

COLEGIUL TEHNIC “HENRI COANDĂ”

REFERAT:

Elev

Aparate de măsură:
Aparate de măsură:
Ampermetre și voltmetre

Aparate de masura

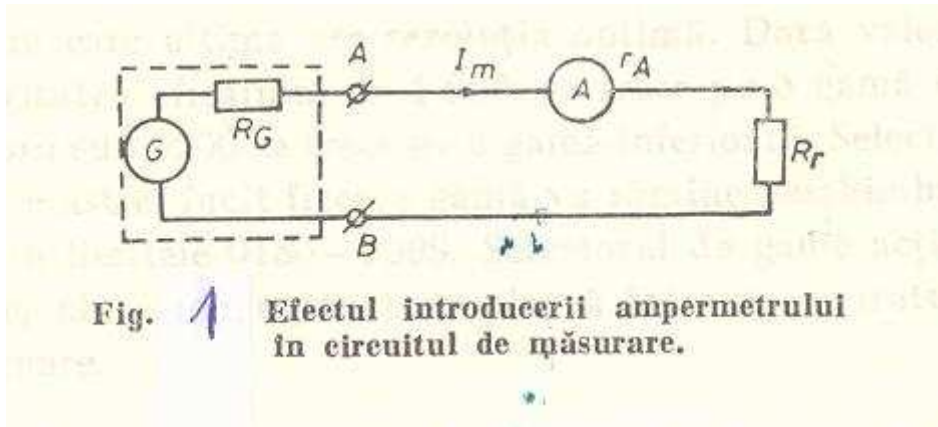
Definirea dialectica a cunoasterii " de la contemplarea vie, prin gandirea abstracta, la constatarea experimentală" arata ca experimentul si masurarea fac parte integranta din procesul de cunoastere al unui fenomen. In contextul revolutiei stiintifice si tehnice din lumea contemporana, masurarile electrice sunt indispensabile in toate ramurile industriale, ca veriga importanta in procesele de productie, in controlul calitatii materiilor prime, a produselor intermediare si finale, in dezvoltarea cercetarii in toate domeniile. Pe suportul marimilor electromagnetice se fac cel mai frecvent atat schimburile de energie, cat si schimburile de informatie; masurarea electrica cu precizie ridicata conditioneaza deci desfasurarea normala a proceselor implicate.

Pentru a intelege, a prevedea si a actiona asupra mediului inconjurator omul trebuie sa acumuleze cunostinte referitoare la diverse obiecte, fenomene, procese, etc., prezente in natura. Acest e cunostinte pot fi clasificate prin introducerea notiunii de marime. Prin definitie, marimea reprezinta o proprietate sau un atribut comun al unei clase de obiecte, fenomene, procese, etc.

AMPERMETRE

1. Aparate analogice pentru masurarea curentului electric

Masurarea curentului electric I necesita, in general, intreruperea circuitului si introducerea unui aparat de tip ampermetru A , de rezistenta r_A in circuitul parcurs de curent ca in figura 1.



Ca urmare curentul masurat I_m va fi mai mic decat curentul I care circula in lipsa aparatului, cei doi curenti exprimandu-se prin relatii evidente:

$$I = \frac{U_0}{R_G + R_r} = \frac{U_0}{R_t}$$

unde U_0 este tensiunea de functionare la gol ($I=0$) a circuitului privit de la bornele A, B, R_G - rezistenta circuitului pasivizat privit de la aceleasi borne ; R_r - rezistenta ramurii parcurse de curentul I ; R_t - rezistenta totala a circuitului. Introducerea aparatului in circuit determina o eroare .

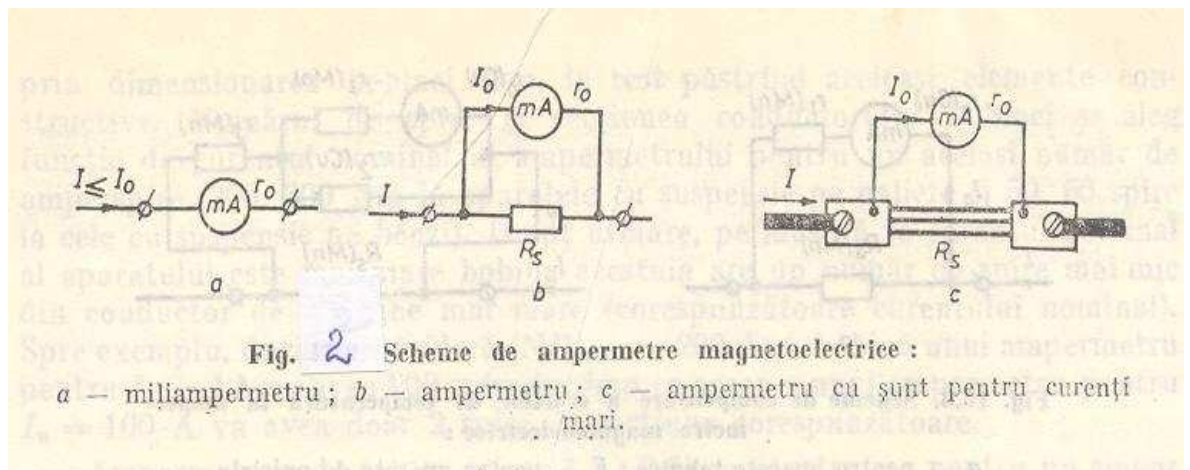
Pentru ca aceasta eroare sa fie neglijabila rezistenta aparatului de masurare (ampermetru, traductor de curent) trebuie sa fie mult mai mica decat rezistenta totala a circuitului.

Masurarea directa a curentului electric se face cu ajutorul aparatelor indicatoare (ampermetre) a acaror denumire este legata de principiul constructiv.

1 a. Ampermetre magnetoelectrice

Aceste aparate contin in schema de masurare un instrument magnetoelectric si sunt utilizate numai in curent continuu. Dupa intervalul de masurare pot fi: micro si miliampermetre pentru curenti continui relativ mici de ordinul $10\mu\text{A} - 100\text{mA}$, si ampermetre pentru curenti continui in domeniul $0,1\text{A} - 10\text{A}$.

Micro (mili) ampermetrele sunt constituite dintr-un instrument magnetoelectric conectat in serie in circuit astfel incat bobina mobila si implicit resorturile spirale - sunt parcurse de intreg curentul de masurat (fig.2).



Bobina mobila a micro (mili) ampermetrelor este plasata pe un cadru-suport din aluminiu care constituie o spira in scurtcircuit si serveste la crearea cuplului de amortizare prin intermediul curentilor indusi in cadru la miscarea

dispozitivului mobil. Rezistenta cadrului este dimensionata astfel incat sa realizeze un grad de amortizare $\beta = 0,6 \div 0,8$ care asigura un timp de raspuns scurt al aparatului, indiferent de rezistenta circuitului exterior. Microampermetrele pot fi cu suspensie pe benzi tensionate sau cu pivoti si paliere, prevazute cu indicator optic sau ac indicator.

Ampermetrele magnetoelectrice sunt constituite, in principiu, dintr-un micro - sau miliampermetru conectat la bornele unui sunt (fig. 2b). Rezistenta suntului se alege astfel incat prin sunt sa treaca cea mai mare parte a curentului de masurat I , iar prin miliampermetru numai o fractiune egala cu curentul nominal I_0 al acestuia. Daca ampermetrul trebuie sa masoare un curent $I = n I_0$, din relatia $R_S(I-I_0) = r_0 I_0$, rezulta rezistenta suntului:

$$R_S = \frac{R_0}{n - 1}$$

unde $n = I / I_0$ este coeficientul de multiplicare al suntului.

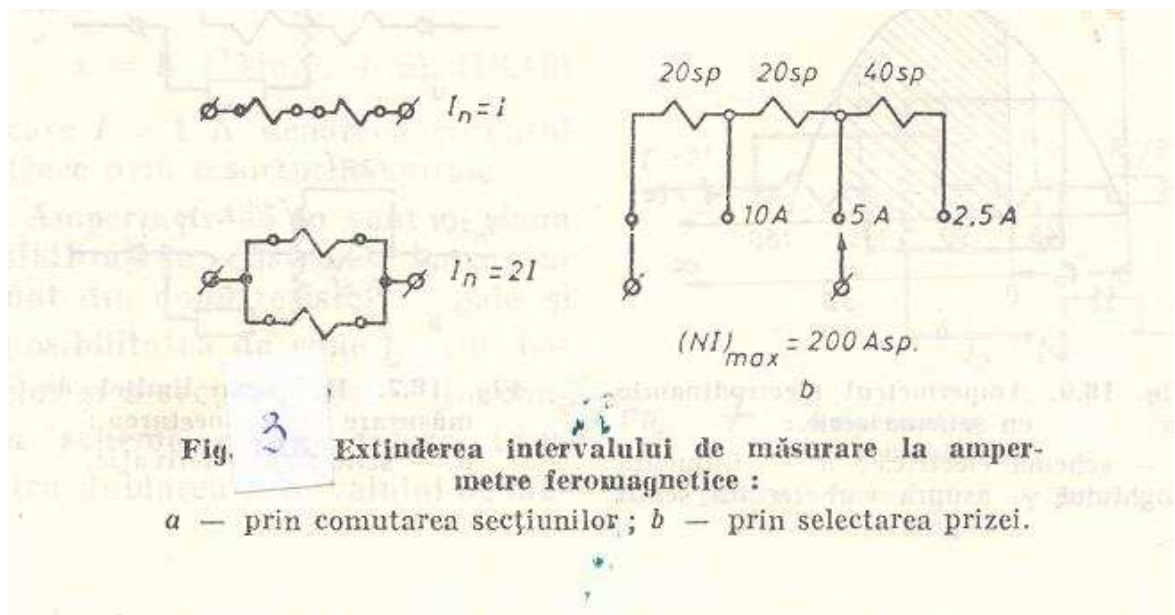
1 b. Ampermetre feromagnetice

Sunt cele mai robuste si mai raspandite ampermetre de curent alternativ de frecventa industrială. Deviatia dispozitivului mobil depinde de numarul de amperspire al bobinei fixe. Aceasta permite constructia de ampermetre feromagnetice pentru o gama larga de curenti nominali care difera numai prin dimensionarea bobinei fixe, in rest pastrand aceleasi elemente constructive. Numarul de spire si sectiunea conductorului bobinei se aleg in functie de curentul nominal al ampermetrului pentru un acelasi numar de amperspire (200, 300 Asp la aparatele cu suspensie pe paliere si 50, 60 spire la cele cu

suspensie pe benzi). Drept urmare, pe masura ce curentul nominal al aparatului este mai mare bobina acestuia are un numar de spire mai mic din conductor pe sectiune mai mare (corespunzatoare curentului nominal).

Ampermetrele de tablou se construiesc pentru un singur interval de masurare si se etaloneaza, de regula, numai in curent alternativ, avand indicat pe cadran simbolul corespunzator; ele pot fi utilizate si in curent continuu dar in acest caz functionarea lor va fi afectata de erori superioare indicelui de clasa datorita histerezisului placutelor feromagnetice.

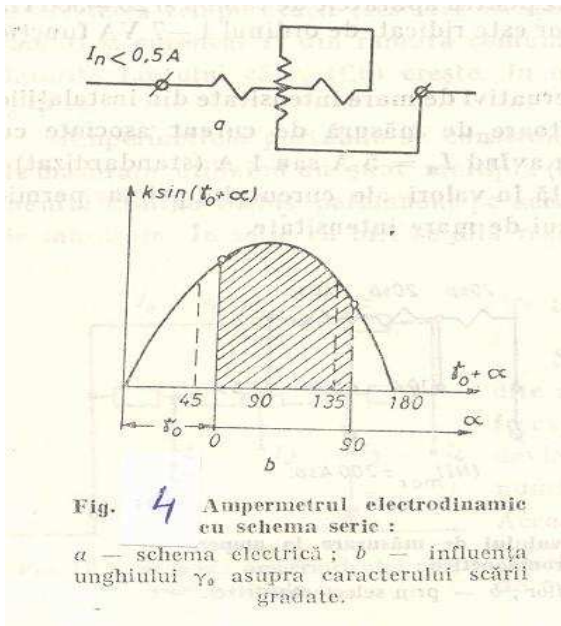
Ampermetrele de laborator (portabile) se construiesc, de regula, cu mai multe game de masurare. In acest scop bobina fixa se executa fie din 2-4 sectiuni cu acelasi numar de spire, fie cu prize corespunzatoare unor sectiuni cu numar diferit de spire, schimbarea gamei facandu-se in primul caz, prin gruparea in serie si paralel a sectiunilor, iar in cel de-al doilea, prin comutarea prizei corespunzatoare curentului nominal (fig. 3). La aceste ampermetre placutele feromagnetice sunt confectionate din material de calitate, cu histerezis neglijabil, ceea ce permite realizarea de aparate cu precizie ridicata (clasa 0,2 ; 0,5 ; 1).



Ampermetrele feromagnetice nu necesita compensarea erorilor de temperatura deoarece sunt parcurse direct de curentul de masurat al carui valoare depinde de impedanta utilizarii, mult mai mare decat aceea a ampermetrului.

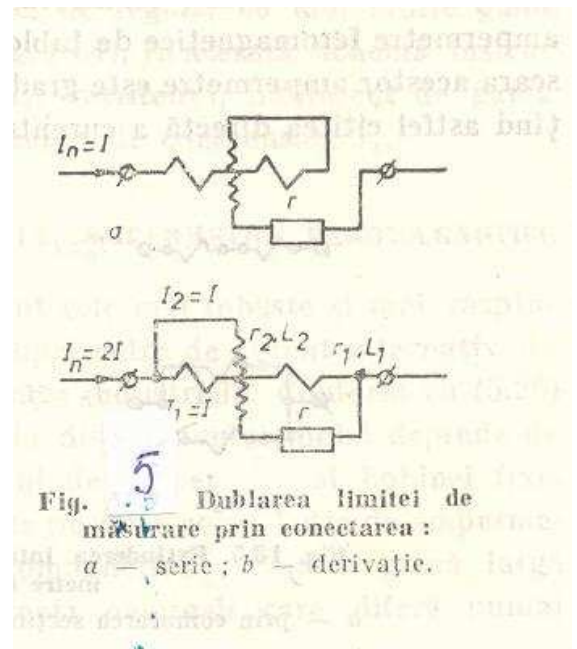
1c. Ampermetre electrodinamice

Pentru constructia acestor ampermetre se utilizeaza un instrument electromagnetic cu camp uniform axial care permite realizarea unei scari convenabile. Dimensionarea bobinelor si schema lor de conectare difera functie de curentul nominal al aparatului.



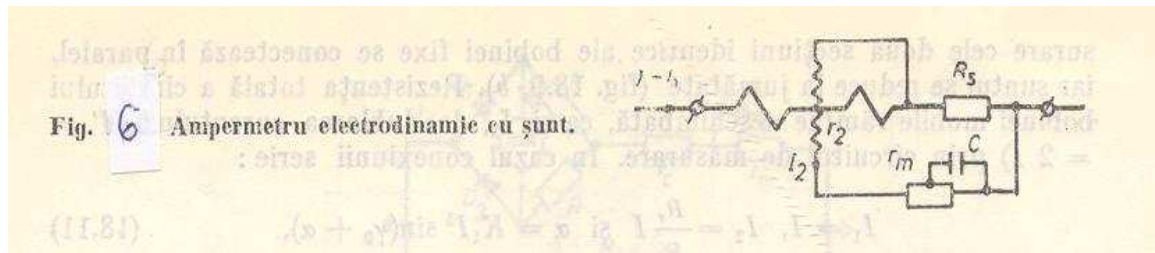
Ampermetrele cu schema serie - paralel pot masura curenti de pana la 1A prin conectarea bobinei mobile in paralel cu cea fixa. Se realizeaza astfel ampermetre cu doua game de masurare

Ampermetrele cu schema serie (fig. 4) se construiesc pentru curenti nominali de valoare redusa, sub 0,5A. Ele au bobinele fixe si mobile conectate in serie astfel incat bobinele, cat si resorturile spirale, sunt parcurse de intreg curentul de masurat $I = I_1 = I_2$

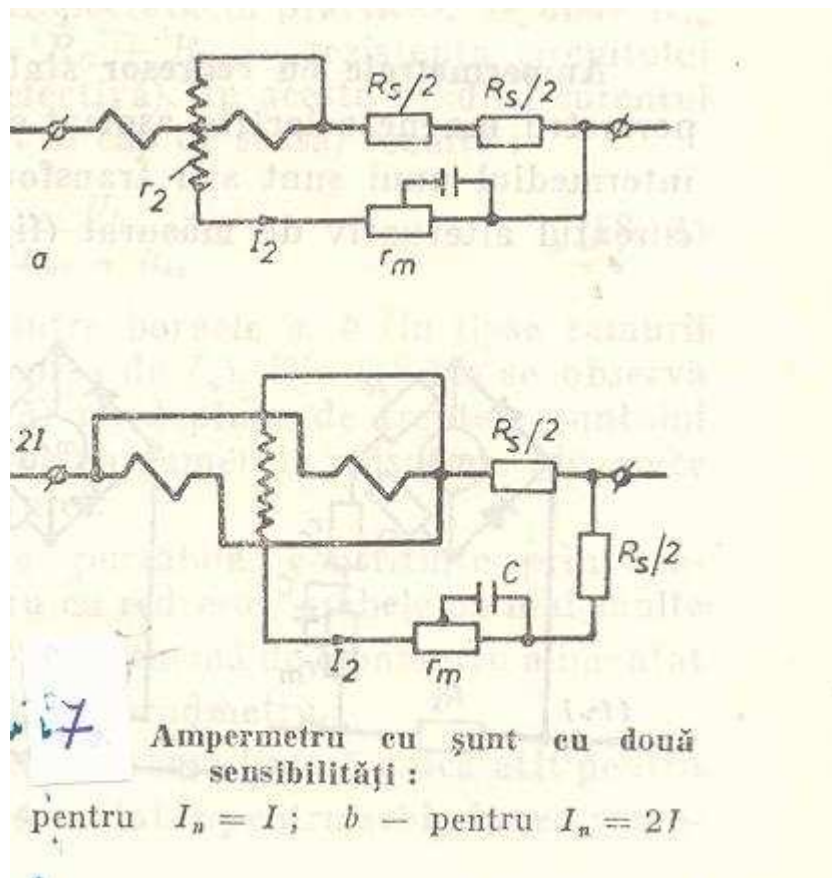


(fig.5) : unul corespunzator conectarii serie (max.0,5A) si celalalt conectarii bobinelor in paralel (max. 1A).

Ampermetre cu sunt. Pentru curenti mai mari de 1A bobina mobila se conecteaza la bornele unui sunt conectat in serie cu bobina fixa (fig. 6).

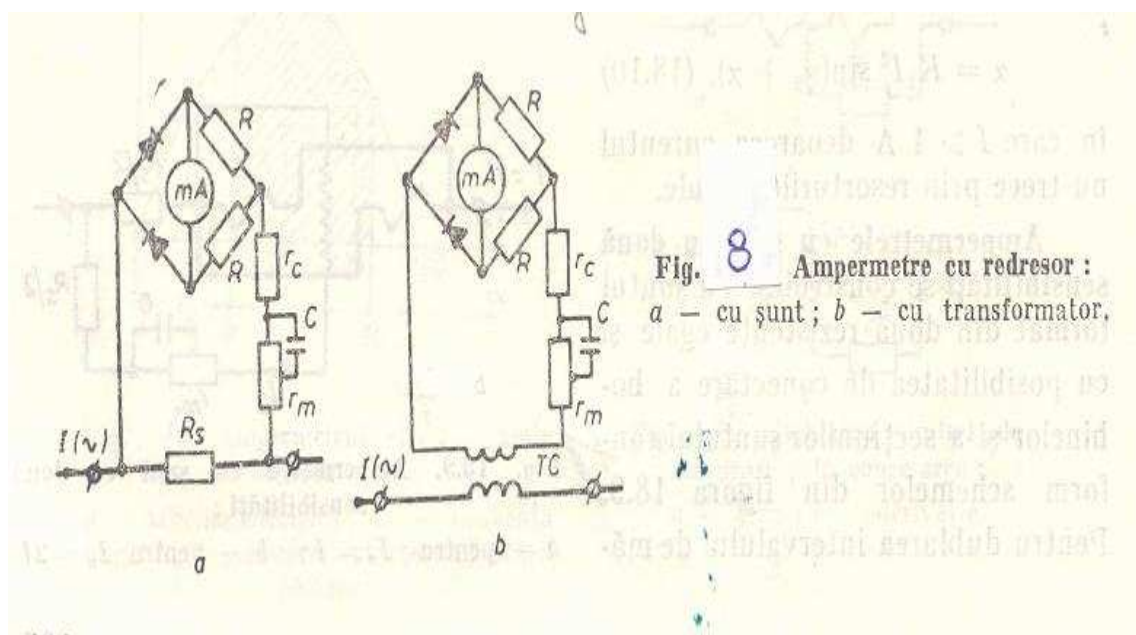


Ampermetrele cu sunt cu doua sensibilitati se construiesc cu suntul format din doua rezistente egale si cu posibilitatea de conectare a bobinelor si a sectiunilor suntului (fig. . 7).



1c. Amperetre cu redresor

Amperetrele cu redresor sunt constituite dintr-un micro sau miliampermetru magnetoelectric asociat cu o schema de redresare si conectat prin intermediul unui sunt sau transformator de curent in circuitul parcurs de curentul alternativ de masurat (fig. 8 a si b)

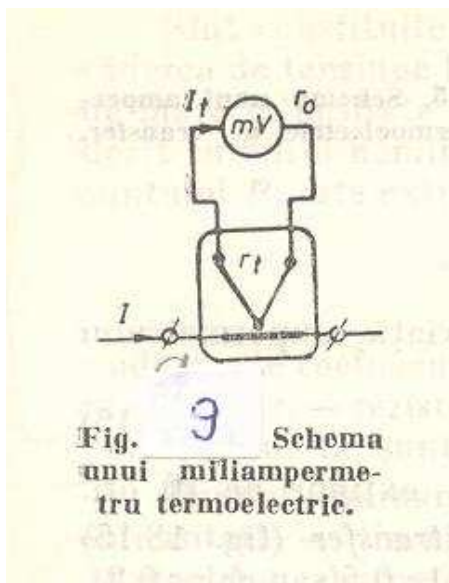


Un astfel de ampermetru este in fond un voltmetru cu redresor pentru tensiuni mici care masoara caderea de tensiune pe o rezistenta calibrata **R4** prin care trece curentul alternativ de masurat. De aceea si in cazul amperetrelor cu redresor trebuie luate aceleasi masuri de compensare a erorilor de temperatura (rezistenta r_e din cupru) si de frecventa (condensatorul **C** care sunteaza o parte din rezistenta r_m).

1d. Ampermetre termoelectrice

Pentru masurari de curenti de inalta frecventa se folosesc miliampermetre termoelectrice.

Miliampermetrele termoelectrice (fig. 9) sunt constituite dintr-un milivoltmetru magnetoelectric (**mV**) conectat la capetele reci ale unui termoelement al carui incalzitor este parcurs de curentul de masurat.



Incalzirea sudurii termocuplului, produsa de trecerea curentului I (val. efectiva) prin incalzitor, determina aparitia unei **t.t.e.m.** intre capele reci si circulatia unui curent continuu corespunzator I_t prin **mV**, a carui deviatie, rezulta :

$$\mathcal{E} = S_1 I_t = \frac{S_1 K}{r_0 + r_1} \cdot I^2 = K_1 I^2$$

Extinderea intervalului de masurare se poate realiza cu ajutorul sunturilor transformatoarelor de inalta frecventa sau a reductoarelor capacitive. Datorita reactantei inerente pe care o prezinta suntul, intervalul de frecventa al ampermetrelor cu sunt se ingusteaza foarte mult (maxim sute de kHz) ; in plus, constructia complicata si costul ridicat al suntului au impus renuntarea la acest procedeu.

2. Aparate pentru masurarea curentilor continui de foarte mare intensitate

Pentru masurarea curentilor continui de valori foarte mari (zeci de mii, sute de mii de amperi) se utilizeaza, in principal, urmatoarele mijloace de masurare :

- ampermetre cu sunt pentru intensitati foarte mari ;
- ampermetre cu traductor Hall ;
- ampermetre cu transformator de curent continuu.

2a. Ampermetre cu sunt pentru intensitati foarte mari

Sunt constituite dintr-un miliampermetru magnetoelectric care masoara caderea de tensiune la bornele unui sunt exterior parcurs de curent continuu de mare intensitate. Curentul de masurat I fiind mai mare decat curentul nominal I_0 al miliam permetrului, rezulta ca valoarea suntului R_s este extrem de mica :

$$n = \frac{I}{I_0} > 1 \quad \text{si} \quad R_s = \frac{r_0 + 2r_1}{n - 1}$$

unde n este coeficientul de multiplicare al suntului ; r_0 - rezistenta miliampermetrului ; r_1 - rezistenta unuia dintre cele doua conductoare de legatura ale miliampermetrului la sunt.

2b. Ampermetru cu traductor Hall

Intrucat utilizarea sunturilor prezinta inconveniente, s-au realizat aparate la care masurarea curentului continuu se realizeaza prin intermediul campului magnetic produs intr-un circuit magnetic auxiliar care inconjoara conductorul parcurs de curentul continuu de foarte mare intensitate. Circuitul magnetic este, de regula, realizat dintr-un miez feromagnetic prevazut cu unul sau doua interfieruri in care se introduc elemente sensibile la actiunea campului magnetic. Acest procedeu prezinta avantajul ca elimina problema disiparii caldurii produse la trecerea curentului de masurat si totodata separa circuitul de masurare de acela parcurs de curentul de mare intensitate. Pe acest principiu se realizeaza ampermetre cu traductor Hall, aparate care utilizeaza drept elemente sensibile pentru masurarea curentului de mare intensitate traductoare bazate pe efectul Hall. Functia de traductor o indeplineste o placuta dintr-un anumit material semiconductor (indiu – arsen, indiu – stibiu) caracterizat printr-un efect Hall pronuntat. Efectul Hall consta in aparitia unei tensiuni electrice U_H (tensiune Hall) intr-o placuta semiconductoare (traductor Hall) parcursa de un curent de comanda I_c si dispusa perpendicular pe directia unui camp magnetic de inductie B . Tensiunea Hall U_H se obtine pe directie perpendiculara atat pe aceea a curentului I_c cat si pe aceea a inductiei B si are expresia :

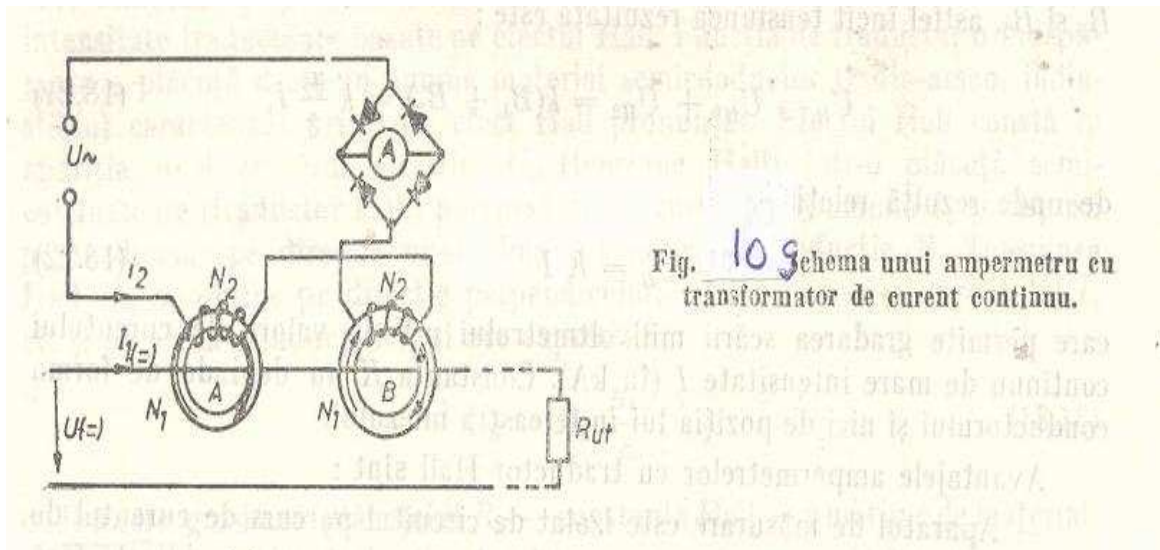
$$U_H = R_H \frac{BI_c}{d}$$

unde d este grosimea placutei si R_H – constanta Hall – o marime de material.

2c. Ampermetre cu transformator de curent continuu

Pentru măsurarea curentilor continui de intensitati foarte mari (peste 5 –10 kA) s-au construit transformatoare de curent continuu (T.C.C.). Principiul de functionare al transformatoarelor de masura de curent continuu se deosebeste fundamental de al celor de curent alternativ.

Un transformator de curent continuu este format din doua miezuri identice **A**, **B**, din material feromagnetic care prezinta o caracteristica de magnetizare rectangulara (de tip permalloy, permenorm etc.). Cele doua infasurari primare se conecteaza in serie aditiv in circuitul parcurs de curentul continuu **I₁** de masurat. In cazul curentilor de foarte mare intensitate primarul se reduce la bara de curent care trece prin fereastra celor doua miezuri (fig. 10).



Infasurarile secundare, avand fiecare un numar mare de spire (corespunzator raportului de transformare) sunt conectate in serie diferential si alimentate de la o sursa auxiliara de curent alternativ prin intermediul unui ampermetru cu redresor.

3. Aparate electronice pentru masurarea curentilor de mica intensitate

Ampermetre si miliampermetre electronice de curent continuu. Ele nu constituie o categorie distincta de aparate, acestea facand parte dintr-un multimetru electronic avand la baza un voltmetru sau milivoltmetru asociat cu un convertor curent – tensiune. Un procedeu foarte raspandit de realizare a functiei de ampermetru consta in conectarea voltmetrului (milivoltmetrului) electronic la bornele unei rezistente calibrate **R** (de obicei reglabila in trepte) parcursa de curentul de masurat **I**. Caderea de tensiune masurata este, proportionala cu curentul si scara aparatului se gradeaza in unitati corespunzatoare.

Picoampermetre. Galvanometrele cele mai sensibile nu pot masura curenti mai mici de **10 la puterea minus 10 A**. In practica sunt necesare aparate care sa masoare curenti deosebit de mici, de ordinul **10 la puterea minus 12 sau minus 17 A** (la masurarea rezistentei dielectricilor, a curentilor din camerele de ionizare, a curentilor fotoelectrici etc.). Curenti atat de mici se pot masura cu ajutorul picoampermetrelor. Acestea sunt in esenta milivoltmetre electrometrice care au ca element distinct un amplificator electrometric. In principiu aparatele electrometrice masoara tensiuni foarte mici generate de surse cu rezistenta interioara mare. Drept urmare, conditia esentiala la care trebuie sa raspunda este aceea a reducerii curentilor de intrare la valori neglijabile, respectiv cresterea rezistentei de intrare **R_o** in mod corespunzator. Din aceasta cauza in constructia aparatelor electrometrice se folosesc amplificatoare speciale, cu tub electrometric sau cu tranzistoare cu efect de camp cu grila izolata.

4. Ampermetre digitale

Se realizeaza utilizand functia de ampermetru cu care sunt prevazute de regula multimetrele digitale. Acestea au ca principala baza constructiva un voltmetru digital, de obicei de tipul cu CAN tensiune – timp in varianta cu integrare cu dubla panta. Functia de ampermetru (miliampermetru) se realizeaza prin trecerea curentului continuu sau alternativ de masurat printr-o rezistenta calibrata, de regula cu mai multe trepte (sunt multiplu), corespunzatoare curentilor nominali si masurarea caderii de tensiune produsa de curent cu ajutorul voltmetrului digital.

Avantajul utilizarii voltmetrelor digitale pentru masurarea curentilor prin intermediul caderii de tensiune produsa pe rezistente calibrate il constituie simplitatea realizarii si utilizarea de voltmetre digitale simple.

5. VOLTMETRE

Clasificarea voltmetrelor electronice

Voltmetrul electronic este un aparat pentru masurarea tensiunii in domeniul frecventelor audio si radio. Voltmetrele de acest tip sint alcatuite, in esenta, dintr-un dispozitiv electronic, care indeplineste functia de detectare si care este urmat, in general, de un amplificator avind in circuitul sau de iesire un aparat cu un magnet permanent si cu bobina mobila care masoara curentul mediu anodic. Deoarece valoarea acestui curent depinde de amplitudinea tensiunii alternative aplicate, aparatul poate fi etalonat direct in tensiuni. Exceptie, ca schema fac doar milivoltmetrele electronice, la care amplificarea precede detectia.

Voltmetrele electronice pot fi clasificate, in primul rind, dupa modul in care se afiseaza rezultatul, distingindu-se voltmetre analogice si voltmetre digitale. De asemenea voltmetrele electronice pot fi clasificate dupa cum utilizeza tuburi sau dispozitive semiconductoare sau dupa tipul de detectie utilizat. Se disting, astfel, voltmetre cu dioda, voltmetre cu detectie anodica si voltmetre cu detectie pe grila.

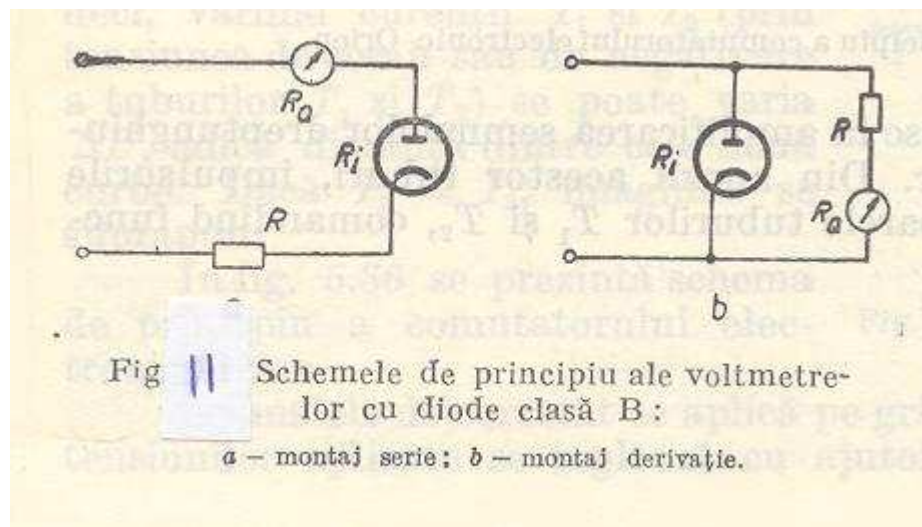
In afara de a aceste tipuri curente de voltmetre electronice exista si tipuri speciale, ca: voltmetre cu retragere, voltmetre in punte, voltmetre cu scara logaritmica si voltmetre cu trioda inversata.

5a. Voltmetre cu dioda

Voltmetrele cu dioda se impart in voltmetre cu dioda serie si voltmetre cu dioda derivatie, dupa cum dioda este in serie sau in derivatie cu aparatul de curent continuu; se disting, de asemenea, voltmetre in clasa B sau in clasa C.

Schema unui voltmetru functionind in clasa B se prezinta in fig.11.

La voltmetrul clasa B serie, dioda conduce numai in timpul alternantei pozitive.



5b. Voltmetrul electronic cu dioda detectoare si amplificator de curent continuu

Una dintre conditiile pe care trebuie sa le indeplineasca un voltmetru electronic este aceea de a avea o rezistenta de intrare cit mai mare. Pentru a se obtine aceasta, in grupul de detectie se utilizeza rezistente cat mai mari. Din acest motiv, curentul care trece prin rezistenta este foarte mic, ceea ce impune folosirea in serie

cu rezistența a unui aparat de măsurat foarte sensibil. Folosirea unui aparat foarte sensibil este însă foarte costisitoare și se poate evita conectându-se după dioda detectoare un voltmetru electronic, care constă dintr-un repetor catodic și dintr-un aparat indicator mai puțin sensibil.

Schema de principiu a unui astfel de voltmetru se prezintă în fig.12

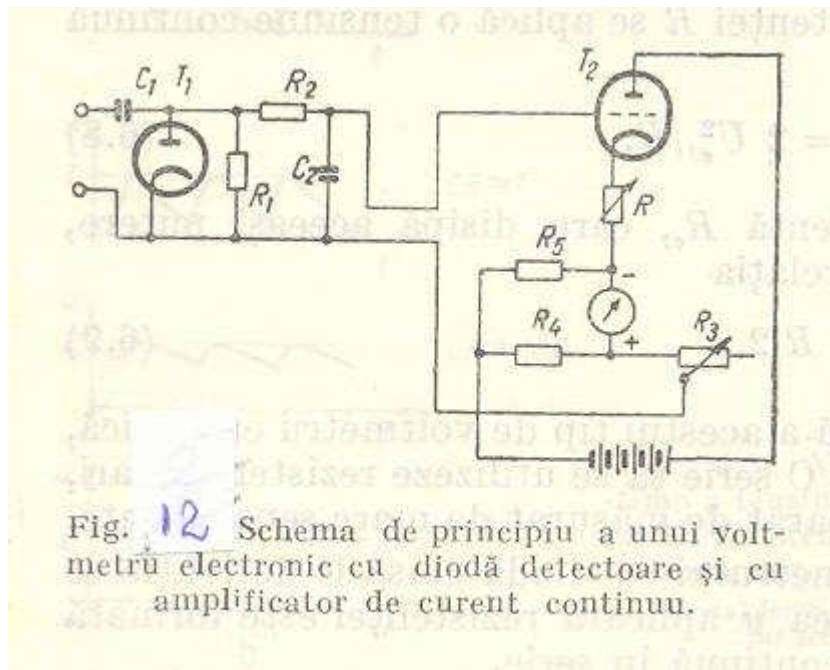
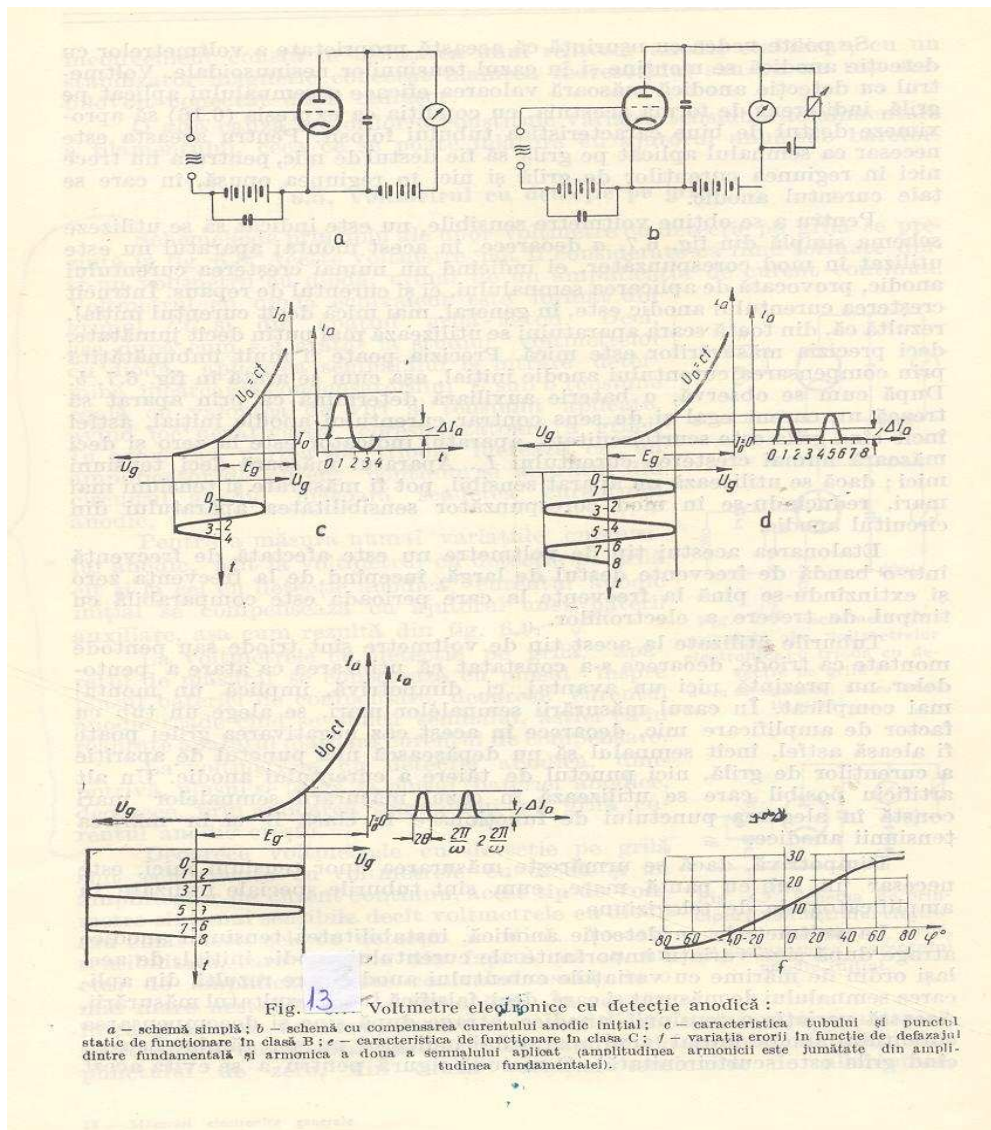


Fig. 12 Schema de principiu a unui voltmetru electronic cu diodă detectoare și cu amplificator de curent continuu.

5c. Voltmetre cu detecție anodică

Voltmetrele cu detecție anodică sunt constituite dintr-o triodă, care are negativare fixă și al cărui punct de funcționare este situat în cotul inferior al caracteristicii. Dacă se aplică un semnal alternativ la grila, în circuitul anodic are loc o detecție și curentul continuu anodic crește. Aparatul de curent continuu din circuitul anodic poate măsura creșterea curentului anodic, măsurând tensiunea semnalului aplicat pe grila. Schema tipică a unui astfel de voltmetru se prezintă în fig.13.



Negativarea fixa se alege astfel, încât tubul să lucreze fie în clasa AB, fie în clasa B, fie în clasa C. Caracteristicile corespunzătoare se prezintă în fig.13. Așa cum se arată în continuare, la funcționarea în clasa AB, indicația aparatului este proporțională cu valoarea eficace a semnalului aplicat.

La funcționarea în clasa B indicația este proporțională cu valoarea eficace a semnalului aplicat dacă amplitudinea acestuia este suficient de mică. Totuși în acest caz apare o eroare dacă semnalul nu este pur sinusoidal. În fig.13 se prezintă variația indicației unui voltmetru cu detecție anodică, clasa B, caracteristica fiind considerată

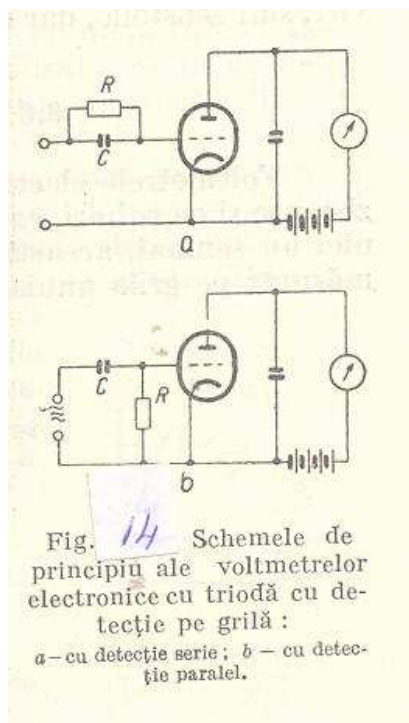
patrată, în funcție de defazajul dintre fundamentală și armonică a două a semnalului aplicat. Se menționează că în acest caz, defazajul dintre fundamentală și armonică a treia nu modifică indicația.

La voltmetrele cu detecție anodică, funcționând în clasa B, în cazul semnalelor mari, indicația este proporțională cu valoarea medie a alternanței pozitive.

La voltmetrele cu detecție anodică funcționând în clasa C, indicația este proporțională cu vârful alternanței pozitive.

5d. Voltmerul cu detecție pe grilă

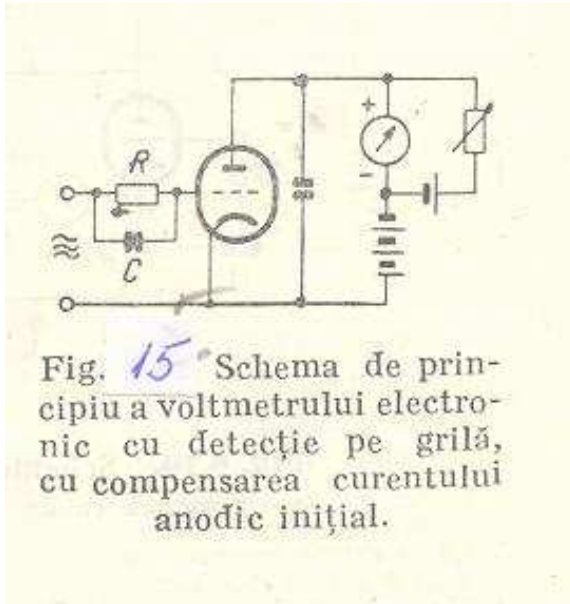
Schemele de principiu ale unor voltmetre cu detecție pe grilă se prezintă în fig. 14.



Aceste voltmetre pot fi considerate ca fiind formate dintr-un voltmetru cu diodă, urmat de un amplificator de curent continuu. Voltmetrul cu diodă echivalent este format din grupul RC și din spațiul grilă-catod. Deci așa după cum s-a arătat la studiul voltmetrelor cu diodă, aplicarea semnalului la intrare determină încărcarea condensatorului C sub o tensiune egală cu valoarea de vârf a tensiunii aplicate, având loc negativarea corespunzătoare a grilei. În acest caz, partea de triodă lucrează ca un amplificator de curent continuu și aparatul din circuitul anodic

masoară scăderea curentului anodic.

Pentru a masura numai variatiile curentului anodic, atat la voltmetrul cu detectie pe grila cat si la cel cu detectie anodica, curentul anodic initial se compenseaza cu ajutorul unei baterii auxiliare,asa cum rezulta din fig.15.

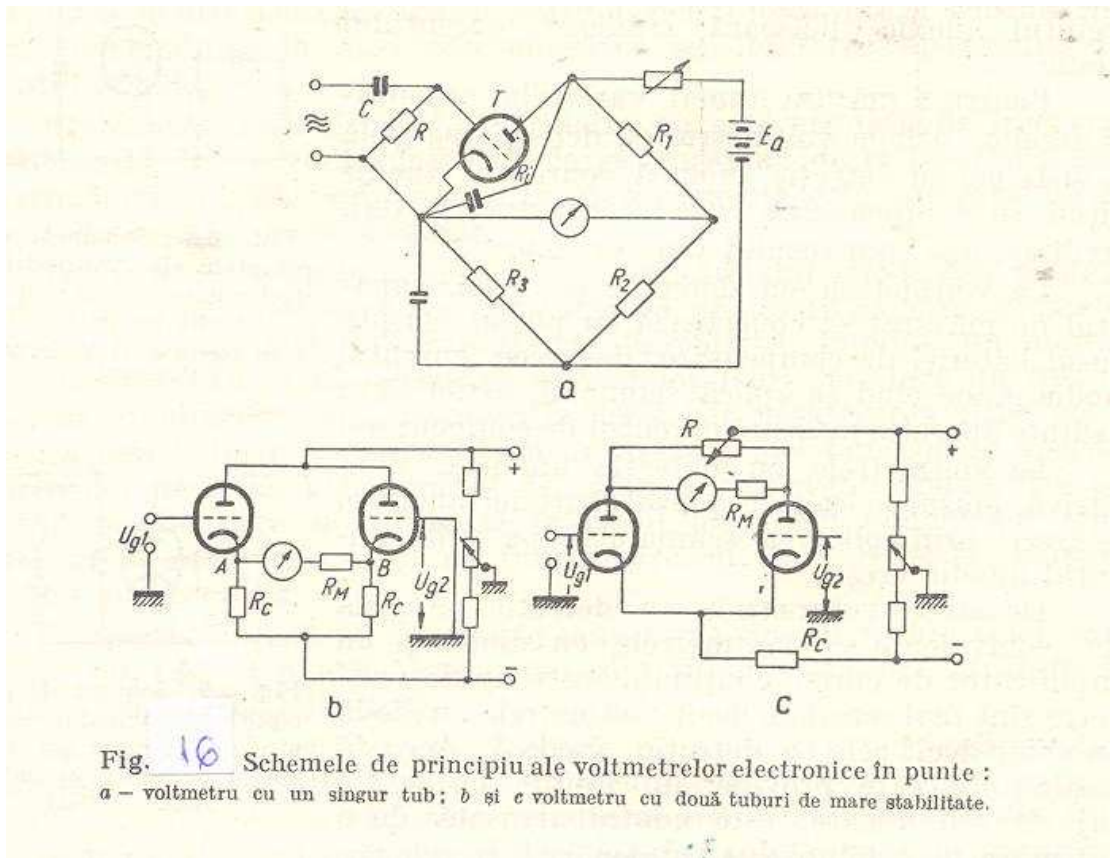


La voltmetrele cu detectie pe grila, aparatul de masurat se conecteaza cu plusul in spre plusul bateriei de compensare, deoarece curentul anodic scade cand se aplica semnalul, astfel ca in realitate aparatul masoara curentul de compensare.

La voltmetrele cu detectie anodica, dimpotriva, plusul se leaga la plusul bateriei anodice, deoarece, prin aplicarea semnalului pe grila curentul anodic creste.

5e. Voltmetrele electronice in punte

Voltmetrele electronice in punte sunt formate dintr-un numar de rezistente si de tuburi, care formeaza o punte Wheatstone. Daca nu se aplica nici un semnal, aceasta punte este la echilibru. Aplicarea semnalului de masurat pe grila unuia dintre tuburi modifica rezistenta internă a acestuia si prin aceasta puntea se dezechilibreaza. Tensiunea care apare la bornele aparatului din diagonala puntii depinde de tensiunea aplicata pe grila, astfel incat aparatul poate fi etalonat direct in volti.



Semnalul care se aplica pe grila tubului este, de obicei, continuu, semnalul alternativ de masurat detectandu-se cu ajutorul unei diode separate; uneori, inasa, cum este cazul montajului din figura 16, tubul care formeaza un brat al puntii este in acelasi timp si detector de grila.

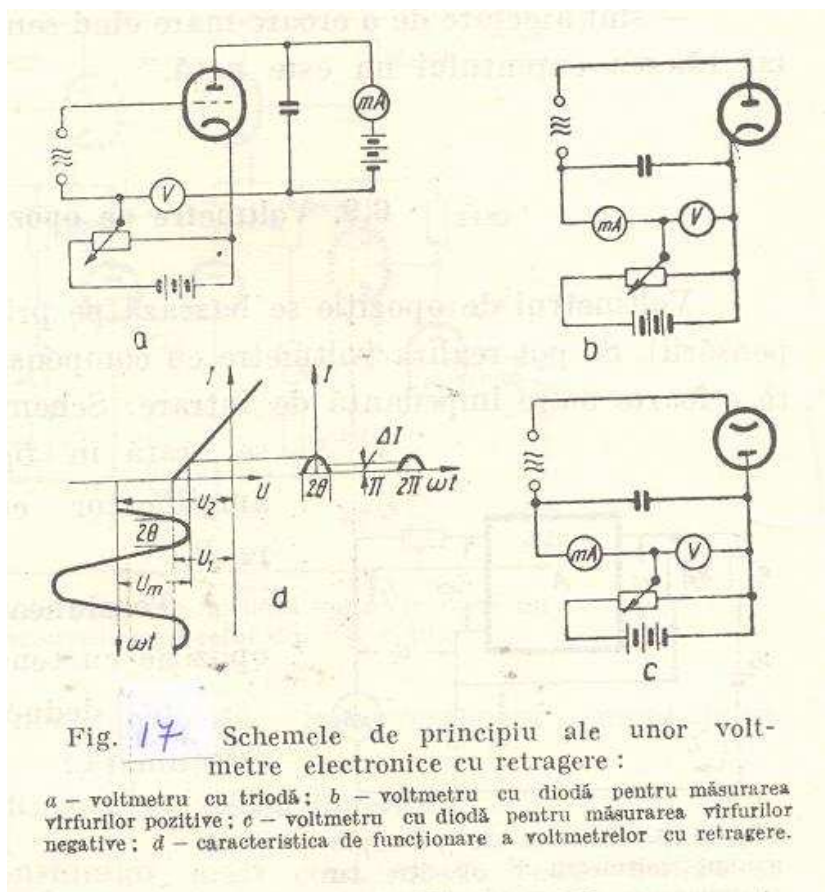
Montajul cu un singur tub este mai simplu, inasa mai nestabil decat montajele cu doua tuburi, etalonarea fiind influentata atat de variatia tensiunii de alimentare, cat si de imbatranirea tubului. Montajele cu doua tuburi sunt mai stabile, deoarece fiind simetrice si tuburile lucrând in conditii identice, rezistenta lor interna variaza in mod identic, datorita variatiei tensiunii de alimentare sau imbatranirii tuburilor, astfel incat etalonarea voltmetrului se mentine.

5f. Voltmetrele electronice cu impedanta de intrare mare

Pentru a realiza voltmetre electronice cu impedanta de intrare cat mai mare, se utilizeaza, in general, montaje electronice spaciale. Dupa cum se stie, una dintre cele mai simple metode de realizare a unei impedante de intrare mari consta in utilizarea unui etaj repetor catodic.

5g. Voltmetrul cu retragere

Voltmetrele cu retragere sunt destinate masurarii tensiunilor de varf. Ele sunt constituite dintr-un tub care are in serie o polarizare variabila si dintr-un aparat care masoara curentul anodic. Schemele de principiu ale unor astfel de voltmetre se prezinta in fig.17.



Modul de lucru este urmatorul: in absenta semnalului,se scurtcircuiteaza grila si se variaza negativarea, pana cand aparatul indica curentul minim perceptibil. Se noteaza tensiunea U_1 de polarizare.

Se aplica, apoi, semnalul, ceea ce provoaca evident cresterea curentului anodic.Se regleaza din nou tensiunea de polarizare, pana cand aparatul indica din nou curentul minim perceptibil.Tensiunea de polarizare are, in acest caz, valoarea U_2 . Diferenta U_2-U_1 este sgala cu tensiunea de varf a semnalului aplicat.

La aceste voltmetre se utilizeaza diode, triode sau pentode. Diodele se conecteaza in diferite moduri, dupa cum se urmareste masurarea varfurilor de tensiune pizitive sau a celor negative. Triodele lucreaza in regim de detectie anodica. Pentodele se monteaza ca triode, avand grila-ecran drept electrod de comanda, iar grila de comanda legata la catod. Se adopta acest montaj, deoarece el duce la o taiere mai neta a curentului anodic.

5h. Voltmetrele de opozitie

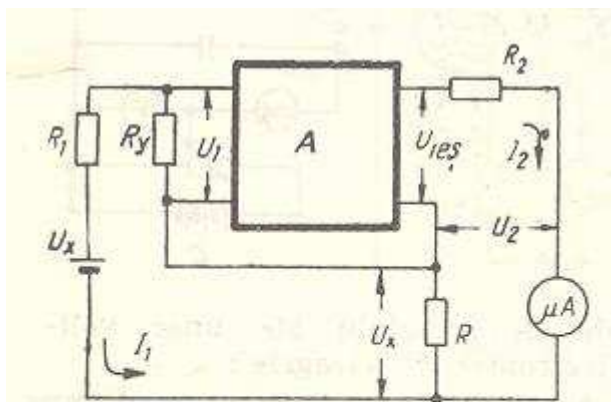


Fig. 18 Schema de principiu a unui voltmetru de opoziție cu compensare automată și reacție negativă de curent.

Voltmetrul de opozitie se bazeaza pe principiul opozitiei (al compensarii). Se pot realiza voltmetre cu compensare automata, care reprezinta o foarte mare impedanta de intrare.

Schema unui astfel de montaj se arata in fig.18, unde A este amplificator cu impedanta de intrare R_{in} .

5i. Voltmetru cu troda inversata

Pentru masurarea tensiunilor mari continue se poate realiza si montajul cu tub inverst, la care tensiunea de masurat se aplica intre anod si catod, masurarea facandu-se la circuitul de grila.

5j. Voltmetre electronice logaritmice

Intr-o serie de masurari este necesar ca indicatiile obtinute sa fie proportionale cu logaritmul tensiunii masurate, deoarece astfel se poate da o interpretare simpla rezultatelor care se axprima, de obicei, in decibeli.

Voltmetrle electronice logaritmice sunt de doua categorii: unele utilizeaza tuburi cu panta variabila, iar altele lucreaza cu curenti de grila mici.

5k. Milivoltmetre electronice

Voltmetrele electronice descrise pana acum nu se pot utiliza pentru masurarea tensiunilor foarte mici, de ordinul milivoltilor, deoarece domeniul lor de masura incepe la tensiuni de aproximativ un volt; este inasa evident faptul ca aceste tensiuni pot fi masurate tot cu voltmetrele de tipul descris anterior,daca, in prealabil, semnalele mici de masurat sunt amplificate convenabil. In acest scop s-au construit voltmetre cu amplificator sau, dupa cum se mai numesc, milivotmetre. Elementele

care se constituie milivoltmetrul trebuie proiectate cu ingrijire, ele trebuind sa indeplinesca anumite conditii.

5m. Voltmetre digitale

In ultimul timp, in tehnica masurarilor electronice se utilizeaza pe o scara cat mai larga instrumentele digitale sau numerice, la care rezultatul masurarii apare direct sub forma numerica. Prin voltmetrul digital se intelege un aparat dgitat destinat masurarii tensiunilor.

Exista mai multe tipuri de voltmetre digitale, toate caracterizandu-se prin cateva proprietati comune, si anume: functionarea automata, precizie buna, pana la 0,01%, impedanta de intrare mare, de ordinul a 2000 MOhmi.

5n. Voltmetre electronice cu tranzistoare

Voltmetrele electronice de tip analogic cu tranzistoare se utilizeaza numai la instrumente putin pretentioase. In principiu, acestea sunt voltmetre electronice de curent continuu, la care tranzistorul lucreaza ca amplificator de curent.

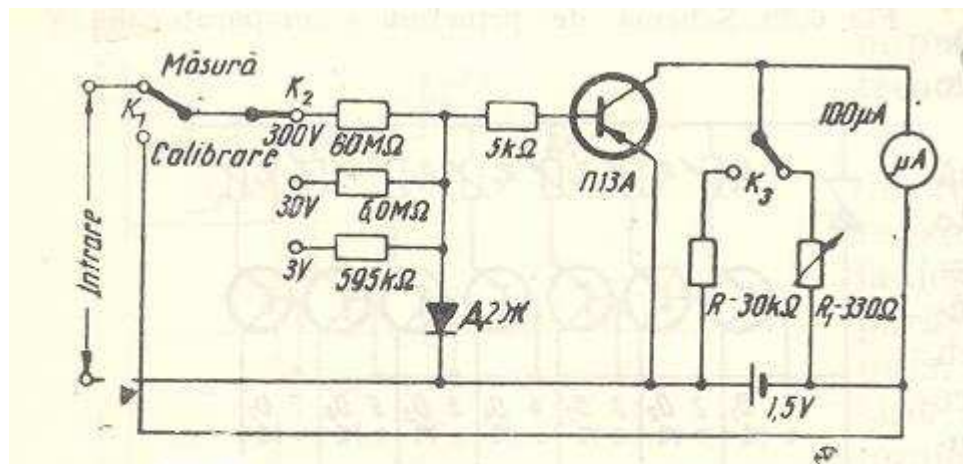


Fig. 19 Schema de principiu a unui voltmetru¹ cu tranzistoare.

Deoarece factorul de amplificare al unui tranzistor nu este prea mare, iar pe de alta parte, amplificatoarele de curent continuu cu tranzistoare cu mai multe etaje se realizeaza dificil, astfel de voltmetre se intrebuinteaza relativ rar si numai in montaje realizate de amatori.

Schema de principiu a unui voltmetru cu tranzistoare se prezinta in figura 19. Deoarece tranzistorul prezinta un efect termic important, etalonarea nu se realizeaza cu precizie.

Bibliografie

- 1. Nicolau, Edmond; Beliș, Mariana – Măsurii electronice generale; Editura Tehnică , Bucuresti, 1964**
- 2. coord. Iliescu, Constantin; - Masurari electrice si electronice; Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1983**