

# MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE

**Manual pentru clasa a IX-a**

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Învățământ liceal și profesional

Conform OMENCS 4457/05.07.2016



EDITURA CD PRESS  
www.cdpress.ro

## CUPRINS

Cuvânt-înainte .....	5
<b>Capitolul 1. Măsurări neelectrice .....</b>	<b>7</b>
1.1. Mărimi fizice, definierea lor, unități de măsură .....	7
1.2. Elemente componente ale unui proces de măsurare .....	8
1.2.1. Mijloacele de măsurare .....	8
1.2.2. Etaloane .....	9
1.2.3. Metode de măsurare .....	11
1.3. Erori de măsurare .....	13
1.4. Noțiuni generale de legislație metrologică și caracteristici metrologice .....	14
<b>Capitolul 2. Mijloace pentru măsurarea mărimilor neelectrice .....</b>	<b>19</b>
2.1. Mijloace pentru măsurarea mărimilor geometrice .....	19
2.1.1. Rigle. Șublere. Micrometre .....	21
2.1.2. Raportoare .....	33
2.1.3. Verificarea suprafețelor .....	36
2.1.4. Mijloace pentru măsurarea volumelor – dozatoare volumetrice .....	42
2.2. Mijloace pentru măsurarea mărimilor mecanice .....	47
2.2.1. Măsurarea forței – Dinamometre .....	47
2.2.2. Măsurarea masei – Balanțe, cântare .....	51
2.2.3. Măsurarea presiunii – Manometre, barometre, vacuummetre .....	58
2.2.4. Mijloace de măsurare pentru viteză și turație .....	66
2.2.6. Accelerometre – măsurarea accelerației .....	71
2.2.7. Măsurarea timpului. Ceasuri și cronometre .....	72
2.2.8. Debitmetre – măsurarea debitului .....	76
2.3. Mijloace pentru măsurarea mărimilor termice .....	82
2.3.1. Termometrie .....	82
2.3.2. Măsurarea energiei termice – contoare termice .....	89
2.4. Mijloace pentru măsurarea mărimilor fizico-chimice .....	91
2.4.1. Măsurarea densității, densimetre .....	91
2.4.2. Măsurarea umidității, umidometre .....	93
2.4.3. Măsurarea vâscozității, vâscozimetre .....	97
2.4.4. Măsurarea acidității – ph-metre .....	100
<b>Capitolul 3. APARATE ELECTRICE PENTRU MĂSURAREA MĂRIMILOR ELECTRICE .....</b>	<b>103</b>
3.1. Clasificarea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice .....	103
3.2. Aparat pentru măsurarea intensității curentului electric .....	110
3.3. Aparat pentru măsurarea tensiunii electrice .....	113
3.4. Aparat pentru măsurarea rezistenței electrice .....	116
3.5. Multimetre analogice și numerice .....	119
3.6. Aparat pentru măsurarea puterii electrice .....	122
3.7. Aparat pentru măsurarea energiei electrice active .....	124

Respectiv 3.8. Norme de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specific .....	126
<b>Capitolul 4. ANALIZA METODELOR DE MĂSURARE A MĂRIMILOR ELECTRICE ÎN INSTALAȚIILE ELECTROMECHANICE .....</b>	<b>131</b>
4.1. Măsurarea intensității curentului electric.....	131
4.2. Măsurarea tensiunilor electrice.....	133
4.3. Măsurarea rezistențelor electrice .....	136
4.3.1. Măsurarea indirectă a rezistenței electrice .....	136
4.3.2. Utilizarea multimetrelor în măsurarea rezistenței electrice.....	138
4.3.3. Măsurarea rezistențelor electrice cu ajutorul punții Wheatstone .....	141
4.4. Măsurarea puterii electrice în curent continuu .....	143
4.4.1. Măsurarea puterii electrice în curent continuu cu ajutorul wattmetrului electrodinamic.....	143
4.5. Măsurarea energiei electrice în circuite de curent continuu.....	145
4.6. Utilizarea laboratoarelor virtuale în analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice.....	146
4.6.1. Aparate virtuale în Electronics Workbench .....	146
4.6.2. Simularea virtuală a măsurărilor electrice.....	146
<b>ANEXE .....</b>	<b>154</b>
ANEXA 1.....	154
ANEXA 2.....	156
ANEXA 3.....	157
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>162</b>

**Motto:**

„Educația este arta de a forma bunele deprinderi sau de a dezvolta aptitudinile native pentru virtute ale acelor care dispun de ele.”  
*Platon*

Manualul **Măsurări neelectrice și electrice** se adresează elevilor și profesorilor de licee, filieră tehnologică și de învățământ profesional cu specializări din domeniul de pregătire profesională electromecanică, aferent clasei a IX-a, dar și celor care doresc să se instruiască.

Modulul **Măsurări neelectrice și electrice**, aprobat prin OMNCS 4457/ 05. 07. 2016, este o componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificările profesionale din domeniul de pregătire profesională Electromecanică, ce face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a IX-a, învățământ profesional și tehnic liceal.

Manualul **Măsurări neelectrice și electrice** este concentrat pe rezultatele învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una dintre ocupațiile specifice în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale.

Acest manual este utilizat pentru calificările corespunzătoare domeniului de pregătire profesională din domeniul *Electromecanică – învățământ tehnic liceal*:

Tehnician în instalații electrice; Tehnician electromecanic; Tehnician electrotehnist; Tehnician aviație; Tehnician instalații de bord (avion).

**Nivelul de calificare conform cadrului național al calificărilor nivel este 4.**

În același mod, manualul este utilizat pentru calificările corespunzătoare domeniului de pregătire profesională din domeniul *Electric – învățământ profesional*:

Operator cazane, turbine cu abur, instalații auxiliare și de termoficare; Operator în centrale hidroelectrice; Electromecanic instalații și aparatură de bord aeronave; Electromecanic utilaje și instalații industriale; Electromecanic nave; Electromecanic material rulant; Electromecanic centrale electrice; Electromecanic utilaje și instalații comerciale, electrocasnice și din industria alimentară; Frigotehnist; Lucrător trafic feroviar; Agent comercial feroviar.

**Nivelul de calificare conform cadrului național al calificărilor nivel este 3.**

Manualul a fost structurat în 4 capitole, după cum urmează:

**Cap. 1 – Măsurări neelectrice**

**Cap. 2 – Mijloace pentru măsurarea mărimilor neelectrice**

**Cap. 3 – Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice**

**Cap. 4 – Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice**

Manualul tratează unitar, într-o prezentare modernă, problemele fundamentale ale științei măsurării mărimilor neelectrice și electrice, accentuând necesitatea realizării judicioase a sintezei și analizei procesului de măsurare, deci proiectarea optimă a măsurării prin elaborarea metodei și alegerea aparatelor în funcție de cerințele metrologiei impuse, și evaluarea măsurării, prin aprecierea surselor de erori și prelucrarea rezultatelor.

Lucrarea a fost concepută, în primul rând, pe experiment, pe baza unui studiu îndelungat al literaturii de specialitate, al rezultatelor obținute din experiența cercetărilor proprii ale autorilor și se adresează elevilor și profesorilor din licee, filiera tehnologică, dar și celor care doresc să se autoinstruiască în acest domeniu.

Prin modul de tratare al noțiunilor, clar explicate, cu multe exemple concrete și exerciții, fișe de lucru, lucrări practice aplicative, manualul a fost conceput ca o carte prietenoasă pentru orice elev care vrea să știe și să fie bine informat.

După parcurgerea acestui manual, viitorul specialist va putea efectua orice activitate practică prin spectrul gândirii electromecanice.

Autorii își exprimă gratitudinea față de toți cei care de-a lungul timpului au venit cu recomandări și sugestii pentru îmbunătățirea manualului. De asemenea, adresăm mulțumiri Editurii CD PRESS pentru realizarea acestuia.

*Autorii*

# MĂSURĂRI NEELECTRICE

## 1.1. Mărimi fizice, definirea lor, unități de măsură

*Lectură suplimentară* Prin mărime se înțelege proprietatea comună a corpurilor sau a fenomenelor, pe baza căreia se stabilesc o unitate și un procedeu de măsură sau pe baza căreia acestea pot fi ordonate într-un șir. (Dexi, Dicționar explicativ ilustrat al limbii române).



Cu alte cuvinte: fenomenele, obiectele, corpurile, ce fac parte dintr-o anumită categorie, pot fi caracterizate de o multitudine de proprietăți comune, care sunt numite mărimi.

O mărime fizică este o mărime care caracterizează starea unui sistem fizic. Mărimea fizică are o determinare cantitativă (valoarea numerică) și una calitativă (unitate de măsură). Ea este exprimată ca produs între valoarea numerică și o unitate de măsură (descrierea lui Maxwell).

O mărime fizică poate fi măsurată folosind unități de măsură. Mărimile fizice reprezintă proprietăți fizice măsurabile ale materiei (substanță și câmp) care pot fi determinate calitativ și cantitativ. Identificarea calitativă se face prin senzații vizuale, auditive, tactile, termice, kinestezice etc.

Măsurarea este cea care ne va putea da informații cantitative despre acea mărime.

### DE REȚINUT!

Măsurarea unei mărimi reprezintă procesul experimental prin care se realizează evaluarea cantitativă a mărimii respective, evaluare descrisă printr-o anumită **valoare numerică**.

Din definiția mărimii constatăm că cele două aspecte – cel calitativ și cel cantitativ – sunt fundamentale pentru caracterizarea conceptului de mărime.

**Calitativ** deosebim mărimi care descriu proprietăți diferite și care se definesc în moduri diferite.

Exemple de mărimi, în sensul general, calitativ: lungime, masă, energie, rezistență electrică, temperatură.

Unele categorii de mărimi sunt compatibile între ele, deși poartă denumiri diferite. De exemplu: mărimi de distanță – deplasare, grosime, înălțime, adâncime, altitudine, nivel, diametru, circumferință, lungime de undă. Acestea pot fi catalogate ca o singură mărime – lungime.

Un alt exemplu: lucrul mecanic, energia potențială, energia cinetică, căldura, energia internă, energia radiantă, căldura latentă etc. sunt forme ale aceleiași mărimi – energia.

**Cantitativ**, se poate vorbi despre mărimi concrete, determinate, mărimi care caracterizează individual un anumit obiect, fenomen sau sistem.

Exemple de mărimi în sens concret, determinat: lungimea unui produs, masa unui corp, masa etalonului – prototip internațional, energia degajată prin arderea unei cantități date de combustibil, rezistența unui conductor din cupru, temperatura de solidificare a aurului etc.

O mărime care urmează să fie măsurată, care este în curs de măsurare sau care a fost măsurată se numește **măsurand**.

În România se aplică Sistemul Internațional (SI) de unități de măsură pentru măsurarea mărimilor fizice. Acesta conține șapte unități fundamentale: metrul, kilogramul, secunda, amperul, kelvinul, candela și molul (vezi anexa 1).

## 1.2. Elemente componente ale unui proces de măsurare

Omul a măsurat din cele mai vechi timpuri. Apariția schimburilor și a tranzacțiilor a impus amplificarea și diversificarea măsurărilor și a adus un element nou: *necesitatea uniformității măsurărilor*. În timp s-a rezolvat și problema măsurării cu aceeași unitate de măsură oricare ar fi timpul, locul și mijlocul de măsurare. Au fost perfecționate mijloacele de măsurare, care au cuprins tot mai multe mărimi, în intervale mai largi de valori și cu erori de măsurare din ce în ce mai mici.

### DE REȚINUT!

**Măsurarea** se efectuează cu ajutorul unui mijloc tehnic, destinat special acestui scop, denumit, în general, **aparat de măsurat** sau simplu **aparat**.

Pentru măsurare aparatul trebuie pus în legătură cu obiectul (ce trebuie măsurat), care influențat de acea mărime va determina valoarea măsurată.

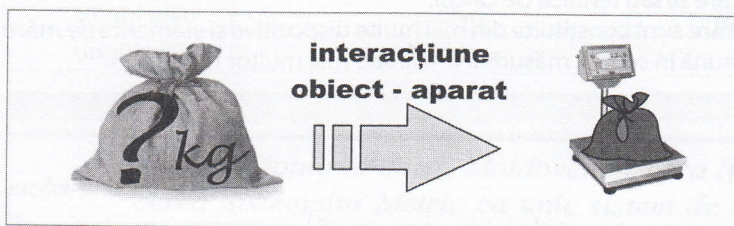


Fig. 1.1. Elementele de bază ale procesului de măsurare

În orice măsurare, aparatul este pus în legătură cu obiectul, pentru a fi influențat de acea mărime caracteristică obiectului care urmează să fie măsurată (fig.1.1).

Obiectul are în general mai multe proprietăți, deci este caracterizat de mai multe mărimi.

Aparatul este astfel realizat ca să măsoare numai una din aceste mărimi (măsurandul).

Având în vedere cele de mai sus, putem spune că în procesul de măsurare intervin următoarele elemente:

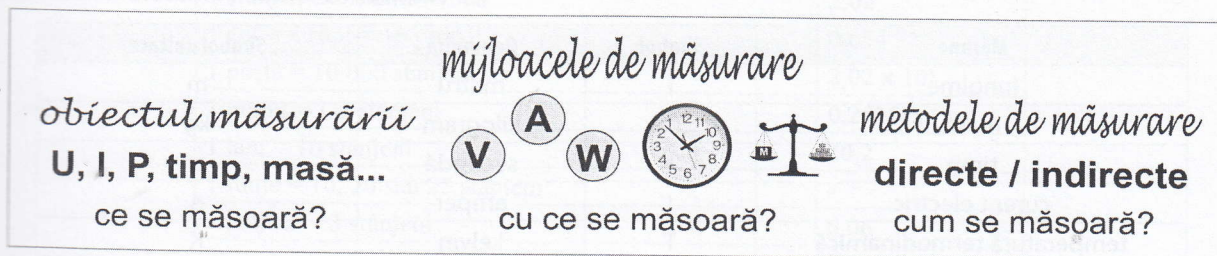


Fig. 1.2. Elementele procesului de măsurare

### 1.2.1. Mijloacele de măsurare

Prin **mijloc de măsurare** se înțelege mijlocul tehnic care servește la obținerea informației de măsurare. El este un dispozitiv compus din diferite subansambluri mecanice, electrice, optice, electronice etc. destinat captării, transformării și emiterii de semnale necesare măsurării diferitelor mărimi.

Respectiv **Mijlocul de măsurare** prezintă un dispozitiv tehnic pentru obținerea, prelucrarea, transmiterea și/sau stocarea unor informații de măsurare.

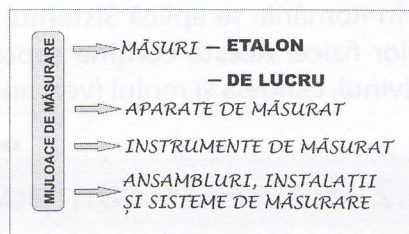


Fig. 1.3.

## DE REȚINUT!

**Măsura** reprezintă un mijloc de măsurare ce materializează pe toată durata utilizării sale una sau mai multe valori ale unei mărimi fizice.

Rolul măsurilor este de a conserva unitatea de măsură.

**Exemple de măsuri:** cală plan-paralelă, riglă gradată, greutate, vas rezervor cu reper, element normal (Weston), rezistor, condensatorul etalon, ruleta etc.

**Instrumentul de măsurat** constituie cea mai simplă asociere de dispozitive și elemente care poate furniza în mod independent informații de măsurare (șubler, balanță, ampermetru etc.).

**Aparatul de măsurat** este un mijloc de măsurare realizat, în general, dintr-un traductor primar, dispozitive intermediare și un instrument de măsurat (aparat electric pentru măsurat temperatura, voltmetru cu diode în clasa B etc.) care servește la efectuarea măsurărilor.

**Sistemul de măsurare** reprezintă un ansamblu complet de mijloace de măsurare și dispozitive anexe, reunite prin scheme și metode comune, în scopul obținerii unor informații de măsurare. Ele pot fi asociate cu dispozitive de automatizare și/sau tehnica de calcul.

**Instalațiile de măsurare** sunt constituite din mai multe dispozitive și elemente de măsurare reunite printr-o schemă sau metodă comună în scopul măsurării uneia sau mai multor mărimi.

## 1.2.2. Etaloane

Măsurile etalon servesc pentru etalonarea sau verificarea metrologică a aparatelor de măsurat, pe când măsurile de lucru se folosesc în măsurările curente.

Transmiterea unității de măsură la **etalioanele secundare** – prin intermediul unor instalații și metode corespunzătoare – pentru etaloane de ordinul doi se face de către **etalonul național**, denumit și **etalon primar**.

În conformitate cu Sistemul Internațional de unități de măsură, sunt șapte unități fundamentale, fiecare având etalonul corespunzător. Același sistem dispune de unități de măsură derivate și suplimentare (tabel 1.1, tabel 1.2, tabel 1.3).

Tabelul 1.1. Unități de măsură fundamentale

Mărimă	Simbol	Denumire	Simbol unitate
lungime	l	metru	m
masă	m	kilogram	kg
timp	t	secundă	s
curent electric	I	amper	A
temperatură termodinamică	T	kelvin	K
cantitate de substanță	n	mol	mol
intensitate luminoasă	I <sub>v</sub>	candelă	cd

**Tabelul 1.2.** Exemple de unități ale SI derivate, exprimate prin unități fundamentale

Nr.	Denumirea mărimii	Denumirea unității	Simbol
1.	Suprafață	metru pătrat	m <sup>2</sup>
2.	Volum	metru cub	m <sup>3</sup>
3.	Viteză	metru pe secundă	m / s
4.	Accelerație	metru pe secundă la pătrat	m / s <sup>2</sup>
5.	Densitate	kilogram pe metru cub	kg / m <sup>3</sup>
6.	Viteză unghiulară	unu pe secundă	s <sup>-1</sup>
7.	Debit de volum	metru cub pe secundă	m <sup>3</sup> / s
8.	Debit de masă	kilogram pe secundă	kg / s
9.	Volum specific	metru cub pe kilogram	m <sup>3</sup> / kg
10.	Concentrație de substanță	mol pe metru cub	mol / m <sup>3</sup>
11.	Intensitatea câmpului magnetic	amper pe metru	A / m
12.	Viscozitate cinematică	metru pătrat pe secundă	m <sup>2</sup> / s

**Tabelul 1.3.** Unități de măsură suplimentare

Mărime	Unitatea de măsură	Simbol
unghi plan	radian	rad
unghi solid	steradian	sr

### Lectură suplimentară



După înfăptuirea unirii Moldovei cu Țara Românească, introducerea Sistemului Metric ca unic sistem de măsuri s-a înscris în rândul acțiunilor menite să desăvârșească, pe plan economic, Unirea Principatelor. Ca urmare, în data de 15 septembrie 1864, a fost adoptată Legea pentru Adoptarea Sistemului Metric de măsuri și greutate în România, care a fost prezentată și susținută în parlament de Mihail Kogălniceanu și semnată de domnitorul Alexandru Ioan Cuza. Unități de măsură arhaice de lungime din anul 1700 folosite în Muntenia și echivalentul lor în unitatea metru (m):

Unitate arhaică	m
1 stânjen Constantin Vodă	2,02
1 cot = 8 rupi = 16 grefi	0,654
1 poștă = 10 000 stânjani	2,02 x 10 <sup>4</sup>
1 pumn = 1/8 stânjani	0,2525
1 lanț = 10 stânjani	20,2
1 funie = 10, 20 sau 25 stânjani	-
1 prăjină = 3 stânjani	6,06

### Clasificarea etaloanelor:

#### ► După destinație:

- **etalioane de definiție**, care servesc la definirea unităților de măsură fundamentale: metrul, kilogramul, secunda, amperul, kelvinul, molul, candela.
- **etalioane de conservare**, dispozitive precise și stabile în timp, care furnizează unitatea de măsură corespunzătoare și necesită calibrare în raport cu etaloanele absolute;



Respect pentru oameni și cărți

• **etaloane de transfer**, dispozitive care permit transferul unităților de măsură între domenii sau regimuri de funcționare.

► **După precizie:**

- **etaloane internaționale**, care sunt păstrate la Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, BIMG, de la Sèvres, Franța;
- **etaloane naționale (primare)**, care sunt păstrate la Biroul Național de Metrologie Legală BNML, al țării și servesc la verificarea etaloanelor secundare.
- **etaloane secundare**, care servesc la verificarea etaloanelor de lucru și sunt păstrate la filialele regionale ale BNML;
- **etaloane terțiare (de lucru)**, păstrate în laboratoarele metrologice uzinale și sunt utilizate la verificarea aparatelor de măsură de precizie.

► **După modul de folosință:**

- **etalon de bază**, care formează baza legală și științifică în tehnica măsurării într-o anumită țară, independent de unitățile stabilite;
- **etalon derivat**, utilizat la reproducerea concretă a unităților derivate;
- **etalon de lucru**, folosit la lucrări curente de metrologie.



### 1.2.3. Metode de măsurare

Ca metode de măsurare sunt cunoscute: metodele directe și metodele indirecte de măsurare.

**Metoda de măsurare directă** este metoda prin care valoarea măsurandului este obținută nemijlocit cu ajutorul unui aparat de măsură (fig. 1.4), și nu prin măsurarea altor mărimi legate funcțional cu măsurandul.

Exemple de măsurări, în domeniul electric, care folosesc metoda de măsurare directă: măsurarea unei tensiuni electrice cu ajutorul voltmetrului, măsurarea intensității curentului electric cu ajutorul ampermetrului, măsurarea rezistenței electrice cu ajutorul ohmmetrului, măsurarea puterii cu ajutorul wattmetrului, măsurarea frecvenței cu ajutorul frecvențmetrului etc.

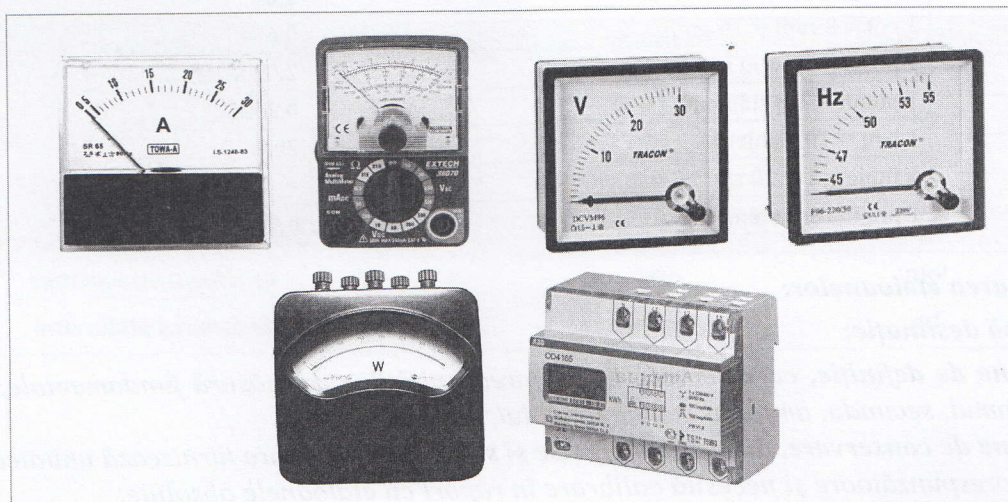


Fig. 1.4. Aparate utilizate la măsurarea directă

Respect pentru oameni și cărți

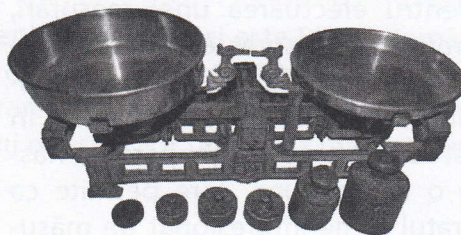
Din categoria **metodelor de măsurare directă** fac parte și metodele de comparație.

Ca metode de comparație sunt utilizate:

**Metoda de substituție**

Se utilizează atunci când nu putem folosi metode cu citire directă sau metode indirecte. Principiul metodei se bazează pe faptul că, dacă două mărimi produc același efect, atunci ele sunt egale.

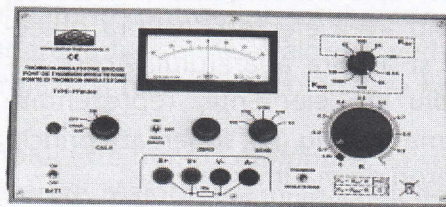
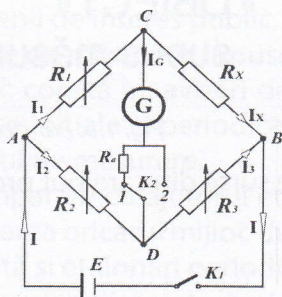
Ex.: *Determinarea masei cu ajutorul balanței.*  
sau *Măsurarea rezistenței electrice cu un ampermetru sau cu un termometru.*



**Metoda de zero**

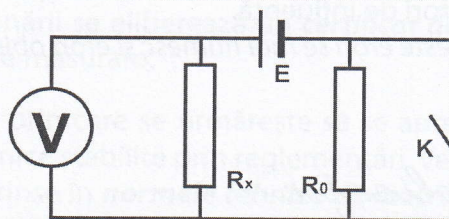
Constă în acțiunea simultană, dar de sens contrar, a mărimii de comparație și a mărimii de măsurat asupra sistemului mobil al aparatului detector de nul.

Ex.: *Puntea Wheatstone* ⇒



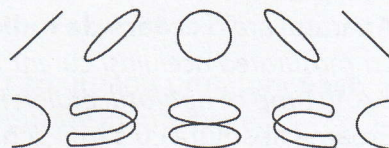
**Metoda reducerii**

Constă în măsurarea valorii în situație prescrisă (în cazul nostru  $k$  – închis) și apoi reducerea valorii măsurate inițial până la îndeplinirea condiției de echilibru. În cazul nostru, la  $U_2 = U_1/2$  vom avea valoarea indicată de etalon  $R_0 = R_x$ .



**Metoda de coincidență**

Constă în a suprapune peste mărimea de măsurat o mărime de comparație până la apariția coincidenței (ex.: figurile Lissajous).



Observație

Pentru măsurarea elementelor pasive de circuit ( $R, L, C$ ) prin metoda de măsurare directă, este necesară utilizarea unei energii active externe, asigurată de o sursă de curent continuu (în cazul măsurării rezistenței electrice), sau de curent alternativ (pentru măsurarea impedanței). Lanțul de măsurare specific aparatului respectiv convertește această mărime pasivă ( $R, X$  sau  $Z$ ) într-un curent sau o tensiune electrică. Un instrument analogic indică direct mărimea măsurată, pe o scară gradată, în funcție de legea de dependență obținută.

**Metoda indirectă de măsurare** a unor mărimi electrice este metoda prin care valoarea măsurandului este obținută din valoarea (sau valorile) măsurate ale altor mărimi și determinarea, prin calcul, a valorii mărimii măsurate, utilizând diferite legi și teoreme (legea lui Ohm, legea Joule – Lenz, legea inducției electromagnetice, teoremele lui Kirchhoff etc.). Aceste metode de măsurare sunt laborioase, necesitând calcule, uneori complicate, dar sunt de neînlocuit la măsurarea unor mărimi specifice elementelor neliniare de circuit, caz în care trebuie asigurate condițiile nominale de funcționare. De exemplu: măsurarea rezistenței unei lămpi cu incandescență, a inductivității unei bobine cu miez feromagnetic etc.

Respect pentru conținut și cărți

## 1.3. Erori de măsurare

Pentru efectuarea unei măsurări, aparatul de măsurat este pus în legătură cu obiectul cărui se măsoară una din mărimile caracteristice. În acest fel, între obiect și aparat ia naștere o interacțiune, care permite ca aparatul să fie impresionat de măsurand. Pe lângă acestea, mai există alți factori care influențează măsurarea, putând avea efecte și asupra obiectului și asupra aparatului. Acest ansamblu de elemente, reprezentate schematic în fig. 1.5, sugerează principalele surse din care pot proveni erorile de măsurare:

- erori de mărime;
- erori de aparat;
- erori de interacțiune;
- erori de influență.

Aceste erori se mai numesc și erori obiective deoarece ele nu depind de operatorul uman.

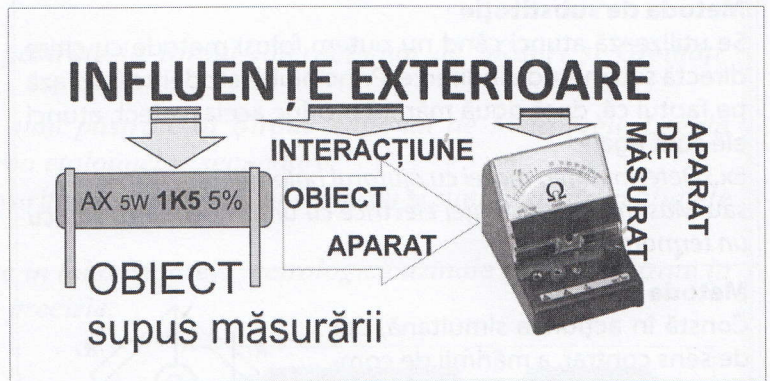


Fig. 1.5. Principalele surse de erori la o măsurare

### Aplicație

În general indicația  $A_i$  a unui aparat diferă de valoarea reală  $A$  a mărimii măsurate.

Aparatul are o **eroare de indicație**:  $\varepsilon_i = A_i - A$

La măsurarea aceluiași curent cu aparatul pe care dorim să-l etalonăm s-a obținut valoarea 0,53 A, în timp ce aparatul etalon indică 0,528 A.

Eroarea absolută cu semn schimbat poartă denumirea de **corecție**.

Raportul dintre eroarea de indicație într-un punct oarecare al scării și valoarea maximă ( $A_{max}$ ) pe care o poate măsura aparatul (limita superioară de măsurare) se numește **eroare raportată a aparatului**:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta A}{A_{max}}$$

În cazul exemplului nostru  $\varepsilon_r = \frac{0,002}{0,530} = 0,00377$

Din acest punct de vedere, aparatele electrice de măsurat se construiesc în următoarele clase de exactitate: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5, la care erorile raportate sunt de maximum:  $\pm 0,05$ ;  $\pm 0,1$ ;  $\pm 0,2$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1$ ;  $\pm 1,5$ ;  $\pm 2,5$ ;  $\pm 5$ .

**Aparatele de clasă 0,05...0,5 se folosesc ca aparate de laborator, cele de clasă 0,5...5 se folosesc ca aparate de tablou, iar cele de clasă 1...5, ca aparate tehnice.**

## 1.4. Noțiuni generale de legislație metrologică și caracteristici metrologice

**Autoritatea** care aplică politica statului român în domeniul metrologiei este Biroul Român de Metrologie Legală (BRML). Laboratorul de Metrologie are ca obiect de activitate verificarea, calibrarea și repararea mijloacelor de măsurare. Pentru asigurarea exactității și a uniformității măsurărilor, toate mijloacele de măsurare aflate pe teritoriul țării noastre vor utiliza, ca referință unică, sistemul național de etaloane al României.



*Observație*

Se supun **obligatoriu** controlului statului mijloacele de măsurare care sunt utilizate în domenii de interes public.

Pentru mijloacele de măsurare supuse obligatoriu controlului statului, controlul metrologic constă în: avizări de punere în funcțiune, etalonări, verificări metrologice inițiale și periodice, verificări și testări în locul în care se utilizează mijlocul de măsurare.

Operația de comparare cu ajutorul etalonului este numită **etalonare**, ea se execută la fabricarea oricărui mijloc de măsurare. Majoritatea mijloacelor de măsurare necesită și etalonări periodice ulterioare, fie pentru consemnarea în scris a unor caracteristici metrologice, fie pentru stabilirea încadrării acestora între limite prescrise. În urma etalonării se eliberează un **certificat de etalonare** care conține valorile erorilor de măsurare.

**Verificarea metrologică** este ansamblul operațiilor prin care se urmărește să se aprecieze dacă un mijloc de măsurare satisface sau nu condițiile tehnice stabilite prin reglementări. Verificarea, ca și etalonarea, se efectuează după prescripțiile cuprinse în **normele tehnice de metrologie (NTM)**, elaborate de Institutul Național de Metrologie. În urma verificării, se eliberează un **Buletin de verificare metrologică**, ce atestă efectuarea lucrării și rezultatul ei final – respectiv, „admis” sau „respins”.

Verificarea stării de funcționare a aparatelor se realizează parcurgând următorii **pași**:

1. Verificarea integrității aparatelor de măsură și control utilizate în măsurare.
2. Verificarea accesoriilor necesare măsurării.
3. Alegerea domeniului de măsurare.
4. Realizarea reglajelor pregătitoare pentru efectuarea măsurărilor.
5. Precizarea unităților de măsură pentru mărimile măsurate.
6. Utilizarea limbajului de specialitate.
7. Respectarea normelor de protecția muncii.

Verificarea metrologică a aparatelor electrice constă în:

- verificarea condițiilor tehnice de construcție;
- verificarea condițiilor tehnice de funcționare.

*Lectură suplimentară*



Spre exemplificare, prezentăm în continuare modul de **verificare metrologică a unui multimetru digital**.

Conform legii metrologiei, un mijloc de măsurare este atestat legal și se poate utiliza numai dacă îndeplinește toate condițiile prevăzute în norma tehnică de verificare metrologică.

**Verificarea metrologică se execută inițial, periodic și ori de câte ori este nevoie și cuprinde verificarea condițiilor tehnice de construcție și de funcționare.**