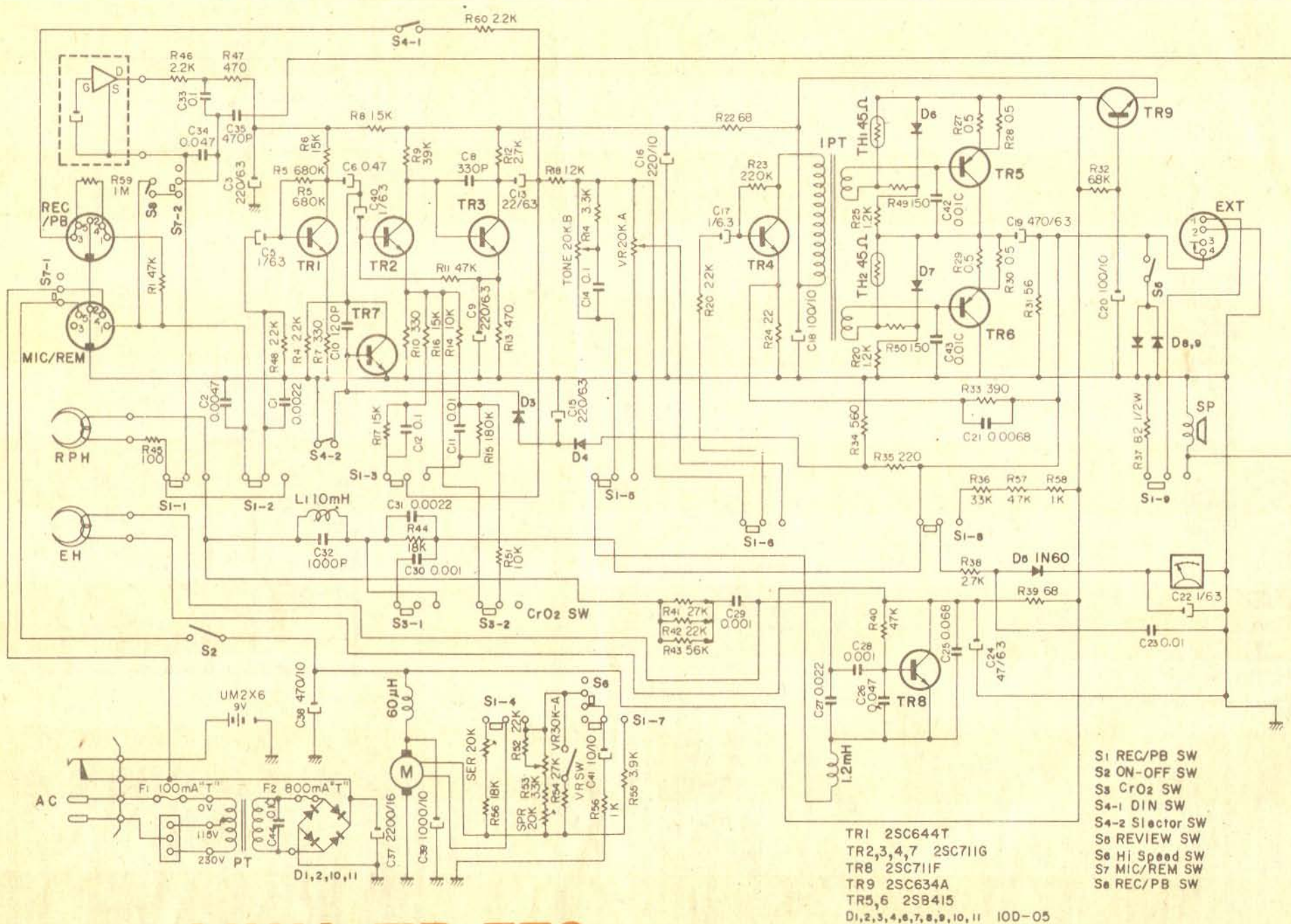
mativ egală cu tensiunea pe condensatoarele C1 și C2. Cu această tensiune se acționează instrumentul I (0÷100 μA).

Cu K1 pe scala de 1 Vef se scurtcircuitează borna „≐” la masă și se reglează potențiometrul P7 astfel ca instrumentul I să fie pe diviziunea zero.

Se conectează între borna „≐” și masă o tensiune cunoscută, măsurată cu un instrument cit mai precis, corespunzătoare fiecărei scale, în ordine, de la scala mare spre cea mai mică (de exemplu 220 Vef pe scala 1 000 Vef și pe scala 250 Vef; 10 Vef pe scala 50 Vef și pe scala 10 Vef; 1 Vef pe scala 1 Vef).

Etalonarea decurge astfel: cu K2 pe poziția „~” și K1 pe poziția 1 000 se reglează P5 astfel încât acul instrumentului I să indice diviziunea co-





AIWA TP 770