

# MĂSURĂTOAREA INDUSTRIALĂ

A

# REZISTENȚELOR

*cu metoda*

# VOLT-AMPERMETRICA

*Inginer Ion C. Schileru*

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA  
"POLITEHNICA" TIMIȘOARA



00221867

Măsurătorii  
BIBLIOTECA POLITEHNICĂ  
TIMIȘOARA

No. de inv. 5736.  
Secțiunea 16.g.  
No. de intrare  
Data

Măsurătoarea industrială a rezistențelor cu metoda:

## Volt-Ampermetrică.

Introducere. Ca să măsurăm o rezistență în mod expeditiv, însă aproximativ, avem cunoscuta metoda din cursurile de măsurări electrice: „Metoda Volt-Ampermetrică în montajele Aval și Amonte.”

Cum calculul și măsurarea rezistențelor prin metoda volt-ampermetrică e aproximativ, îmi propun de a determina limitele rezistențelor pe care le putem măsura cu un ampermetru și un voltmetru dat, astfel ca măsurarea să fie efectuată cu o eroare admisă de prescripțiuni și ca o generalizare voi determina un grafic al factorului de corecție, cu care trebuie să înmulțim rezistența calculată și măsurată ca să determinăm rezistența adevărată pe care vom să o măsurăm.

Ca să efectuăm măsurătoarea ne trebuie o sursă de curent continuu:  $E$ , un ampermetru:  $A$ , un voltmetru:  $V$ , un reostat variabil:  $R$ , un întrerupător:  $I$ .

Fie  $I$  și  $U$  curentul în amperi citit la ampermetru și tensiunea în volți citită la voltmetru când montajele sunt efectuate ca în fig. I și II. Însemnăm cu  $R_a$ ,  $R_v$  rezistențele interioare în Ohmi ale ampermetrului și voltmetrului,  $I_v$  fiind curentul în amperi care trece prin voltmetru.

Fi:  $X$  rezistența de măsurat.

Pentru efectuarea măsurătorii între - bunități unul din cele două montaje Aval și Amonte, criteriul de ales fiind mărimea rezistenței de măsurat, după cum se vede mai jos.

### Montaj aval

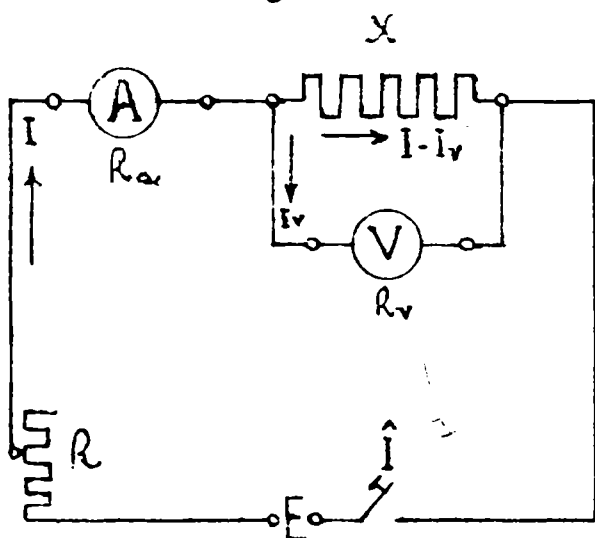


Fig. I

### Montaj amonte

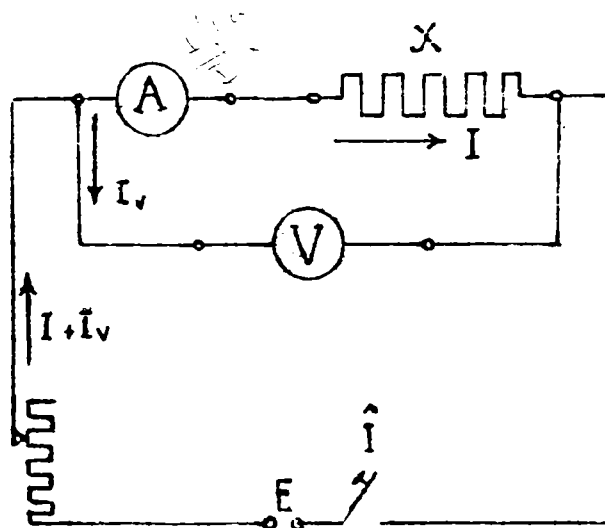


Fig. II.

### Studiul montajului Aval. Fig. I.

Insăm cu  $X_c$  rezistența calculată și măsurată utilizând montajul aval.

Ovenii în conformitate cu legea lui Ohm:

$$X_c = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Oun putut scrie relația (1) neglijind cu- rentul  $i_v$  care trece prin voltmtru.

Șoact putem scrie :

$$X = \frac{U}{I - I_v} \quad (2)$$

Rezultă imediat factorul de corecție:  $K$

$$K = \frac{X}{X_c} = \frac{I}{I - I_v} \quad (3)$$

Se observă ușor din relația (3) că factorul de corecție e mai mare decât unitatea, deci rezistența calculată și măsurată  $X_c$  e mai mică decât rezistența de măsurat.

Din relația (1) deducem:

$$I = \frac{U}{X_c} \text{ iar din fig. 1: } I_v = \frac{U}{R_v}$$

și atunci relația (3) se transformă în:

$$K = \frac{1}{1 - \frac{X_c}{R_v}} \quad (4)$$

Vedem ușor că factorul de corecție  $K$  depinde de  $R_v$  și  $X_c$  (implicit de  $U$  și  $I$ ) și cum  $X_c$  variază cu  $U$  și  $I$  vom trasa graficul  $(K, X_c)$  unde am luat numai porțiunea de rezistențe pozitive.

Prescripțiile în vigoare admit o eroare  $\pm 2\%$  pentru măsurători de precizie de:  $(0,1 \div 0,2)\%$  și pentru măsurători industriale de:  $(0,5 \div 2)\%$ .

Ca să determinăm intervalul unde

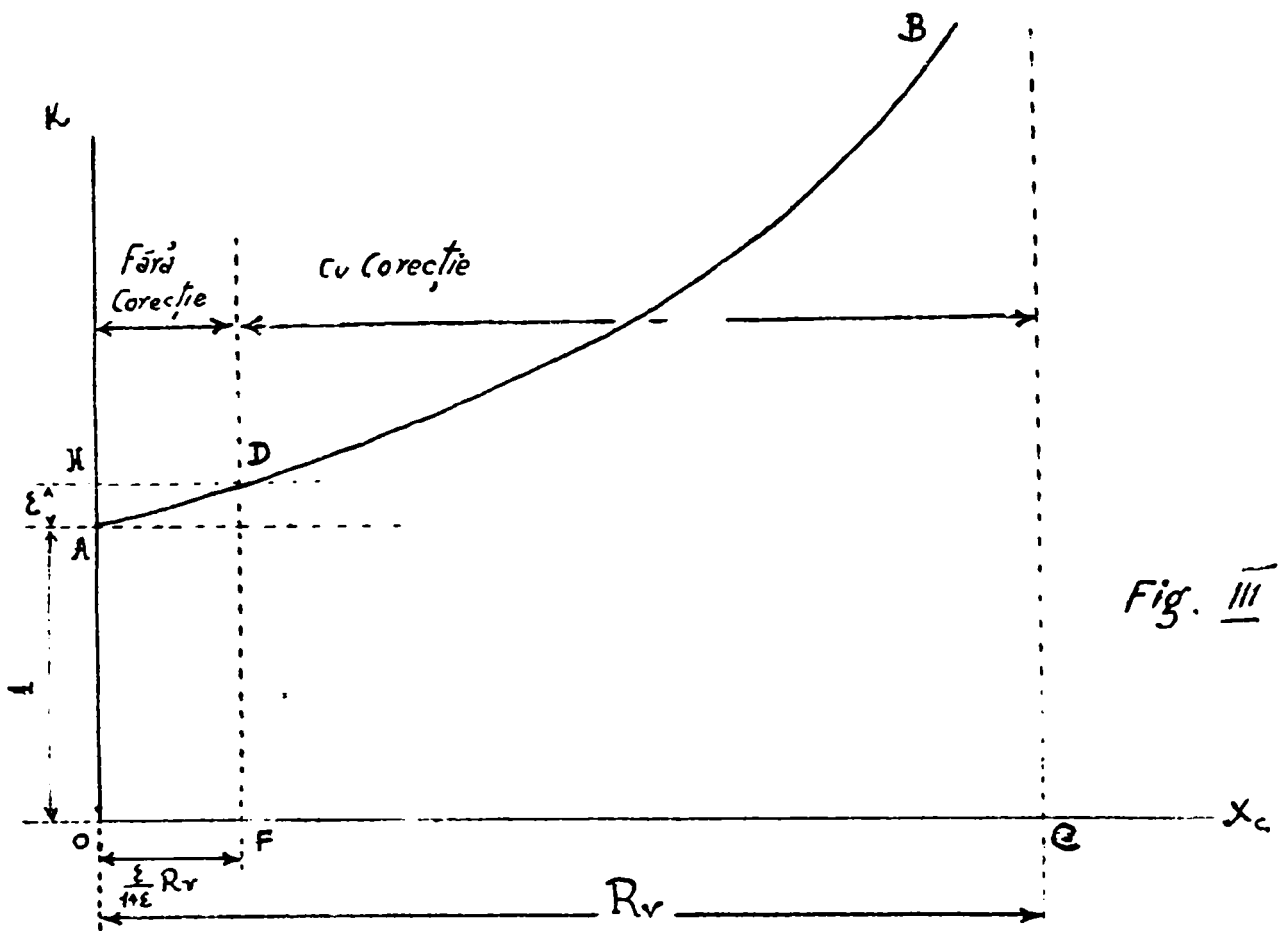


Fig. III

putem măsura rezistențele cu montajul aval comitând eroarea prescrisă  $\varepsilon$ , înm (Fig III)  $OH = 1 + \varepsilon$ ,  $OA$  fiind egal 1 și ducem dreapta  $HD$  paralelă cu  $OX_c$  care taie curba  $(K, X_c)$  în punctul  $D$ , ale cărui ordonate sunt  $OF$  și  $FD$ .

astfel ca:

$$OF = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} R_v \quad FD = 1 + \varepsilon \quad (5)$$

Se observă ușor că intervalul în care putem măsura fără corecție, în montajul aval, înșă comitând eroarea  $\varepsilon$ , este:

$$OF = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} R_v ,$$

aceasta evident conform construcției indicată mai sus.

Intervalul în care putem măsura cu corecție este  $FC$  căci pentru punctul  $C$  avem  $X_c = \infty$  și în acest caz  $R_v = X_c$ .

Se observă ușor deasemenea că OF e o fracțiune  $OC = R_v$ , deducem: Montajul aval e bine să fie întrebuințat pentru rezistențe mici, căci în urma celor de mai sus pentru rezistențe mici putem lucra în intervalul limitat de eroarea admisibilă.

### Aplicație.

Ținem lina cazul unui voltmetru (mili-voltmetru) S. H care poate să măsoare până la  $U_{max}$  Volți și are rezistența  $R_v$  Ohmi

Admit eroarea  $\varepsilon\% = 1\%$

Rezultă din (5)  $FD = 1,01$  ;

$$OF = \frac{0,01}{1,01} R_v \approx \frac{R_v}{100} \text{ Ohmi} \quad (6)$$

$= 2 R_v$

### Tabloul 1

$U_{max}$	$\frac{45}{1000}$	3	15	30	75	150	300
$R_v$	10	1000	5000	10000	25000	50000	100000
$R_v:100$	0,1	10	50	100	250	500	1000

Din (6) putem enunța :

Cu metoda volt-ampometrică în montajul aval putem efectua o măsurătoare industrială, cu eroare de 1%, fără corecții, dacă rezistența de măsurat este cel mult a suta parte din rezistența voltmetrului întrebuințat.

Procedul e simplu : Facem montajul

aval și efectuăm citirile și calculul; dacă găsim ca rezultat o rezistență a sută parte din rezistența voltmetrului întrebuințat, o luăm ca bună, în caz contrar ne folosim de factorul de corectie dat de graficul Fig. III.

Graficul III e trasat odată pentru totdeauna și-l facem adaptabil oricărui voltmetru întrebuințat, calculând scara încât să avem:  $OC = R_v$ .

Cum în general în laboratoare  $E = 30$  Volți, vedem că pentru voltmetrul întrebuințat limita maximă de măsură a rezistențelor este 100. Ohmi (Tabloul I)

Vedem iarăși ușor că montajul aval conviene pentru rezistențe mici.

---

## Studiul montajului Amonte Fig. II

Păstrând aceleași notații ca și la montajul oval avem evident:

$$X_c = \frac{U}{I} \quad (7)$$

Am putut scrie relația (7) neglijând căderea de tensiune în ampermetru A

Exact putem scrie:

$$X = \frac{U - R_a I}{I} \quad (8)$$

Rezultă că factorul de corecție  $K$  este:

$$K = \frac{X}{X_c} = \frac{U - R_a I}{U} = 1 - \frac{R_a}{X_c} \quad (9) \quad \left( \frac{I}{U} = \frac{1}{X_c} \quad (7) \right)$$

Se observă ușor din relația (9) că factorul de corecție e subunitar, deci rezistența calculată și măsurată e mai mare decât rezistența de măsurat.

Vedem că factorul  $K$  depinde de  $R_a$  și  $X_c$  (implicit de  $U$  și  $I$ ) și cum  $X_c$  variază cu  $U$  și  $I$  vom trasa graficul  $(K, X_c)$  unde am luat porțiunea de rezistențe pozitive. Fig. IV.

Admitem și în acest caz aceleași erori ca și în cazul montajului oval adică  $\varepsilon\% = 1\%$  și efectuăm la fel construcția.

Ca să determinăm intervalul unde putem măsura rezistențele cu montajul



Aplicatie.

Vom lua cazul unui ampermetru cu shunt S.H care poate sa masoare pâna la  $I_{max}$  amperi si are rezistenta  $R_a$  shunii. Admit eroarea  $\varepsilon = 1\%$

Rezultă din (10)  $FD = 0,99$   $OF = \frac{R_a}{0,01} = 100 R_a$

$OF = \frac{R_a}{0,01} = 100 R_a$  (shunii) (11)

Tabloul 2

$I_{max}$	$\frac{45}{10^V}$	0,15	0,30	0,75	1,5	3	7,5	15	30	75	150
$R_a$	10	0,3	0,15	0,06	0,03	$\frac{15}{1000}$	$\frac{6}{1000}$	$\frac{3}{1000}$	$\frac{15}{10000}$	$\frac{6}{10000}$	$\frac{3}{10000}$
$100R_a$	1000	30	15	6	3	1,5	0,6	0,3	0,15	0,06	0,03

Din (10) putem enunta:

Cu metoda volt-amperometrica în montajul amonte putem efectua  $\tau$  măsurătoare industriale, cu eroare de 1%, fără corecțiuni, dacă rezistenta de măsurat este mai mare de 5 sute de ori decât rezistenta ampermetrului întrebuințat.

Procedul e simplu: Facem montajul amonte, efectuăm citirile și calculul; dacă găsim ca rezultat o rezistență mai mare decât 5 sute de ori rezistența ampermetrului întrebuințat, 5 luăm ca bună; în caz contrar ne folosim de factorul de corecție dat de graficul Fig. IV.

Graficul IV e trasat odata pentru totdeauna si il facem adaptabil oricarei ampermetru intrebuinat, calculand scara incat sa avem :  $OA = R_x$

Am in general, ca sa evitam incalzirea rezistentei de masurat nu interbuimam curenti mai mari de 1,5 amperi, vedem ca pentru ampermetrul. intrebuinat tot limita minima pana la care putem masura rezistentele fara corectie este : 3. ohmi (Tabloul 2).

Vedem iarasi usor ca montajul amonte convine pentru rezistente mari.

Voi face o aplicatie la masuratoarea unei rezistente si voi folosi tablourile 1 si 2 pentru determinarea montajului.

Am o rezistentă  $X$  de masurat. Fac montajul oval cu  $U_{max} = 30$  volti si cetera  $U = 25$  volti,  $I = 0,2$  amperi.

Am

$$X_c = \frac{25}{0,2} = 125. \text{ ohmi}$$

Din tablou vad ca pot masura fara corectie cu  $U_{max} = 30$  pana la max: 100.ohmi Ori cum rezultatul gasit  $X_c = 125. \text{ ohmi}$  e mai mare, efectuez montajul amonte care pentru un curent max.  $I_{max} = 0,3 \text{ A}$  ermite masuratori exacte de la 3. ohmi in sus.

Se vede deci ca procedul e simplu.

Ca o aplicație a metodei voltampermetrice tratată mai sus, vom studia și măsura puterea electromagnetică în curent continuu. Inseamnă  $P$  puterea căutată, cu  $P_c$  puterea calculată, cu  $P_a$  și  $P_v$  puterile în circuitele ampermetrului și voltmetrului, toate aceste puteri fiind exprimate în watti.

În montajul aval avem:

$$P_c = UI \quad P = U(I - I_v) \quad \therefore K = \frac{P}{P_c} = 1 - \frac{UI_v}{UI} = 1 - \frac{P_v}{P_c}$$

$$\text{Deci} \quad K = 1 - \frac{P_v}{P_c} \quad (12)$$

Graficul  $(K, P_c)$  e cel din fig. IV adaptându-l la scară așa fel încât să avem  $OA = P_v$ .  $P_v$  e constant deoarece tensiunea de alimentare e constantă.

Putem conchizi: Metoda aval pentru măsurarea puterii electromagnetice în curent continuu, se poate întrebuința conștient și eroare de 1% dacă puterea de măsurat este mai mare decât o parte de ori puterea consumată în circuitul voltmetrului întrebuințat.

Tabloul 3

$U_{max}$	$\frac{45}{1000}$	3	15	30	75	150	300
$130 P_v$	$\frac{2,025}{100}$	0,9	4,5	9	22,5	45	90

În montajul amonte avem :

$$P_c = UI \quad P = (U - R_a I) I \quad \therefore K = 1 - \frac{R_a I^2}{UI} = 1 - \frac{P_a}{P_c}$$

$$\text{Deci: } K = 1 - \frac{P_a}{P_c} \quad (13)$$

Graficul  $(K, P_c)$  e cel din fig. IV adaptându-l la scară astfel încât să avem  $OA = P_a$ .

Putem enunța la fel: Metoda amonte pentru măsurarea puterii electromagnetice în curent continuu se poate întrebuința comitând o eroare de 1% dacă puterea de măsurat e mai mare decât o sută de ori puterea consumată de ampermetrul întrebuințat.

Tabloul 4

$I_{max}$	$\frac{45}{10^4}$	0,15	0,30	0,75	1,5	3	7,5	15	30	75	150
$100P_a$	$\frac{2,025}{100}$	0,675	1,35	3,375	6,75	13,5	33,75	67,5	135	337,5	675

Comparând tablourile 3 și 4 deducem:  
Metoda volt-amperometrică pentru a măsura puterea electromagnetă în curent continuu e bună să o întrebuințăm după cum urmează:  
Metoda oval: pentru intensități mari și

tensiuni mici.

Metoda amonte : pentru intensități de curent mici și tensiuni mari.

Exemplu. Voiu să măsurăm o putere electromagnetică și facem un montaj amonte : ceticu  $U = 110$  volți  $i = 5$  amperi  $P_c = 550$  watti. Cercetând tabloul 3 și 4 vedem că trebuie să întrebuițăm metoda aval.

Am scotit să dau aceste metode simple de altfel cari în laboratoarele de măsuri și încercări electrotehnice, pot fi de real folos. - Și

