

## I. STUDIUL COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE, PROGRAMELOR ȘCOLARE

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a X analizat) RI doar din perioada COVID	Conținuturi ale modului analizat Conținuturi corespunzătoare RI doar din perioada COVID	Module și conținuturi ale modulelor din clasa a XI-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1	2	3	4
<b>Modulul analizat: M1 - Măsurări tehnice, clasa a X-a, Domeniul: Mecanică</b>			
4.1.2.- Aparate analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a. (tipuri constructive, simbolurifolosite pentru marcare, caracteristici tehnice metrologice, domenii de măsurare, scheme de montaj)	<p>3.8. Mijloace de măsurat și verificat mărimi electrice</p> <p>3.8.1. Aparate analogice</p> <p>3.8.2. Aparate digitale</p> <p>3.8.3. Multimetre analogice și numerice</p> <p>3.8.4. Măsurarea intensității curentului electric</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unități de măsură, metode de măsurare</li> <li>• aparate pentru măsurarea intensității curentului electric</li> <li>• montarea ampermetrelor în circuit</li> <li>• extinderea domeniului de măsurare la ampermetre</li> </ul> <p>3.8.5. Măsurarea tensiunii electrice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unități de măsură, metode de măsurare</li> <li>• aparate pentru măsurarea tensiunii electrice</li> <li>• montarea voltmetrelor în circuit</li> <li>• extinderea domeniului de măsurare la voltmetre</li> </ul> <p>3.8.6. Măsurarea rezistenței electrice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unități de măsură, metode de măsurare</li> <li>• aparate pentru măsurarea rezistenței electrice</li> </ul> <p>3.8.7. Măsurarea puterii electrice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unități de măsură, metode de măsurare</li> <li>• aparate pentru măsurarea puterii electrice</li> </ul>	<p><b>M1.....din clasa X</b></p> <p>Nu pot fi preluate/integrate în cadrul unui modul din clasa a XI-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021, deoarece nici un modul nu are cuprinse în conținuturile învățării, cunoștințe din domeniul măsurării mărimilor electrice.</p> <p>Modulele studiate în clasa a XI sunt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M1 - Desen de ansamblu</li> <li>- M2 - Aplicații CAD</li> <li>- M3 - Asamblarea subansamblurilor și ansamblurilor mecatronice</li> <li>- M5 - Transmisii mecanice și mecanisme</li> </ul>	Elaborarea unui plan remedial suplimentar la nivel de clasă

	<p>3.8.8. Măsurarea energiei active</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• unități de măsură, metode de măsurare</li><li>• aparate pentru măsurarea energiei electrice</li></ul>		
--	---	--	--

## PLAN DE ACTIVITATE REMEDIAL

### ANALIZA REZULTATELOR

Evaluarea constituie principalul reper al nivelului de pregătire al elevilor și sursa de informații pentru o analiză obiectivă a rezultatelor învățării dobândite de elevi într-o anumită perioadă de formare. Sunt de asemenea surse de informare a părinților cu privire la activitatea școlară a elevilor.

Evaluarea este un proces complex de comparare a rezultatelor activității instructiv educative cu:

- *obiective planificate* ceea ce determină evaluarea calității
- *rezultate anterioare* ceea ce determină evaluarea progresului
- *resurse utilizate* ceea ce determină evaluarea eficienței.

Scopul evaluării este de orienta și optimiza procesul educativ, și, ca urmare, realizarea unor evaluări periodice este absolut necesară. Evaluările periodice permit depistarea disfuncționalităților în procesul de învățare și informații privind un plan de remediere a acestora.

Planul remedial se elaborează în urma aplicării unui test de evaluare sumativă. În realizarea lui se parcurg mai multe etape:

- ✓ Identificarea aspectelor care trebuie remediate
- ✓ Diagnoza
- ✓ Stabilirea cauzelor
- ✓ Stabilirea posibilelor remedieri (la nivel de clasa și/ sau elev)

#### ***A. IDENTIFICAREA ASPECTELOR CARE TREBUIE REMEDIATE***

Identificarea acestor aspecte presupune aplicarea unui test de evaluare sumativă, cu diferite tipuri de itemi. Testul de evaluare sumativă este realizat la modulul M1 – Măsurări tehnice (*clasa a X-a, domeniul Mecanică*).

#### **Unități de rezultate a învățării:**

URÎ 4. Măsurarea mărimilor tehnice specifice proceselor industrial

#### **Rezultate ale învățării:**

#### **Rezultate ale învățării vizate**

#### **Cunoștințe**

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparate analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### **Abilități**

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.11. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

4.2.12. Selectarea mijloacelor de măsurare și control pentru fiecare din mărimile electrice care caracterizează un circuit electric

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

### **Atitudini**

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

### **Conținuturi:**

- Mărimi electrice / aparate electrice
- Aparate analogice
- Aparate digitale
- Măsurarea mărimilor electrice:
  - intensitatea curentului electric
  - tensiunea electrică
  - rezistența electrică
  - puterea electrică
  - energia electrică

### **Obiectivele evaluării:**

1. Cunoașterea mărimilor electrice și a unităților de măsură.
2. Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit.
3. Identificarea simbolurilor inscripționate pe aparatele de măsurat analogice și digitale.
4. Precizarea blocurile componente ale aparatelor de măsurat digitale și rolul lor funcțional.
5. Precizarea principiilor de funcționare ale aparatelor analogice și digitale.
6. Precizarea metodelor de extindere a domeniului de măsurare a aparatelor de măsurat electrice.
7. Precizarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice.

La elaborarea testului s-a avut în vedere că:

- itemii să fie elaborați astfel încât să se facă evaluarea întregului conținut în funcție de complexitatea și timpul alocat prin planificarea evaluării;
- conținutul itemilor să fie distribuiți pe cele 4 niveluri cognitive corespunzătoare rezultatelor învățării de evaluat (Amintire, Înțelegere, Aplicare, Analiză).
- itemii corespunzători nivelurilor cognitive superioare (Aplicare, Analiză) au un grad de dificultate, adecvat elevilor clasei evaluate.

### BORDEROU DE CORECTARE SI NOTARE

Nr. crt.	Nume și prenume	Subiectul I					Subiectul II						Subiectul III						Oficiu	Nota
		I.A.		I.B.	I.C.		II.1.		II.2.	II.3.			III.1.			III.2.				
		1.	2.		1.	2.	1.	2.		a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.			
		3p	3p	15p	3p	3p	3p	3p	10p	4p	6p	4p	6p	4p	9p	5p	9p	10p		
1	Elev 1	3p	3p	12p	3p	3p	3p	3p	4p	4p	6p	4p	3p	4p	6p	5p	3p	10p	7,80	
2	Elev 2	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	0	6p	0	0	10p	5,50	
3	Elev 3	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	0	0	6p	0	0	10p	6,50	
4	Elev 4	3p	0	9p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	0	6p	5p	0	10p	6,50	
5	Elev 5	3p	0	9p	0	3p	3p	0	4p	0	4p	0	0	0	0	0	0	10p	3,60	
6	Elev 6	3p	0	15p	3p	3p	3p	3p	4p	4p	4p	0	0	0	0	0	0	10p	5,80	
7	Elev 7	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	0	0	0	0	0	10p	6,30	
8	Elev 8	3p	0	9p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	0	6p	5p	0	10p	6,30	
9	Elev 9	3p	3p	15p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	0	4p	6p	5p	3p	10p	9,10	
10	Elev 10	3p	0	12p	0	3p	3p	0	8p	0	4p	0	0	0	0	0	0	10p	4,30	
11	Elev 11	3p	3p	15p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	6p	2p	9p	5p	9p	10p	9,80	
12	Elev 12	3p	3p	15p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	6p	4p	9p	5p	9p	10p	10	
13	Elev 13	3p	3p	15p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	6p	4p	6p	0	9p	5p	9p	10p	9,60	
14	Elev 14	3p	0	15p	0	3p	0	0	8p	0	0	0	0	0	3p	0	0	10p	4,40	
15	Elev 15	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	0	6p	5p	3p	10p	6,90	
16	Elev 16	3p	0	9p	0	3p	3p	0	4p	0	4p	0	0	0	0	0	0	10p	3,60	
17	Elev 17	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	4p	4p	0	0	0	6p	5p	0	10p	6,80	
18	Elev 18	3p	3p	12p	0	3p	3p	0	8p	0	4p	0	3p	2p	9p	0	3p	10p	6,70	
19	Elev 19	3p	0	9p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	2p	6p	5p	3p	10p	7,20	
20	Elev 20	3p	3p	12p	0	3p	0	3p	8p	0	4p	0	3p	2p	9p	0	3p	10p	6,40	
21	Elev 21	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	0	2p	3p	0	0	10p	5,40	
22	Elev 22	3p	0	15p	0	3p	0	0	8p	0	0	0	3p	0	3p	0	0	10p	4,50	
23	Elev 23	3p	0	12p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	3p	2p	6p	5p	3p	10p	7,20	
24	Elev 24	3p	0	9p	3p	3p	3p	3p	8p	0	4p	0	3p	0	6p	5p	3p	10p	6,70	
25	Elev 25	3p	3p	12p	0	3p	0	3p	8p	0	4p	0	3p	2p	9p	0	3p	10p	6,40	

**Tabelul 1**

Elevul	A-ȘI AMINTI			A ÎNȚELEGE						A APLICA				A ANALIZA			Total
	II. 1.2.	III. 1.b.	I. A.2.	I. C.1.	II. 1.1.	I. B.	I. C.2.	II. 3.a	III. 1.a.	II.2.	II. 3.c	III. 2.a.	III. 2.b.	I. A.1.	III. 1.c.	II. 3.b.	
	3p	4p	3p	3p	3p	15p	3p	4p	6p	10p	4p	5p	9p	3p	9p	6p	
Elev 1	3p	4p	3p	3p	3p	12p	3p	4p	3p	4p	4p	5p	3p	3p	6p	6p	90p +10p of = 100p
Elev 5	0	0	0	0	3p	9p	3p	0	0	4p	0	0	0	0	0	4p	3,60
Elev 9	3p	4p	3p	3p	3p	15p	3p	4p	0	8p	4p	5p	3p	3p	6p	6p	9,10
Elev 10	0	0	0	0	3p	12p	3p	0	0	8p	0	0	0	0	0	4p	4,30
Elev 11	3p	2p	3p	3p	3p	15p	3p	4p	6p	8p	4p	5p	9p	3p	9p	6p	9,80
Elev 12	3p	4p	3p	3p	3p	15p	3p	4p	6p	8p	4p	5p	9p	3p	9p	6p	10
Elev 13	3p	0	3p	3p	3p	15p	3p	4p	6p	8p	4p	5p	9p	3p	9p	6p	9,60
Elev 14	0	0	0	0	0	15p	3p	0	0	8p	0	0	0	0	3p	0	4,40
Elev 16	0	0	0	0	3p	9p	3p	0	0	4p	0	0	0	0	0	4p	3,60
Elev 22	0	0	0	0	0	15p	3p	0	3p	8p	0	0	0	0	3p	0	4,50

**Tabelul 2**

Elevul	A-ȘI AMINTI			A ÎNȚELEGE						A APLICA				A ANALIZA			Total 90p +10p of = 100p
	II. 1.2.	III. 1.b.	I. A.2.	I. C.1.	II. 1.1.	I. B.	I. C.2.	II. 3.a	III. 1.a.	II.2.	II. 3.c	III. 2.a.	III. 2.b.	I. A.1.	III. 1.c.	II. 3.b.	
	3p	4p	3p	3p	3p	15p	3p	4p	6p	10p	4p	5p	9p	3p	9p	6p	
Elev 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7,80
Elev 5	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	3,60
Elev 9	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	9,10
Elev 10	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	4,30
Elev 11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9,80
Elev 12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Elev 13	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9,60
Elev 14	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	4,40
Elev 16	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	3,60
Elev 22	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	4,50

## **B. DIAGNOZA**

Notele la teste se încadrează în intervalul 3,60 - 10. Media pe clasă este 6,42. Din totalul notelor acordate: 4 note sunt peste nota 8,00, 16 sunt cuprinse în intervalul 5,00 – 8,00, iar 5 note sunt sub nota 5,00.

Analizând rezultatele pe baza tabelului 2 pe fiecare semn (+ sau -) și pe fiecare nivel cognitiv se identifică nivelul performanței elevilor, raportată la acele niveluri cognitive evaluate.

Se constată că:

- Sunt elevi care nu au răspuns la itemii de nivel cognitiv inferior, care evaluează nivelul cunoștințelor de specialitate, deci aceștia au nu achiziționat un nivel mulțumitor de cunoștințe, impunându-se în cazul lor **măsuri de recuperare a materiei** (elevii 5, 10, 14, 16 și 22);

- Aceiași elevi nu au rezolvat satisfăcător nici itemii subiectivi sau semiobiectivi, ei având o slabă capacitate de producere de mesaje scrise, un vocabular sărac, o incapacitate de exprimare. Se impun **măsuri de dezvoltare a competențelor de comunicare orală și în scris**.

- Itemul tip eseu, care a presupus formularea unui principiu de funcționare, precizarea rolului funcțional al unor elemente componente, respective indicarea tipurilor de dispozitive de afișaj nu a fost abordat de majoritatea elevilor, 1 elev a reușit să obțină punctaj maxim. Se constată deci, că sunt elevi nu sunt **capabili să se concentreze, să rețină, motiv pentru care se impune prezentarea noțiunilor sub o altă formă**;

- Itemii tip rezolvare de problemă, au permis evaluarea însușirii termenilor de specialitate, a unor relații de calcul și a capacității de utilizare și aplicare a cunoștințelor specifice modulului, motiv pentru care se impun **măsuri de repetare a unor astfel de exerciții pentru dezvoltarea unui limbaj științific/tehnic de specialitate corespunzător**.

## **C. STABILIREA CAUZELOR**

Cauzele pentru care elevii nu au obținut rezultate mulțumitoare sunt diverse. Ele diferă de la individ la individ, însă se pot grupa după următorii factori:

- factori individuali: nivel redus de cunoștințe din clasele anterioare, capacitate scăzută de memorare, neînțelegerea conceptelor predate, dificultăți de comunicare, dificultăți de concentrare, dezinteres, abordarea altor priorități specifice vârstei, influența mass-media;

- mediul de proveniență al elevilor: elevi proveniți din mediul rural cu posibilități materiale scăzute, sau părinți șomeri, sau elevi cu părinți dezinteresați de școală sau elevi cu părinți plecați în străinătate, aceștia rămânând în grija bunicilor care nu pot să-i urmărească.

## **D. STABILIREA POSIBILELOR REMEDIERI (LA NIVEL DE CLASA ȘI/ SAU ELEV)**

În scopul încurajării elevilor care au obținut note mai bune și a remedierii situației în cazul elevilor slabi, se impune un set de măsuri cu caracter remedial și de încurajare a performanței:

- Sarcini de lucru cu grade diferite de dificultate pentru grupe mici și omogene, constituite pe baza nivelului de cunoștințe sau abilități comune (ex: prin



metoda cubului → descrie-compară-analizează-asociază-aplică-argumentează, se pot da sarcini cu grade diferite de complexitate, fără a crea disconfortul unei separări a grupurilor de lucru);

- Sarcini de lucru care valorifică mijloace, metode și procedee didactice centrate pe elev;
- Sarcini de lucru diferențiate în funcție de nivelul achizițiilor anterioare în scopul dobândirii de performanță în cazul elevilor mai buni și cu caracter remedial pentru elevii care întâmpină dificultăți sau prezintă lacune în pregătirea teoretică și practică;
- Teme pentru acasă cu grade diferite de complexitate (aflate atât în concordanță cu nivelul de cunoștințe al elevului, cât și cu zona proximei sale dezvoltări)
- activități de învățare preponderent practice și încurajarea dezvoltării abilităților practice și în afara programului de școală.

În cazul elevilor cu note sub 5.00 la testare (elevii 5, 10, 14, 16 și 22), sunt programate următoarele activități cu caracter remedial:

- ✓ stabilirea unui set unitar de măsuri remediale;
- ✓ participarea la activități de pregătire suplimentară în afara orelor;
- ✓ dezvoltarea competențelor de lectură și mai ales de înțelegere a textului citit (cerințelor și sarcinilor de lucru);
- ✓ teme suplimentare de lucru și studiu individual pentru acasă;
- ✓ utilizarea autoevaluării, consemnarea progreselor și stabilirea pasului următor împreună cu elevul; elevii își pot stabili, negocia sau li se poate atribui un obiectiv individual sau plan de acțiune pe baza unor factori precum: capacitățile, nevoile, interesele lor, etc.

## PLAN REMEDIAL

Modulul: M1 – Măsurări tehnice

Clasa a X-a

Profesor: Șarpe Stela

Anul școlar 2020-2021

<b>Decalaje identificate</b>	<b>Prioritate</b>	<b>Activități remediale propuse</b>	<b>Termen</b>	<b>Responsabil</b>	<b>Resurse</b>
<b>1. Modul de predare neadaptat nivelului de înțelegere al elevilor</b>	Cuantificarea nivelului real de pregătire a elevilor.	<b>1.</b> Valorificarea rezultatelor în realizarea strategiei de predare.	An școlar 2020-2021	Profesor	Suport de curs Baza materială (laborator)
<b>2. Deprinderi mentale insuficient dezvoltate</b>	Motivarea elevilor în vederea recuperării cunoștințelor deficitare prin diferențierea suportului de curs.	<p><b>1.</b> Învățare bazată pe surse de informare pe baza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nivelului de cunoștințe,</li> <li>- noțiunilor din discipline conexe,</li> <li>- stilurilor de învățare.</li> </ul> <p><b>2.</b> Utilizarea de fișe sintetice cu noțiuni și informații de specialitate de bază, ca punct de sprijin în înțelegerea noțiunilor mai complexe, corelate cu exemple din experiența de viață a elevului.</p> <p><b>3.</b> Utilizarea de fișe suport interdisciplinare care să permită valorificarea cunoștințelor elevului din alte discipline</p> <p><b>4.</b> Elaborarea de suport de curs diferențiat care să valorifice stilurile de învățare ale elevilor (diagrame, prezentări powerpoint, proiecte etc.).</p> <p><b>5.</b> Utilizarea soft-urilor educaționale și a platformelor online, filmulețe, a materialelor didactice diverse.</p>	An școlar 2020-2021	Profesor	Suport de curs Fișe de lucru / Activități de învățare Soft educațional Platforme online Auxiliare didactice

<b>3. Dezinteres față de procesul de învățare</b>	Conștientizarea elevilor privind necesitatea învățării.	<b>1.</b> Consilierea elevilor privind necesitatea implicării lor în activitatea de învățare.	An școlar 2020-2021	Profesor diriginte Psiholog școlar Profesor	Fișe consiliere Întâlniri cu personalități în domeniu (foști elevi ai școlii realizați)
<b>4. Lipsa abilităților privind rezolvarea de probleme</b>	Diminuarea dificultăților prin diferențierea tipurilor de sarcini și/ sau a timpului alocat.	<b>1.</b> Utilizarea de fișe cu sarcini de lucru identice, dar cu timp diferit de rezolvare / executare, în funcție de ritmul de lucru al elevilor. <b>2.</b> Utilizarea de fișe cu sarcini diferite ca grad de complexitate, dar cu același timp de rezolvare / executare <b>3.</b> Utilizarea de ”Fișe de sprijin” pentru împărțirea sarcinilor sau pentru sprijinul elevilor mai slabi. <b>4.</b> Planificarea și monitorizarea activităților de învățare astfel încât ritmul individual de învățare să asigure pentru fiecare elev șansa de a învăța eficient și de a avea succes școlar. <b>5.</b> Parcurgerea conținuturilor se realizează prin sarcini de învățare care reprezintă un complex de activități de învățare vizând anumite rezultate concrete ale învățării.	An școlar 2020-2021	Profesor	Suport de curs Fișe de lucru Soft educațional Platforme online Auxiliare didactice
<b>5. Utilizarea cu precădere a metodelor de evaluare tradiționale</b>	Valorificarea elevului ca resursă importantă în monitorizarea progresului	<b>1.</b> Utilizarea autoevaluării, consemnarea progreselor și stabilirea pasului următor împreună cu elevul. Stimularea elevilor să se autoevalueze și să-și monitorizeze progresul prin: - auto – corectare - auto - notare controlată - inter-evaluare	An școlar 2020-2021	Profesor	Teste de evaluare alternativă Fișă de evaluare a progresului Fișe de

					autoevaluare
<b>6. Utilizarea unui stil de predare centrat pe profesor</b>	Motivarea elevilor prin diferențierea experiențelor de învățare ale elevilor	<p><b>1.</b> Utilizarea de sarcini de lucru cu grade diferite de dificultate pentru grupe mici și omogene, constituite pe baza nivelului de cunoștințe sau abilități comune.</p> <p><b>2.</b> Utilizarea de sarcini de lucru identice lucru pentru grupe mici și eterogene.</p> <p><b>3.</b> Utilizarea de sarcini de lucru ce valorifică teoria stilurilor de învățare, pentru grupe mici și omogene constituite pe baza preferinței elevilor pentru un anumit stil de învățare.</p> <p><b>4.</b> Utilizarea metodei Lucru în echipă / Joc de rol cu distribuirea eficientă a responsabilităților în grupurile de lucru, astfel încât elevul să-și valorifice abilitățile existente și să se implice activ în rezolvarea sarcinilor.</p> <p><b>5.</b> Utilizarea de sarcini de lucru individuale cu grade diferite de complexitate, sarcini de lucru care valorifică mijloace, metode și procedee didactice centrate pe elev care:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stimulează gândirea critică</li> <li>- valorifică experiența anterioară a elevului</li> <li>- valorifică stilurile de învățare ale elevilor.</li> </ul>	An școlar 2020-2021	Profesor	Fișe de sarcini diferențiate
<b>7. Atitudinea părinților în stimularea elevilor</b>	<b>1.</b> Reducerea absenteismului	<b>1.</b> Informarea permanentă a diriginților / părinților cu privire la prezența elevilor la ore și implicarea lor activă în pregătire.	An școlar 2020-2021	Profesor Profesor dirigințe Părinți	Procesele verbale ale ședințelor cu părinții

## II. TEST DE EVALUARE SUMATIVĂ

### 1. ETAPE DE ELABORARE A TESTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ

#### Matricea de specificații

NIVELURI COGNITIVE CONȚINUTURI	A-ȘI AMINTI	A ÎNȚELEGE	A APLICA	A ANALIZA	TOTAL ITEMI	PONDERE %
Mărimi electrice / aparate electrice	<b>1</b> X <i>Item de completare II.1.2.</i>				1	6,25 %
Aparate analogice		<b>1</b> X <i>Item cu alegere duală I.C.1.</i>			1	10 %
Aparate digitale	<b>1</b> X <i>Eseu structurat III.1.b.</i>	<b>1</b> X <i>Item de completare II.1.1.</i>		<b>2</b> X <i>Item cu alegere multiplă I.A.1. Eseu structurat III.1.c.</i>	4	30 %
Măsurarea mărimilor electrice: - intensitatea curentului electric - tensiunea electrică - rezistența electrică - puterea electrică - energia electrică	<b>1</b> X <i>Item cu alegere multiplă I.A.2.</i>	<b>4</b> X <i>Item de tip pereche I.B. Item cu alegere duală I.C.2. Item structurat II.3.a Eseu structurat III.1.a.</i>	<b>4</b> X <i>Rezolvare de probleme II.2. Item structurat II.3.c Rezolvare de probleme III.2.a. III.2.b.</i>	<b>1</b> X <i>Item structurat II.3.b.</i>	10	55 %
Total itemi	3	6	4	3	16	
Pondere	10 %	40 %	20 %	30 %		100 %

## 2. INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ

**Domeniul de pregătire profesională:** Mecanică

**Calificarea profesională:** Tehnician mecatronist

**Anul de studiu:** clasa a X-a

**Modulul:** M1 – Măsurări tehnice

### Rezultate ale învățării vizate

#### Cunoștințe

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparatale analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### Abilități

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.11. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

4.2.12. Selectarea mijloacelor de măsurare și control pentru fiecare din mărimile electrice care caracterizează un circuit electric

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

#### Atitudini

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

#### Obiectivele evaluării:

1. Cunoașterea mărimilor electrice și a unităților de măsură.
2. Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit.
3. Identificarea simbolurilor inscripționate pe aparatele de măsurat analogice și digitale.
4. Precizarea blocurilor componente ale aparatelor de măsurat digitale și rolul lor funcțional.
5. Precizarea principiilor de funcționare ale aparatelor analogice și digitale.
6. Precizarea metodelor de extindere a domeniului de măsurare a aparatelor de măsurat electrice.
7. Precizarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 90 minute

**SUBIECTUL I**

**27 puncte**

**A.**

**6 puncte**

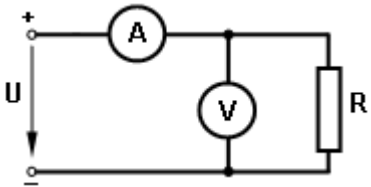
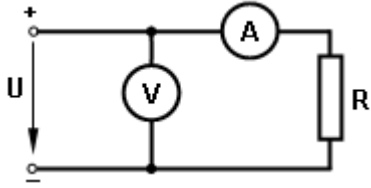
Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 – 2) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

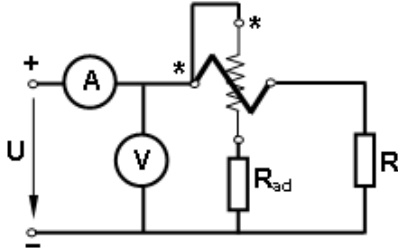
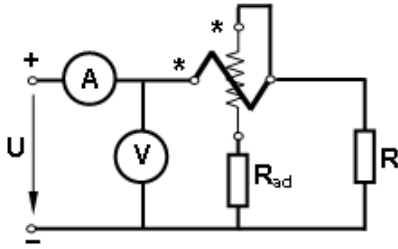
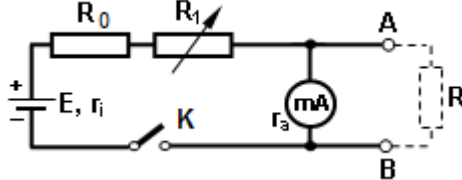
1. Dacă un ampermetru se montează în paralel în circuit, prin el :
  - a) va trece un curent de valoare foarte mică;
  - b) va trece un curent de valoare foarte mare;
  - c) valoarea curentului ce trece prin el este egală cu cea care îl străbate în situația în care este legat în serie;
  - d) nu va trece nici un curent.
  
2. Contorul electric de inducție este un aparat utilizat la măsurarea:
  - a) intensității curentului electric;
  - b) puterii active;
  - c) energiei electrice consumate în circuitele de curent continuu;
  - d) energiei electrice din circuitele de curent alternativ.

**B.**

**15 puncte**

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt reprezentate circuite electrice de măsurare a mărimilor electrice, iar în coloana **B** sunt enumerate metode de măsurare a acestor mărimi. Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

<b>A. Circuite electrice de măsurare</b>	<b>B. Metode de măsurare a mărimilor electrice</b>
<p>1.</p> 	<p>a. Măsurarea directă a puterii electrice active – varianta amonte</p>
<p>2.</p> 	<p>b. Măsurarea directă a puterii electrice active – varianta aval</p>

<p>3.</p> 	<p>c. Măsurarea directă a rezistențelor electrice de valoare mare</p>
<p>4.</p> 	<p>d. Măsurarea directă a rezistențelor electrice de valoare mică</p>
<p>5.</p> 	<p>e. Măsurarea indirectă a rezistențelor electrice de valoare mare</p>
	<p>f. Măsurarea indirectă a rezistențelor electrice de valoare mică</p>

C.

6 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 2

- Principiul de funcționare a aparatelor analogice se bazează pe conversia mărimii de măsurat electrice într-o mărime mecanică, care determină deplasarea unui indice în fața unei scări gradate pe care se citește valoarea măsurată.
- Pentru a extinde domeniul de măsurare al unui voltmetru, se utilizează o rezistență adițională montată în serie cu voltmetru.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 2, scrieți, pe foaia cu răspunsuri, cifra corespunzătoare enunțului și notați în dreptul ei litera **A**, dacă apreciați că afirmația este adevărată, sau litera **F**, dacă apreciați că afirmația este falsă.

## SUBIECTUL II

30 puncte

II.1 Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere:

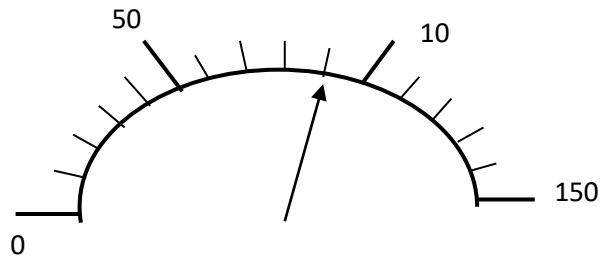
6 puncte

- În cazul în care mărimea de măsurat este prea ....., circuitul de intrare al aparatelor de măsurat digitale este un amplificator.
- Denumirea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice se formează din denumirea unității de ..... + metru.



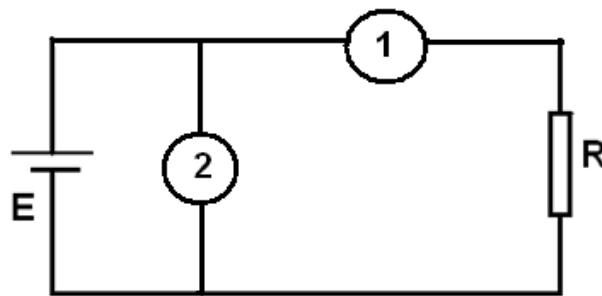
II.2. În figura de mai jos este prezentată scala unui voltmetru care măsoară o tensiune continuă în domeniul de măsurare de 100 V. Calculați valoarea măsurată a tensiunii.

**10 puncte**



II.3. În figura de mai jos este reprezentată schema electrică a unui montaj de măsurare a rezistențelor electrice.

**14 puncte**



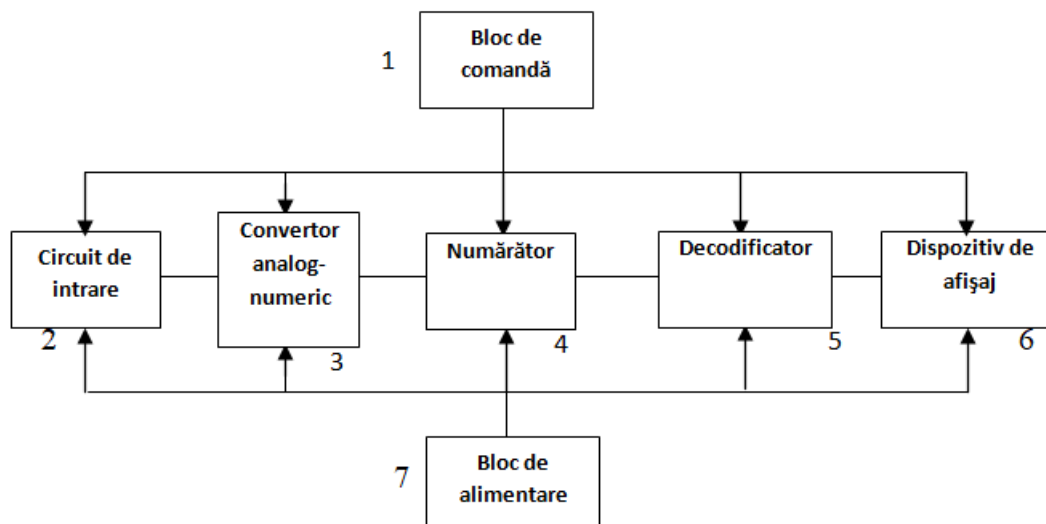
- Precizați metoda de măsurare reprezentată în schemă.
- Indicați denumirea aparatelor numerotate cu cifrele 1 și 2 și precizați cum sunt montate în circuit;
- Precizați condițiile de utilizare a acestei metode.

### SUBIECTUL III

**33 puncte**

III. 1. Realizați un eseu cu tema “Aparate de măsurat digitale”, după următoarea structură de idei:

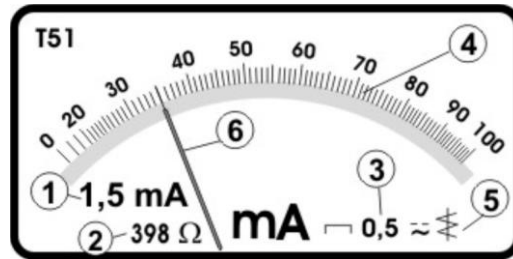
**19 puncte**



- a. Precizarea principiului de funcționare al aparatelor de măsurat digitale;
- b. Indicarea tipurilor de dispozitive de afișaj;
- c. Precizarea rolul blocurilor numerotate cu 3, 4 și 5.

III. 2. Se consideră miliampermetrul din figura de mai jos.

14 puncte



Se cere:

- a. Calculați constanta aparatului știind că domeniul de măsurare este cel înscris pe cadran, 1,5 mA.
- b. Precizați valoarea șuntului necesar pentru a extinde domeniul de măsurare la 150 mA știind că rezistența internă a aparatului este  $0,035 \Omega$ .

## BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă punctaje intermediare, altele decât cele precizate explicit prin barem.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat la 10.

---

### SUBIECTUL I 27 puncte

**A.** 6 puncte

1 – b; 2 – d

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

**B.** 15 puncte

1 – f; 2 – e; 3 – a; 4 – b; 5 – d

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

**C.** 6 puncte

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 – A; 2 – F

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

---

### SUBIECTUL II 30 puncte

**II.1** 6 puncte

1 – mică; 2 – măsură

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

**II.2** 10 puncte

$$U = \alpha K_U \quad - 3p$$

$$K_U = U_n / \alpha_{\max} \quad - 3p$$

$$K_U = \frac{100V}{150\text{div}} \quad - 1p$$

$$U = \frac{100V}{150\text{div}} \cdot 90\text{div} = 60V \quad - 3p$$

*Pentru fiecare formulă scrisă corect se acordă câte 3 puncte. Pentru fiecare înlocuire/calculul numeric corect se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare unitate de măsură corectă se acordă câte 1 punct.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

## II.3

14 puncte

### a. – 4 puncte

Metoda ampermetrului și voltmetrului - montaj amonte – 4 p

*Pentru răspuns corect și complet se acordă 4 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

### b. – 6 puncte

1 – ampermetru, se montează în serie – 3p

2 – voltmetru, se montează în paralel – 3p

*Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 3 puncte, din care: pentru denumirea corectă a aparatului se acordă 2 puncte, iar pentru precizarea corectă a modului de montare în circuit se acordă 1 punct.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

### c. – 4 puncte

Această metodă se utilizează la măsurarea rezistențelor mult mai mari decât rezistența ampermetrului.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 4 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

## SUBIECTUL III

33 puncte

---

### III.1

19 puncte

#### a. – 6 puncte

Principiul de funcționare al aparatelor de măsurat digitale constă în transformarea mărimii de măsurat, de obicei analogice, în semnale digitale.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă 6 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

#### b. – 4 puncte

- diode electroluminiscente

- cristale lichide

*Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

#### c. – 9 puncte

3 – transformă mărimile de măsurat analogice în mărimi digitale

4 – numără impulsurile de la ieșirea convertorului

5 – transformă rezultatul măsurării din sistemul binar în sistemul zecimal

*Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 3 puncte.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

**III.2****14 puncte****a. - 5 puncte**

$$K_A = I_N / \alpha_{\max} \quad - 3p$$

$$K_A = 1,5 / 100 = 0,015 \text{ mA/div} \quad - 2p$$

*Pentru formulă scrisă corect se acordă 3 puncte. Pentru calculul numeric corect se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare unitate de măsură corectă se acordă câte 1 punct.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

**b. - 9 puncte**

$$R_s = r_A / (n-1) \quad - 3p$$

$$n = I / I_N \quad - 3p$$

$$n = 150 / 1,5 = 100 \quad - 1p$$

$$R_s = 0,035 / (100 - 1) = 0,0003535 \Omega = 3,53 \cdot 10^{-4} \Omega - 2p$$

*Pentru fiecare formulă scrisă corect se acordă câte 3 puncte. Pentru fiecare calculul numeric corect se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare unitate de măsură corectă se acordă câte 1 punct.*

*Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.*

## **SUBIECT PENTRU PROBA PRACTICĂ LUCRARE DE LABORATOR**

**Domeniul de pregătire profesională:** Mecanică

**Anul de studiu:** clasa a X-a

**Modulul:** M1 – Măsurări tehnice

### **Rezultate ale învățării vizate**

#### **Cunoștințe**

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparat analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### **Abilități**

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.11. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia

4.2.11. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

4.2.12. Selectarea mijloacelor de măsurare și control pentru fiecare din mărimile electrice care caracterizează un circuit electric

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare

4.2.14. Efectuarea de măsurări pentru mărimile electrice ce caracterizează un circuit electric

#### **Atitudini**

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.2. Respectarea procedurilor de lucru

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

4.3.6. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

4.3.7. Respectarea normelor de protecție a mediului și de colectare selectivă a deșeurilor

## PROBA PRACTICĂ LUCRARE DE LABORATOR

**Profil: Tehnic**

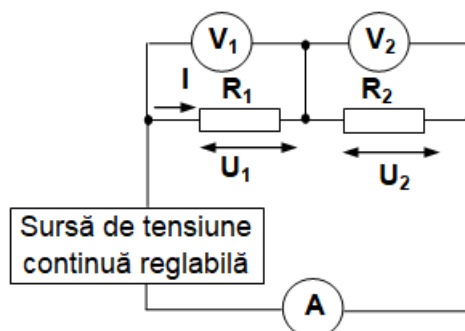
**Domeniul de pregătire profesională:** Mecanică

**Anul de studiu:** clasa a X-a

**Modulul:** M1 – Măsurări tehnice

- ◆ Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.
- ◆ Timpul efectiv de lucru este de 50 minute.

Se dă circuitul din figură alcătuit dintr-un ampermetru și două rezistoare, alimentat cu tensiune continuă de la o sursă didactică (valoarea acestei tensiuni poate fi reglată de la un potențiomtru).



### Sarcini de lucru:

1. Realizați circuitul cu ajutorul conductoarelor de legătură.
2. Precizați tipul conexiunii aparatelor de măsurat, față de rezistor.
3. Fixați două valori oarecare a tensiunii la sursă și măsurați mărimile specificate în figură (tensiunea la bornele rezistorului  $R_1$  –  $U_1$ , tensiunea la bornele rezistorului  $R_2$  –  $U_2$  și intensitatea curentului prin rezistoare –  $I$ ); înregistrați valorile obținute într-un tabel de forma, precizând și unuțățile de măsură pentru toate mărimile fizice.

Nr.crt.	E	$U_1$	$U_2$	I	$R_1$	$R_2$
1						
2						

4. Calculați, aplicând Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit, valoarea rezistențelor  $R_1$  și  $R_2$ .
5. După terminarea verificării, finalizării sarcinilor de lucru se vor efectua următoarele operații:
  - decuplarea sursei de alimentare;
  - desfacerea legăturilor electrice;
  - aranjarea conductoarelor;
  - oprirea aparatelor de măsură;
  - aranjarea sculelor folosite.

**FIȘĂ DE EVALUARE**  
**PROBA PRACTICĂ**  
**LUCRARE DE LABORATOR**

Nr. crt.	PROBA	PUNCTAJ	NOTARE	OBS.
<b>1.</b>	<b>Realizarea circuitului</b>	<b>15p</b>		
<b>2.</b>	<b>Precizarea tipului conexiunilor</b> - ampermetrul – serie - voltmetrul - paralel	<b>10p</b> 5p 5p		
<b>3.</b>	<b>Alimentarea circuitului</b>  Citirea indicațiilor aparatelor Precizarea corectă a unităților de măsură  Înregistrarea valorilor numerice pentru $E_1$ și $E_2$ - Ampermetru - Voltmetru 1 - Voltmetru 2	<b>39p</b>  15p 6p  2x3p=6p 2x3p=6p 2x3p=6p		
<b>4.</b>	<b>Calculul valorii rezistențelor <math>R_1</math> și <math>R_2</math> pentru valoarea lui <math>E_1</math></b> - relația de calcul $R_1 = U_1 / I$ ; $R_2 = U_2 / I$ - înlocuirea valorilor numerice - obținerea rezultatului - precizarea unității de măsură	<b>20p</b>  2x4p=8p (referire la $U_1, U_2$ ) 2x2p=4p 2x2p=4p 2x2p=4p		
<b>5.</b>	După terminarea verificării , finalizării sarcinilor de lucru se vor efectua următoarele operații: -decuplarea sursei de alimentare -desfacerea legăturilor electrice -aranjarea conductoarelor -aranjarea aparatelor de măsură -aranjarea sculelor folosite	<b>6p</b>		
<b>6.</b>	<b>Puncte din oficiu</b>	<b>10p</b>		
<b>7.</b>	<b>Total puncte</b>	<b>100p</b>		



### III. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

#### ACTIVITATEA 1

#### Mărimi fizice electrice / Aparate electrice



	<b>Conținuturi</b>	Mărimi fizice electrice / aparate electrice
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate 4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii
	<b>Obiective</b>	Cunoașterea mărimilor electrice și a unităților de măsură



1. Completează căsuțele libere din tabelul de mai jos, conform exemplului dat:

MĂRIMEA MĂSURATĂ		UNITATEA DE MĂSURĂ		DENUMIREA APARATULUI	
Denumire	Simbol	Denumire	Simbol	Denumire formată prin denumirea unității de măsură + metru	
				DA	NU
<b>Exemplu</b> Intensitatea curentului electric	I	Amper	A	Ampermetru	-
Tensiunea electrică					
Rezistența electrică					
Puterea electrică					
Energia electrică					

**2. Citiți cu atenție afirmațiile de mai jos. Completați spațiile libere (1, 2) cu informația corectă:**

a. Aparatele de măsurat .....(1)..... se caracterizează prin faptul ca mărimea de măsurat se transformă în semnale digitale, care sunt prelucrate cu circuite specifice, iar rezultatul măsurării se afișează sub forma numerică.

b. Aparatele de măsurat .....(2)..... sunt aparate la care rezultatul măsurării variază continuu în funcție de mărimea de măsurat. Rezultatul măsurării poate lua orice valoare și este indicat în dreptul unei scări gradate.

**3. În figurile de mai jos (Fig. a și Fig. b) sunt reprezentate panourile de afișare ale unor aparate pentru măsurarea mărimilor electrice.**



Fig. a



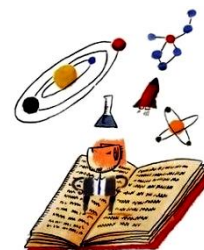
Fig. b

Se cere:

- Precizați denumirea mărimii electrice măsurate de aparate
- Precizați denumirea aparatelor de măsurare reprezentate
- Precizați tipul aparatului reprezentat în Fig. a, respectiv în Fig. b., în funcție de modul de prezentare a rezultatului măsurării

## ACTIVITATEA 2

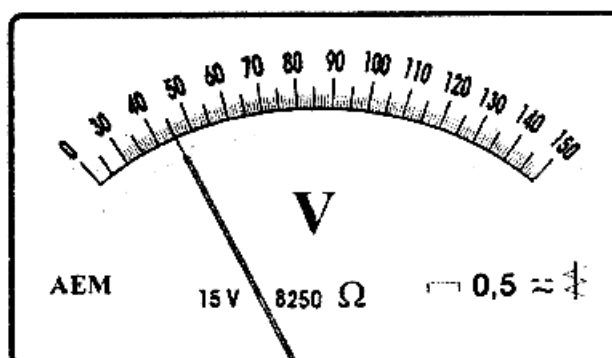
### Aparate electrice analogice



	<b>Conținuturi</b>	Marcarea aparatelor de măsurat analogice Elemente constructive ale aparatelor analogice
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.11. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat 4.2.12. Selectarea mijloacelor de măsurare și control pentru fiecare din mărimile electrice care caracterizează un circuit electric
	<b>Obiective</b>	Identificarea simbolurilor inscripționate pe aparatele de măsurat analogice Precizarea elementelor constructive și a rolului funcțional



1. În figura de mai jos este prezentat cadranul unui aparat de măsurat electric. Priviți cu atenție notațiile și simbolurile existente pe cadran și completați spațiile punctate cu informația corectă.



- ✓ Aparatul este un .....
- ✓ Mărimea măsurată este .....
- ✓ Aparatul se folosește în curent .....
- ✓ Rezistența interioară a aparatului este .....

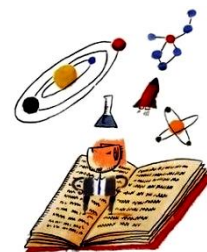
- ✓ Principiul de funcționare .....
- ✓ Poziția normală de funcționare a aparatului este .....
- ✓ Clasa de exactitate este .....
- ✓ Tensiunea nominală este .....

2. În coloana A sunt enumerate elementele constructive ale aparatelor de măsurat analogice, iar în coloana B rolurile funcționale. Scrieți pe foaie asocierile corecte dintre fiecare cifră din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B :

<b>A. Elemente constructive</b>	<b>B. Roluri funcționale</b>
1. Arcuri spirale 2. Acul indicator 3. Bobine fixe, bobine mobile, plăci feromagnetice 4. Corectorul de zero 5. Amortizorul	a. Indică valoarea măsurată b. Aduce acul indicator în poziția de zero în absența mărimii de măsurat c. Produc cuplu rezistent d. Produc cuplu activ e. Asigură protecția elementelor constructive f. Limitează oscilațiile acului indicator în jurul poziției de echilibru

## ACTIVITATEA 3

### Măsurarea tensiunii electrice



	<b>Conținuturi</b>	Voltmetre Simbolizarea aparatelor Montarea aparatelor în circuit Rezistența internă a voltmetrului
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate 4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice 4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii
	<b>Obiective</b>	Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit. Precizarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice.

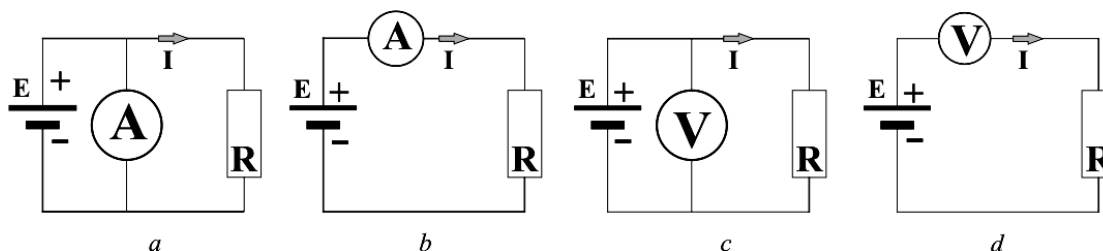


#### 1. Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect:

1.1. Măsurarea tensiunii electrice cu voltmetrul este o metodă:

- a. directă;
- b. indirectă;
- c. de comparație;
- d. de laborator.

1.2. Precizați care montaj este destinat măsurării tensiunii electrice:

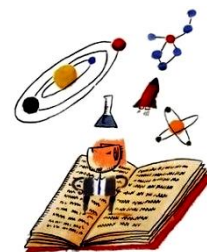


**2. Citește cu atenție afirmația de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera A, dacă apreciezi că afirmația este falsă, încercuiește litera F:**  
A.    F.    Montarea în serie a voltmetrului determină distrugerea acestuia.

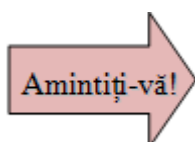
**3. Completează spațiul liber din enunțul următor cu sintagma (termenul) corespunzătoare:**  
Rezistența internă a voltmetrelor este mult mai ----- decât a consumatorului

## ACTIVITATEA 4

### Măsurarea intensității curentului electric cu multimetrul analogic



	<b>Conținuturi</b>	Algoritmul de măsurare cu multimetrul analogic Citirea valorii indicate/măsurate
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate 4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice 4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii
	<b>Obiective</b>	Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit. Utilizarea mijloacelor de măsurare în funcție de tipul aparatului și mărimea măsurată



#### Algoritmul de măsurare cu multimetrul analogic

Măsurarea intensității curentului electric cu multimetrul analogic constă în:

- ✓ **Reglarea poziției acului indicator** cu ajutorul butonului corector de zero (când este cazul);
- ✓ **Selectarea funcției de ampermetru** de curent continuu (c.c. sau D.C. sau =) sau de curent alternativ (c.a. sau A.C. sau ~);
- ✓ **Alegerea domeniului de măsurare** cel mai apropiat de valoarea curentului de măsurat. Când nu există informații asupra valorii curentului de măsurat, se va fixa comutatorul (selectorul) pe domeniul cel mai mare. Alegerea unui domeniu mai mic decât cel de măsurare poate determina defectarea aparatului;
- ✓ **Conectarea multimetrului în serie** în circuit se realizează prin intermediul conectorilor. Pentru măsurări în curent continuu, se va respecta polaritatea bornelor și anume borna cu semnul + se leagă la plusul sursei, iar borna – se leagă la minusul sursei.  
*Atenție! Dacă polaritatea nu se respectă, aparatul riscă să se distrugă.  
În curent alternativ, nu are importanță polaritatea bornelor.*

#### Citirea valorii indicate

- ✓ Multimetrul analogic are mai multe scări gradate, de aceea se identifică scara pe care se va efectua citirea.

- ✓ Se calculează constanta aparatului  $K_I$  pentru domeniul și se înmulțește cu numărul de diviziuni indicate. Se obține astfel valoarea intensității curentului electric:

$$K_I = \frac{I_n}{\alpha_{\max}} \text{ A/div} \quad (1)$$

$$I = K_I \alpha \quad (2)$$

## Exemplu

### Măsurarea intensității curentului electric cu multimetrul analogic

Priviți multimetrul analogic din figura de mai jos – Figura 1.

Considerăm că acul indicator se află pe **poziția 1**.

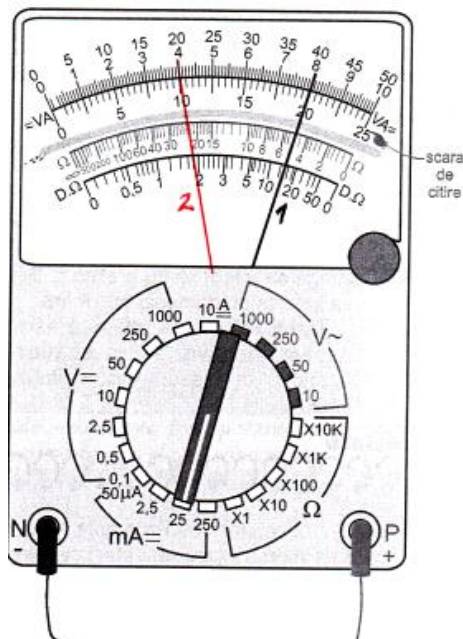


Figura 1 – Multimetru analogic

**Atenție!**

**Poziția comutatorului indică curentul nominal  $I_n$**

**În cazul nostru (figura de mai sus),  $I_n = 25\text{mA}$**

- *Scara de citire aleasă : 25, deci  $\alpha_{\max} = 25\text{div}$ ,  $\alpha = 10\text{div}$*

1. Calculăm constanta aparatului cu relația (1):

$$K_I = \frac{25\text{mA}}{25\text{div}} = 1\text{mA/div}$$

2. Calculăm valoarea intensității curentului electric cu relația (2):

$$I = 1\text{mA/div} \times 20\text{div} = 20\text{ mA}$$

$$I = 20\text{ mA}$$



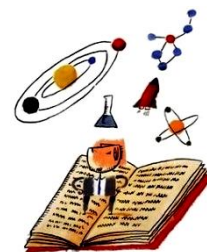
### Sarcina de lucru

Calculați valoarea intensității curentului electric indicată de multimetrul din Figura 1, dacă acul indicator se află pe **poziția 2**.

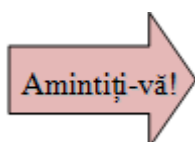


## ACTIVITATEA 5

### Măsurarea tensiunii electrice cu multimetrul analogic



	<b>Conținuturi</b>	Algoritmul de măsurare cu multimetrul analogic Citirea valorii indicate/măsurate
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate 4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice 4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii
	<b>Obiective</b>	Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit. Utilizarea mijloacelor de măsurare în funcție de tipul aparatului și mărimea măsurată



#### Algoritmul de măsurare cu multimetrul analogic

Măsurarea tensiunii electrice cu multimetrul analogic constă în:

- ✓ **Reglarea poziției acului indicator** cu ajutorul butonului corector de zero (când este cazul);
- ✓ **Selectarea funcției de voltmetru** de curent continuu (c.c. sau D.C. sau =) sau de curent alternativ (c.a. sau A.C. sau ~);
- ✓ **Alegerea domeniului de măsurare** cel mai apropiat de valoarea tensiunii de măsurat. Când nu există informații asupra valorii tensiunii de măsurat, se va fixa comutatorul (selectorul) pe domeniul cel mai mare. Alegerea unui domeniu mai mic decât cel de măsurare poate determina defectarea aparatului;
- ✓ **Conectarea multimetrului în paralel** în circuit se realizează prin intermediul conectorilor. Pentru măsurări în curent continuu, se va respecta polaritatea bornelor și anume borna cu semnul + se leagă la plusul sursei, iar borna – se leagă la minusul sursei.

*În curent alternativ, nu are importanță polaritatea bornelor.*

#### Citirea valorii indicate

- ✓ Multimetrul analogic are mai multe scări gradate, de aceea se identifică scara pe care se va efectua citirea.

- ✓ Se calculează constanta aparatului  $K_U$  pentru domeniul și se înmulțește cu numărul de diviziuni indicate. Se obține astfel valoarea tensiunii electrice:

$$K_U = \frac{U_n}{\alpha_{\max}} V / div \quad (1)$$

$$U = K_U \alpha \quad (2)$$

## Exemplu

### Măsurarea tensiunii electrice cu multimetrul analogic

Priviți multimetrul analogic din figura de mai jos – Figura 1.  
Considerăm că acul indicator se află pe **poziția 1**.



Figura 1 – Multimetrul analogic

### Atenție!

**Poziția comutatorului indică tensiunea nominală  $U_n$**

**În cazul nostru (figura de mai sus),  $U_n = 10V$**

➤ **Scara de citire aleasă : 10, deci  $\alpha_{\max} = 100div$ ,  $\alpha = 70div$**

1. **Calculăm constanta aparatului cu relația (1):**

$$K_U = \frac{10V}{100div} = 0,1V / div$$

2. **Calculăm valoarea intensității curentului electric cu relația (2):**

$$IU = 0,1V/div \times 70div = 7V$$

$$U = 7V$$

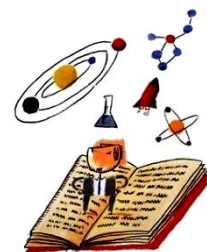


### Sarcina de lucru

Calculați valoarea tensiunii electrice indicată de multimetrul din Figura 1, dacă acul indicator se află pe **poziția 2**.

## ACTIVITATEA 6

### Măsurarea rezistenței electrice



	<b>Conținuturi</b>	Definiția rezistenței electrice, indicarea unității de măsură în S.I. Metode de măsurare Măsurarea rezistențelor prin metoda ampermetrului și voltmetrului Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul
	<b>Rezultate ale învățării:</b>	4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) 4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate 4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice 4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii
	<b>Obiective</b>	Cunoașterea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice și a modului de montare a aparatelor electrice în circuit. Precizarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice.



#### 1. Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect:

Scara ohmmetrului serie este:

- a. directă și uniformă;
- b. directă și neuniformă;
- c. inversă și uniformă.
- d. inversă și foarte neuniformă.

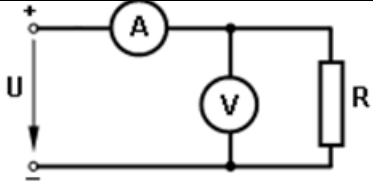
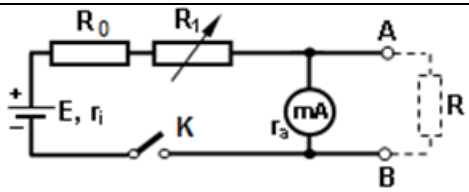
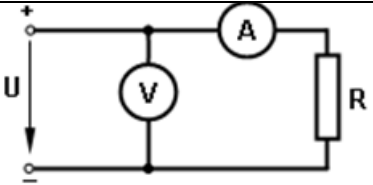
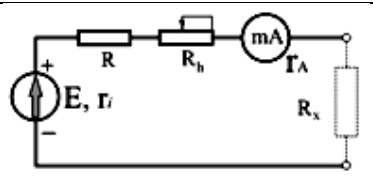
#### 2. Citește cu atenție afirmația de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera A, dacă apreciezi că afirmația este falsă, încercuiește litera F:

A.        F.        Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul este o metodă de măsurare indirectă.

#### 3. Completează spațiul liber din enunțul următor cu sintagma (termenul) corespunzătoare:

Metoda ampermetrului și voltmetrului, montajul ----- se folosește pentru măsurarea rezistențelor de valoare mică față de rezistența voltmetrului.

4. În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt reprezentate circuite electrice de măsurare a rezistențelor electrice, iar în coloana **B** sunt enumerate metode de măsurare a acestora. Scrieți, pe foaia cu răsunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

<b>A. Circuite electrice de măsurare a rezistențelor electrice</b>	<b>B. Metode de măsurare a a rezistențelor electrice</b>
<p><b>1</b></p> 	<p><b>a.</b> Măsurarea indirectă a rezistențelor electrice – varianta amonte</p>
<p><b>2</b></p> 	<p><b>b.</b> Măsurarea indirectă a rezistențelor electrice - metoda comparării tensiunilor</p>
<p><b>3</b></p> 	<p><b>c.</b> Măsurarea indirectă a rezistențelor electrice – varianta aval</p>
<p><b>4</b></p> 	<p><b>d.</b> Măsurarea directă a rezistențelor electrice de valoare mare</p>
	<p><b>e.</b> Măsurarea directă a rezistențelor electrice de valoare mică</p>

# IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE

## MĂSURAREA INTENSITĂȚII CURENTULUI ELECTRIC



### Unități de rezultate a învățării:

URÎ 4. Măsurarea mărimilor tehnice specifice proceselor industrial

### Rezultate ale învățării:

#### Cunoștințe

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparata analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### Abilități

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

#### Atitudini

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

### Conținuturi:

- Definiția curentului electric și a intensității curentului electric
- Simbolizarea ampermetrelor, tipuri de ampermetre
- Montarea ampermetrelor în circuit
- Rezistența internă a ampermetrelor

**Curentul electric** reprezintă mișcarea ordonată a purtătorilor de sarcină electrică într-un conductor.

**Intensitatea curentului electric  $I$** , reprezintă cantitatea de purtători de sarcină care traversează secțiunea unui conductor în unitatea de timp.

Unitatea de măsură este amperul, simbol A. Amperul este o unitate fundamentală a sistemului SI.

Măsurarea intensității curentului în circuitele de curent continuu și de curent alternativ se realizează prin metode de citire directă cu aparate de măsurat numite ampermetre.

**Simbolul ampermetrului** – fig. 1

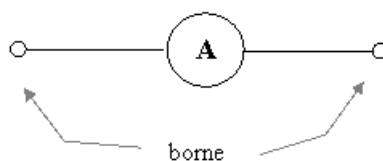


Fig. 1

Ampermetrele pot fi analogice (fig.2.a) sau digitale (fig.2.b) cu unul sau mai multe domenii de măsurare.



Fig. 2.a



Fig. 2.b

Ampermetrele analogice se realizează pe baza dispozitivelor studiate în capitolul anterior.

Cuplul activ ce acționează asupra sistemului mobil al acestor aparate, oricare ar fi tipul lor constructiv, este funcție de intensitatea curentului de măsurat. Aceasta înseamnă că rotirea  $\alpha$  a acului indicator este:  $\alpha = f(I)$ , deci aparatul analogic poate funcționa ca ampermetru.

Curenții de intensitate foarte mică, se măsoră cu aparate foarte sensibile numite galvanometre (fig. 3), curenții de ordinul miliamperilor se măsoră cu miliampermetrul.



Fig. 3 Galvanometru cu spot luminos

### Montarea ampermetrelor în circuit

Deoarece la ampermetre indicația depinde de intensitatea curentului ce le străbate, pentru a măsura intensitatea curentului într-un circuit este necesar ca ampermetrul să fie montat în serie în circuitul respectiv, astfel încât curentul de măsurat să treacă prin aparat. (fig. 4.)

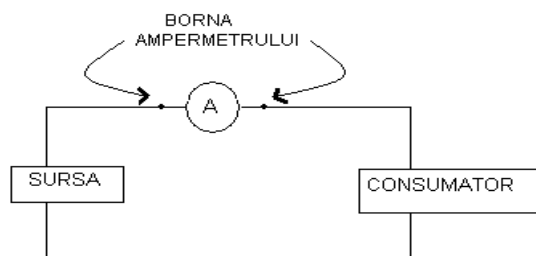


Fig. 4. Montarea în serie a ampermetrului

Orice circuit în care se măsoră intensitatea curentului poate fi redus la o schemă echivalentă care conține o sursă de tensiune  $E$  și o rezistență  $R$  (fig. 5.a). În acest caz, intensitatea curentului va fi:

$$I = \frac{E}{R}$$

După montarea ampermetrului, în circuit intervine în serie și rezistența sa proprie  $r_a$  (fig. 4.b), iar intensitatea curentului va deveni:

$$I_1 = \frac{E}{R + r_a}$$

Ca urmare, măsurarea va fi afectată de o eroare sistematică de metodă.

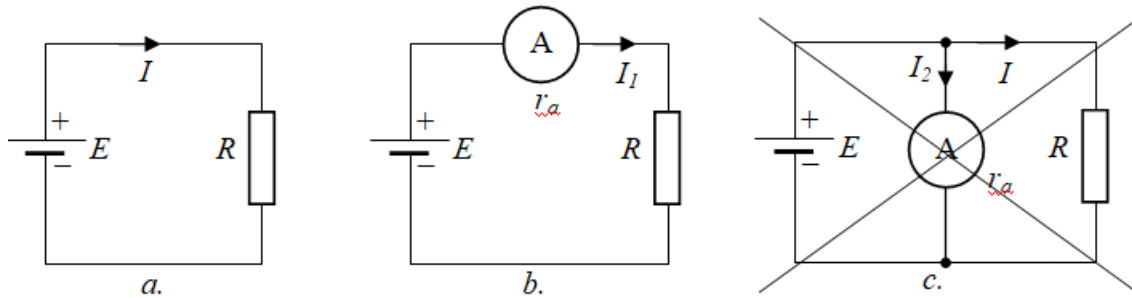


Fig. 5 Montarea ampermetrului în circuitul de măsurare:  
 a – circuitul fără ampermetru;  
 b - circuitul cu ampermetrul montat corect;  
 c – circuit cu ampermetru montat greșit.

Pentru ca la montarea ampermetrului într-un circuit funcționarea circuitului să se modifice cât mai puțin, este necesar ca rezistența proprie a ampermetrului să fie mult mai mică decât rezistența circuitului:

$$r_a \ll R.$$

**Exemplu:**

Într-un circuit alimentat la o sursă de tensiune  $E = 3V$  și care conține o rezistență  $R = 3\Omega$  se montează un ampermetru care are  $r_a = 1\Omega$ .

- Înainte de montarea ampermetrului:

$$I = E/R = 3/6 = 0,5 \text{ A}$$

- După montarea ampermetrului:

$$I_1 = E/(R + r_a) = 3/(6+1) = 0,42 \text{ A}$$

- Dacă rezistența ampermetrului ar fi  $r_a = 0,1 \Omega$ , atunci:

$$I = E/(R + r_a) = 3/(6+0,1) = 0,491 \text{ A}$$

Conectarea ampermetrului în circuitul de măsurare nu trebuie să influențeze valoarea mărimii de măsurat și, implicit, regimul de lucru al circuitului. Practic, oricât de precise ar fi aparatele de măsurat folosite, acestea vor introduce erori de măsurare. Între valoarea mărimii indicate de aparatele de măsurat și cea reală, care exista înainte de conectarea acestora în circuitul de măsurare, este o diferență determinată de rezistența aparatului de măsurat ( $r_A$  – rezistența ampermetrului nu este zero).

**Concluzie:**

Cu cât rezistența ampermetrului este mai mică față de rezistența circuitului, cu atât erorile datorate acestei rezistențe sunt mai mici, deci calitatea măsurării este mai bună.

**Important:**

La montarea greșită a ampermetrului, în paralel în circuitul de măsurare (fig. 5.c), datorită rezistenței foarte mici a acestuia, prin aparat va trece un curent cu o intensitate foarte mare:

$$I_2 = E / r_a$$

Deoarece  $r_a \ll R$ , rezultă  $I_2 \gg I$ , ceea ce duce la deteriorarea ampermetrului.

Deoarece montarea în paralel a ampermetrului duce la defectarea lui, aceasta se consideră o greșeală foarte gravă în tehnica măsurărilor.

**Scheme electrice de măsurare a intensității curentului electric:**

**Ampermetrul se conectează în serie cu consumatorul.**

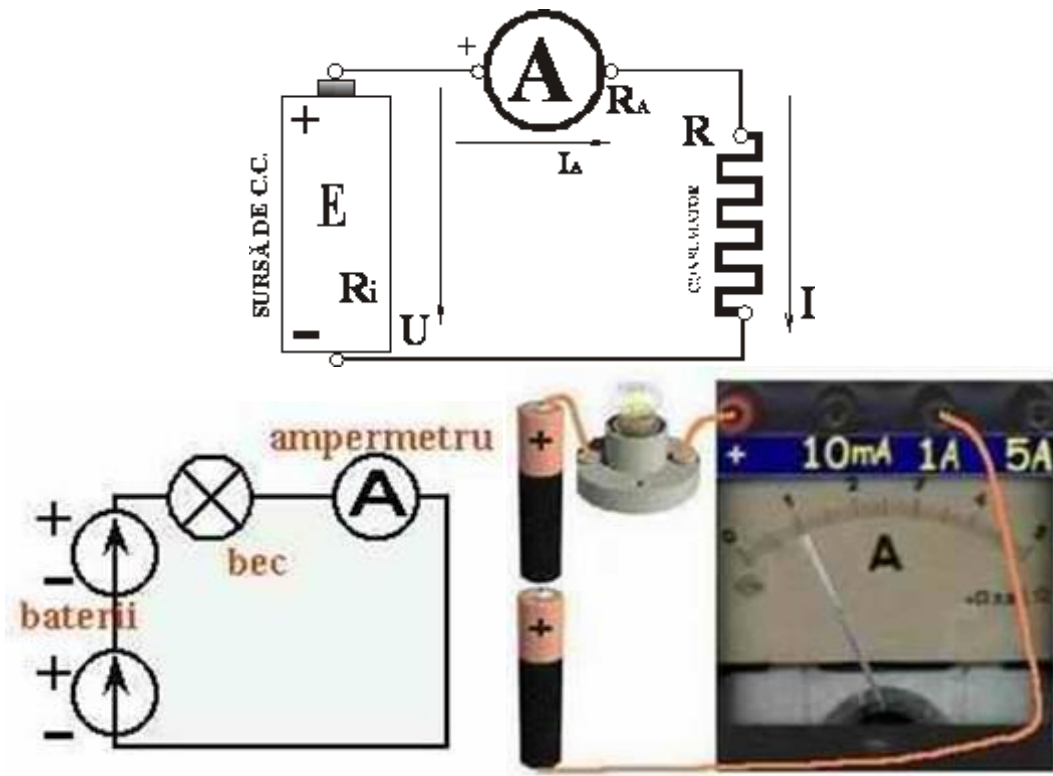


fig. 5.

**Atenție !!**

- Nu se conectează ampermetrul direct la baterie, fără consumator ( bec sau rezistor). Se va **arde** ampermetrul !
- Se conectează borna + a bateriei la borna pozitivă (de culoare roșie, de obicei) a ampermetrului.



## FIȘA DE LUCRU

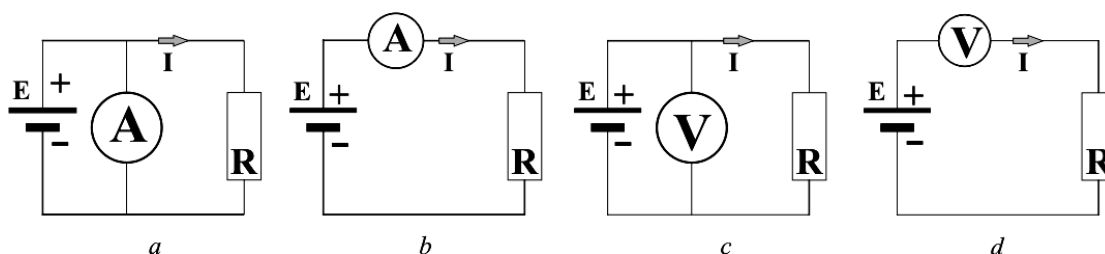
### Măsurarea intensității curentului electric



#### Sarcina 1

Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect:

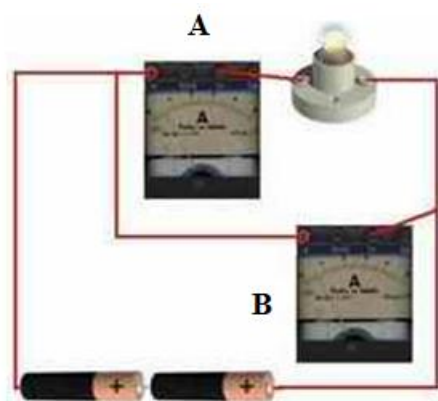
- Măsurarea intensității curentului electric cu ampermetrul este o metodă:
  - directă;
  - indirectă;
  - de comparație;
  - de laborator.
- Precizați care montaj este destinat măsurării intensității curentului electric:



#### Sarcina 2

Precizați care dintre ampermetrele A, B din figura de mai jos, e conectat corect pentru a măsura intensitatea curentului prin bec și explicați de ce:

- amândouă;
- ampermetrul B;
- ampermetrul A;
- niciunul.



#### Sarcina 3

1. Citește cu atenție afirmația de mai jos. În cazul în care apreciezi că afirmația este adevărată, încercuiește litera A, dacă apreciezi că afirmația este falsă, încercuiește litera F:

- A. F. Montarea în paralel a ampermetrului determină distrugerea acestuia.

#### ***Sarcina 4***

1. Completează spațiul liber din enunțul următor cu sintagma (termenul) corespunzătoare:

Rezistența internă a ampermetrelor este mult mai ----- decât a consumatorului

2. Într-un circuit alimentat de la o sursă de tensiune  $E = 4,5 \text{ V}$  și care conține o rezistență  $R$  de  $5 \Omega$ , se montează un ampermetru care are rezistența internă  $r_A = 1 \Omega$ .

Cerințe:

2.1. Desenați circuitul electric

2.2. Calculați:

- a. Valoarea intensității curentului electric înainte de a monta ampermetrul;
- b. Valoarea intensității curentului măsurată de ampermetru;
- c. Să se determine eroarea relativă.



### Unități de rezultate a învățării:

URÎ 4. Măsurarea mărimilor tehnice specifice proceselor industrial

### Rezultate ale învățării:

#### Cunoștințe

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparat analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### Abilități

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

#### Atitudini

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

### Conținuturi:

- Șuntul
- Transformatorul de măsură de curent

Indiferent de tipul aparatului de măsurat, acesta este construit pentru a suporta o anumită valoare de măsurat (tensiune electrică, curent electric, putere electrică, frecvență etc.). Pentru a putea măsura intensități electrice, mai mari decât cele suportate de dispozitivul de măsurat, se apelează la **șunturi** – fig. 1 sau, în cazul măsurărilor de curenți foarte mari, la **transformatoare de măsură de curent** – fig. 2.



Fig. 1 - Șunturi



Fig. 2 - Transformatoare de măsură de curent

**Șuntul** este o rezistență electrică, de obicei de valoare mică, care se montează în paralel pe aparatul de măsurat și prin care trece o parte din curentul de măsurat – fig. 3.

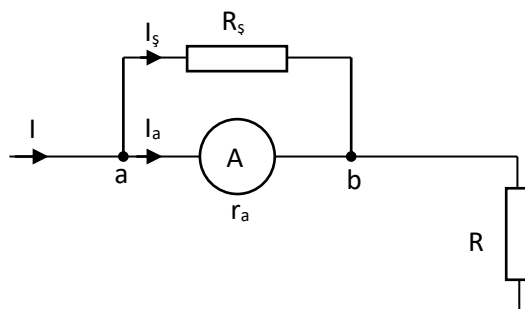


Fig. 3 Ampermetru cu șunt.

Pentru dimensionarea șunturilor se consideră circuitul din figura de mai sus. Notând cu  $I$  intensitatea curentului de măsurat, cu  $I_s$  și cu  $r_s$  intensitatea curentului ce trece prin șunt și, respectiv, rezistența șuntului, cu  $I_a$  și  $r_a$  intensitatea curentului ce trece prin aparat și, respectiv, rezistența aparatului, tensiunea între punctele a, b, va fi:

$$U_{ab} = I_a \cdot r_a = I_s \cdot R_s = I \cdot \frac{r_a \cdot R_s}{r_a + R_s} \quad (1.)$$

Aplicând prima teoremă a lui Kirchhoff în nodul a, se poate scrie:

$$I = I_a + I_s \quad (2.)$$

Din relațiile (1) și (2.) se poate deduce:

$$\begin{aligned} r_s &= \frac{I_a \cdot r_a}{I_s} ; \\ I_s &= I - I_a . \end{aligned} \quad (3.)$$

Relațiile de mai sus permit dimensionarea șuntului atunci când se cunosc caracteristicile aparatului magnetoelectric ( $I_a$  și  $r_a$ ) și intensitatea  $I$  a curentului de măsurat.

Se mai poate scrie:

$$\frac{I}{I_a} = \frac{R_s + r_a}{R_s} = 1 + \frac{r_a}{R_s} = n ,$$

în care  $n$  indică de câte ori este mai mare curentul de măsurat față de curentul nominal și se numește coeficient de multiplicare sau factor de șuntare.

Din relația:

$$n = 1 + \frac{r_a}{R_s}$$

se obține:

$$R_s = \frac{r_a}{n - 1} \quad (4)$$

Ultima relație arată că, pentru a exista de  $n$  ori limita de măsurare a unui ampermetru, este necesar un șunt cu rezistența  $n-1$  ori mai mică decât rezistența aparatului.

**Transformatorul de măsură de curent** este folosit în instalațiile de medie sau înaltă tensiune pentru a măsura valori de ordinul zecilor, sutelor sau miilor de amperi. Montarea transformatorului se face ca în figura 4.

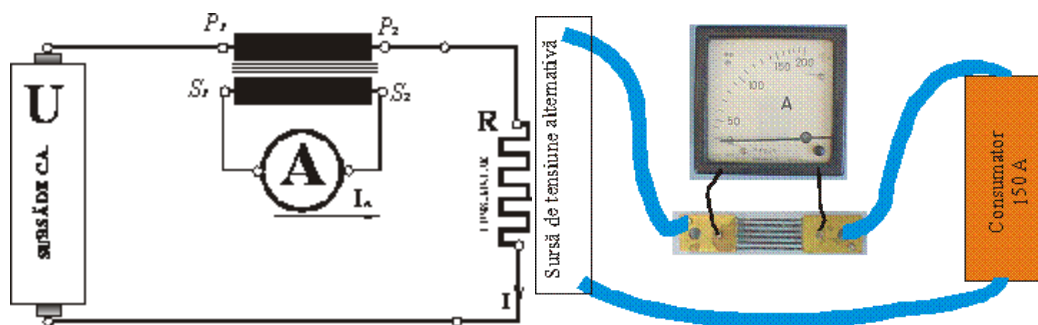


Fig. 4

Ampermetrul este construit pentru a suporta un curent de 5 A. Acesta se va monta în secundarul transformatorului de măsură.

La transformatoarele de curent, în funcție de valorile impedanței secundare  $Z_S$  și ale intensității curentului primar  $I_1$ , se disting următoarele regimuri de funcționare: regim normal și regim de avarie.

**Observație:** Secundarul transformatorului de măsură de curent nu trebuie lăsat să funcționeze în gol. Curentul care va trece prin secundar va fi foarte mare, în consecință, datorită efectului termic, se va arde.

## APLICAȚIE

Un ampermetru magnetoelectric are intervalul de măsurare 1 mA și rezistența interioară de 300  $\Omega$ .

- Calculați șuntul pentru extinderea intervalului de măsurare la 150 mA;
- Reprezentați schema electrică a ampermetrului cu șunt.

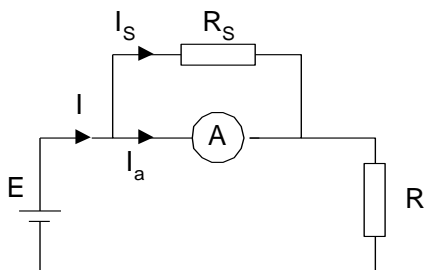
### REZOLVARE

a.

$$n = \frac{I}{I_a} = \frac{150}{1} = 150$$

$$R_s = \frac{R_a}{n-1} = \frac{300}{149} = 2,013 \Omega$$

b.





### Unități de rezultate a învățării:

URÎ 4. Măsurarea mărimilor tehnice specifice proceselor industrial

### Rezultate ale învățării:

#### Cunoștințe

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparatale analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### Abilități

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

#### Atitudini

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

### Conținuturi:

- Definiția tensiunii electrice
- Simbolizarea voltmetrelor
- Montarea voltmetrelor în circuit
- Rezistența internă a voltmetrelor
- Extinderea domeniului de măsurare

Tensiunea electrică este definită ca diferența de potențial electric dintre două puncte.

Unitatea de măsură pentru tensiune electrică în sistemul SI este voltul, având ca simbol V.

Tensiunea electrică se măsoară prin metode de citire directă, cu aparate numite voltmetre.

**Simbolul voltmetrului** – fig. 1

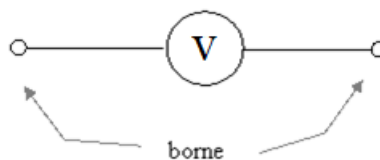


Fig.1.

Voltmetrele pot fi analogice (fig.2.a) sau digitale (fig.2.b) cu unul sau mai multe domenii de măsurare.



Fig. 2.a



Fig. 2.b

### Montarea voltmetrelor în circuit

Conectarea voltmetrului în circuitul de măsurare nu trebuie să influențeze valoarea mărimii de măsurat. Pentru ca un voltmetru să măsoare tensiunea electrică între două puncte ale unui circuit, el trebuie montat în paralel pe circuit între cele două puncte, astfel tensiunea de măsurat să fie egală cu tensiunea de la bornele sale – fig. 2.b.

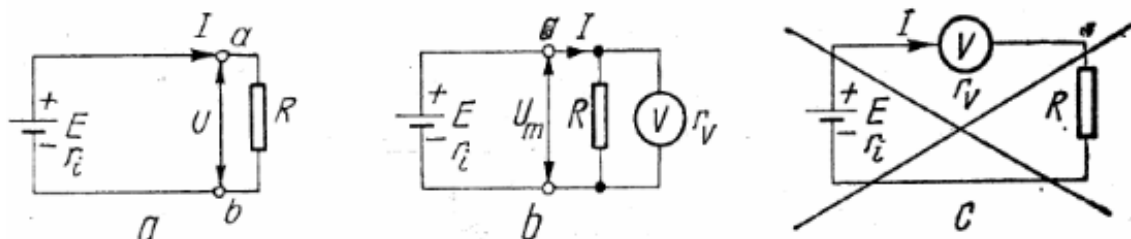


Fig.2. Montarea voltmetrului în circuit .

- a – circuit fără voltmetru ;
- b – circuit cu voltmetru montat corect;
- c – circuit cu voltmetru montat greșit

Prin introducerea voltmetrului în circuit, se produc erori sistematice de metodă datorită faptului că voltmetrul are o rezistență internă proprie notată cu  $R_v$ .

### Concluzie

Pentru ca la montarea voltmetrului în circuit funcționarea acestuia să se modifice cât mai puțin este necesar ca rezistența voltmetrului  $R_v$  să fie mult mai mare decât rezistența  $R$ .

$$R_v \gg R$$

### Important!

La montarea greșită a voltmetrului, în serie cu circuitul, datorită rezistenței foarte mari a acestuia curentul în circuit scade foarte mult fig. 2.c.

### Voltmetrul cu mai multe domenii de măsurare

Voltmetrele cu mai multe domenii de măsurare sunt prevăzute cu un comutator, sau cu mai multe borne cu ajutorul cărora se alege domeniul de măsurare în funcție de valoarea tensiunii ce trebuie măsurată.

Gradațiile scalei încep cu 0 (de obicei în stânga scalei) și se termină cu valoarea maximă  $\alpha_{max}$  corespunzătoare unei tensiuni maxime a aparatului  $U_n$  (tensiunea nominală).

Dacă acul indicator s-a oprit la o valoare  $\alpha$  corespunzătoare unei valori  $U$  a tensiunii putem deduce valoarea  $U$  de măsurat:

Pentru fiecare scară și domeniu de măsurare, la voltmetrele analogice, se va calcula constanta aparatului  $K_U$ :

$$K_U = \frac{U_n}{\alpha_{\max}} \text{ V / div}$$

$$U = K_U \alpha$$

Unde:

$U_n$ - valoarea tensiunii nominale pentru domeniul respectiv

$\alpha_{\max}$  – numărul maxim de diviziuni ale scării gradate

$\alpha$  - numărul de diviziuni arătate de acul indicator

$U$  – tensiunea pe care o măsoară aparatul corespunzătoare indicației  $\alpha$  a voltmetrului



Notați valoarea indicată de aparat.

Aplicație: Un voltmetru cu  $U_n = 2,5 \text{ V}$  în curent continuu are scara  $\alpha_{\max} = 50$  diviziuni. Acul indică 30 diviziuni. Ce tensiune măsoară voltmetrul?

### Extinderea domeniului de masurare .

Se poate extinde domeniul de măsurare cu ajutorul unor rezistențe numite rezistențe adiționale. Rezistența adițională este o rezistență de valoare mare, care se montează în serie cu aparatul și pe care cade o parte din tensiunea de măsurat.

Pentru dimensionarea rezistențelor adiționale se consideră circuitul din figura 4:

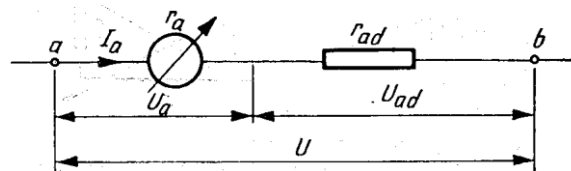


Fig.4.

Se observă că atât prin aparatul de măsurat, cât și prin rezistența adițională, trece același curent,  $I_a$  :

$$I_a = U_a / r_a = U / (r_a + r_{ad})$$

Din aceasta relație se poate deduce :

$$U / U_a = (r_a + r_{ad}) / r_a = 1 + (r_{ad} / r_a) = n ,$$

unde  $n$  indică de câte ori tensiunea de măsurat este mai mare decât tensiunea nominală și se numește coeficient de multiplicare.

Din relația :

$$n = r_{ad} / r_a \quad \text{se obține :}$$

$$r_{ad} = r_a (n - 1)$$

### Concluzie:

Pentru a extinde de  $n$  ori intervalul de măsurare al unui voltmetru, este necesară o rezistență adițională de  $n - 1$  ori mai mare decât rezistența aparatului.



## APLICAȚII

1. Un aparat magnetoelectric are  $I_a = 1\text{mA}$  și  $r_a = 100\Omega$ .

Să se determine rezistență adițională necesară pentru a putea măsura o tensiune  $U = 10\text{V}$ .

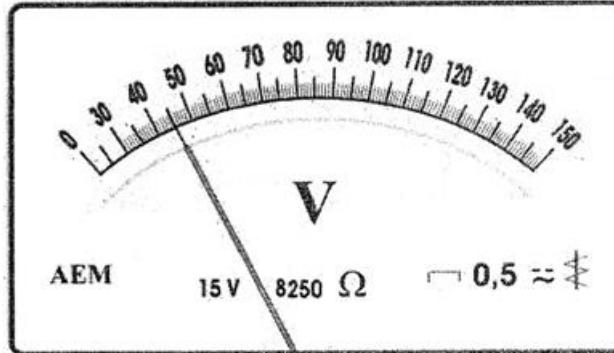
**REZOLVARE:**

$$U_a = I_a r_a = 0,001 \cdot 100 = 0,1 \text{ V}$$

$$n = U / U_a = 10 / 0,1 = 100$$

$$R_{ad} = r_a (n - 1) = 100 (100 - 1) = 9900\Omega$$

2. Voltmetrul din figura de mai jos necesită extinderea domeniului de măsurare la 300 V.



Se cere:

**a.** Calculați constanta aparatului după extinderea domeniului de măsurare;

**b.** Determinați valoarea rezistenței adiționale pentru a extinde domeniul de măsurare la 300 V;

**c.** Stabiliți valoarea tensiunii indicate de ac, după extinderea domeniului de măsurare.

**REZOLVARE:**

**a.**

$$K_v = U_{\max} / \alpha_{\max}$$

$$K_v = 300 / 150 = 2 \text{ V/div}$$

**b.**

$$R_{ad} = R_v(n-1)$$

$$n = \frac{U_{\max}}{U_n}$$

$$n = \frac{300}{15} = 20$$

$$R_{ad} = 8250 (20 - 1) = 156750 \Omega$$

**c.**

$$U = \alpha \cdot K_v$$

$$U = 45 \times 2 = 90 \text{ V}$$



### Unități de rezultate a învățării:

URÎ 4. Măsurarea mărimilor tehnice specifice proceselor industrial

### Rezultate ale învățării:

#### Cunoștințe

4.1.2. Mijloace de măsurare și control utilizate pentru realizarea pieselor conform documentației tehnice (principii de funcționare și caracteristici tehnice) – Aparata analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice din circuitele dec.c. și c.a.

#### Abilități

4.2.6. Selectarea mijloacelor de măsurare și control specifice pentru fiecare din mărimile tehnice măsurate

4.2.7. Utilizarea mijloacelor de măsurare și control pentru mărimi electrice

4.2.8. Corelarea aparatului de măsură cu mărimea de măsurat și cu domeniul de variație al mărimii

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare.

#### Atitudini

4.3.1. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

### Conținuturi:

- Definiția rezistenței electrice, indicarea unității de măsură în S.I.
- Metode de măsurare
- Măsurarea rezistențelor prin metoda ampermetrului și voltmetrului
- Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul

**Rezistența electrică** este o mărime egală cu raportul între tensiunea electrică aplicată între capetele unui conductor și intensitatea curentului produs de această tensiune în conductorul respectiv.

$$R = \frac{U}{I}$$

Unitatea de măsură pentru rezistența electrică în sistemul SI este ohmul, având ca simbol  $\Omega$ :

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

### Metode de măsurare a rezistenței electrice:

- metoda indirectă a ampermetrului și voltmetrului, cu variantele amontesi aval;
- metodele de comparație, dintre care:
  - metoda substitutiei;
  - metoda comparării tensiunilor;
  - metoda reducerii tensiunii la jumătate;
  - metode de punte;
- metode cu citire directă, folosind ohmmetre și megohmmetre.

## Măsurarea rezistențelor prin metoda ampermetrului și voltmetrului

Metoda ampermetrului și voltmetrului este o metodă indirectă: se măsoară tensiunea la bornele rezistenței cu voltmetrul și intensitatea curentului ce trece prin rezistență, cu ampermetrul; valoarea rezistenței de măsurat se obține aplicând legea lui Ohm:

$$R = \frac{U}{I}$$

În funcție de modul cum este montat ampermetrul față de voltmetru se pot realiza două variante de montaj:

- Varianta amonte
- Varianta aval

### Metoda ampermetrului și voltmetrului - Varianta amonte

Voltmetrul este montat înaintea ampermetrului – fig. 1.

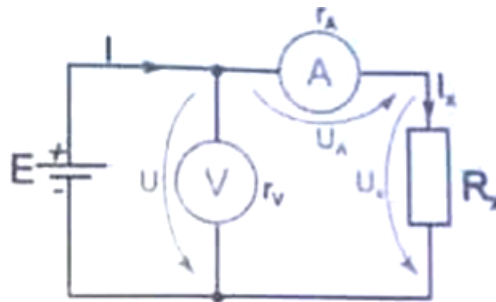


Fig.1 - Montaj amonte

$$R_x = \frac{U_x}{I_x}$$

#### Ampermetrul măsoară curentul:

$I = I_x$ , unde  $I$  este curentul prin ampermetru iar  $I_x$  este curentul prin rezistența  $R_x$  a cărei valoare trebuie determinată.

#### Voltmetrul măsoară tensiunea

$U = U_a + U_x$ , unde  $U_a$  este tensiunea la bornele ampermetrului iar  $U_x$  este tensiunea la bornele rezistenței  $R_x$ .

$$\text{Din relația: } U = U_a + U_x \Rightarrow U_x = U - U_a$$

Înlocuim în relația:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} \text{ pe } U_x \text{ și } I_x$$

$$R_x = \frac{U - U_a}{I} = \frac{RI - r_a I}{I} = \frac{I(R - r_a)}{I} = R - r_a,$$

unde conform legii lui Ohm:  $U = RI$  iar  $U_a = r_a I$

$R_x$  = rezistența necunoscută

$R$  = rezistența circuitului

$r_a$  = rezistența ampermetrului

$$\Rightarrow R_x = R - r_a$$

Se observă că în situația când  $r_a \ll R_x$  se poate neglija  $r_a$  și rezistența necunoscută  $R_x$  rezultată direct din indicațiile aparatelor (ampermetrului și voltmetrului).

#### Concluzie.

**Varianta amonte se folosește pentru măsurarea rezistențelor mari, mult mai mari decât rezistența ampermetrului.**

## Metoda ampermetrului și voltmetrului - Varianta aval

Voltmetrul este montat după ampermetru - 2.

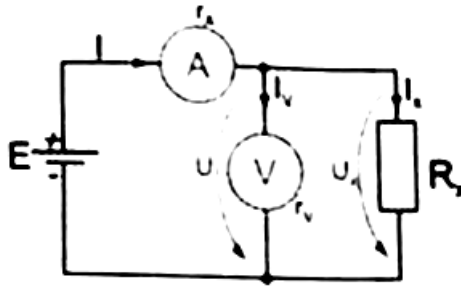


Fig.2 - Montaj amonte

În acest montaj ampermetrul măsoară curentul I diferit de valoarea curentului  $I_x$  ce parcurge rezistența necunoscută  $R_x$  :

Conform teoremei I a lui Kirchhoff  $\Rightarrow I = I_x + I_v$ , unde

$I$  = curentul citit la ampermetru

$I_x$  = curentul ce trece prin rezistența necunoscută  $R_x$

$I_v$  = curentul prin voltmetru.

Din această relație  $\Rightarrow I_x = I - I_v$

Voltmetrul măsoară o tensiune  $U$  egală cu tensiunea de la bornele rezistenței  $R_x$ :

$$U = U_x$$

Înlocuim în relația:  $R_x = \frac{U_x}{I_x}$  pe  $U_x$  și  $I_x$

$$R_x = \frac{U}{I - I_v} = \frac{U}{I - \frac{U}{r_v}}, \text{ unde conform legii lui Ohm, } \frac{U}{r_v} = I_v \text{ (curentul prin voltmetru)}$$

Deoarece  $r_v \gg R_x$ , atunci  $I_v \ll I_x$ . Deci  $I_v$  poate fi neglijat în raport cu  $I_x$  care este egal cu  $I$ , iar valoarea rezistenței  $R_x$  calculate este aproximativ egală cu valoarea lui  $R$  ( $R_x$  rezultată direct din indicațiile ampermetrului și voltmetrului).

$$R_x \sim R$$

### Concluzie

**Varianta aval se folosește pentru măsurarea rezistențelor mici, mult mai mici decât rezistența voltmetrului.**

## Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul

Ohmmetrele sunt aparate care funcționează pe baza legii lui Ohm:  $R=U/I$

### Ohmmetre analogice

Sunt compuse dintr-un miliampermetru magnetoelectric, rezistoare adiționale variabile și o baterie de c.c.

Ohmmetrele analogice se realizează în două variante constructive:

- serie
- derivație

### Ohmmetre serie

Ohmmetrul cu montaj serie (fig. 3) are aparatul indicator legat în serie cu rezistența de măsurat  $R_x$ .

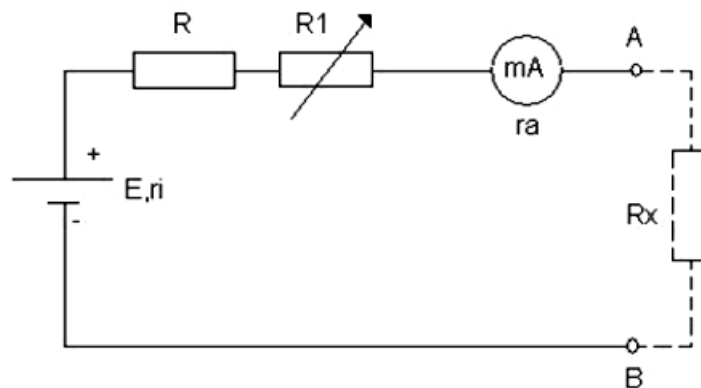


Fig. 3. - Schema electrică a ohmmetrului serie



- miliampermetru magnetoelectric, cu rezistența  $r_a$
- E - baterie de c.c, având rezistența internă  $r_i$  (Ohmmetrul are o sursă internă de tensiune)
- R - rezistență fixă, pentru limitarea curentului
- $R_1$  - rezistență variabilă pentru reglarea aparatului
- A, B - bornele aparatului
- $R_x$  - rezistența de măsurat

Scara aparatului este gradată invers și este foarte neuniformă – fig. 4

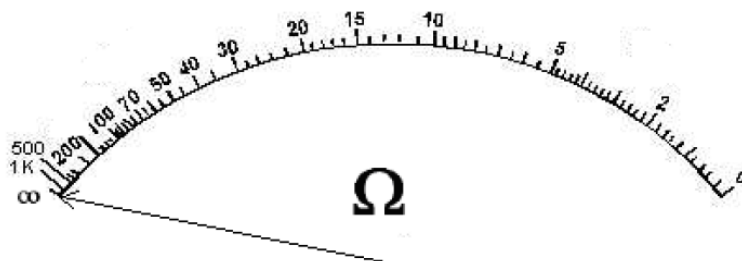


Fig. 4 – Scara gradată

### Observație:

Ohmmetrul serie este utilizat pentru măsurarea rezistențelor mari

## Ohmmetre derivație

Ohmmetrul cu montaj în paralel - fig. 5. are aparatul indicator legat în derivație cu rezistența de măsurat  $R_x$ .

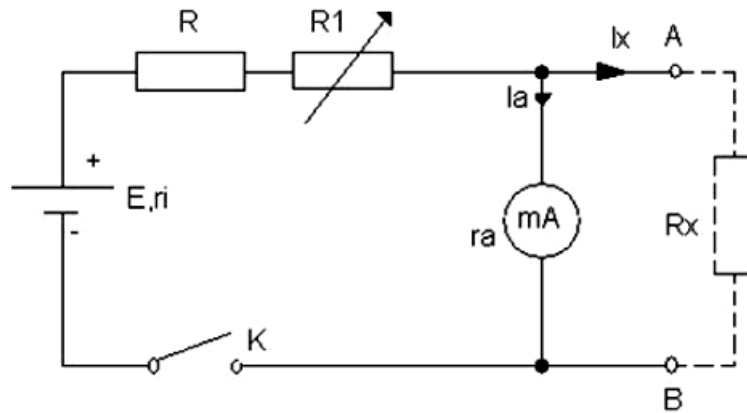


Fig. 5. - Schema electrică a ohmmetrului derivație

E - baterie de c.c, având rezistența internă  $r_i$

R - rezistență fixă, pentru limitarea curentului

R1 - rezistență variabilă, pentru reglarea aparatului



-miliampermetru magnetoelectric, cu rezistența  $r_a$

A,B - bornele aparatului

$R_x$  - rezistența de măsurat

Scara aparatului este gradată normal și este foarte neuniformă – fig.6.

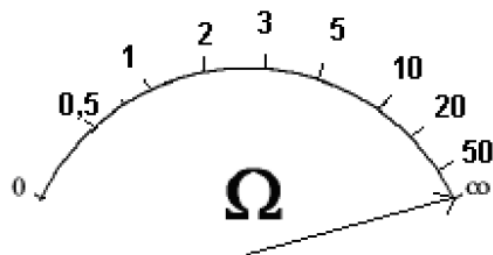


Fig. 6 – Scara gradată

### Observație:

Ohmmetrul derivație se folosește pentru măsurarea rezistențelor mici (până la  $20 \Omega$ )

## APLICAȚIE

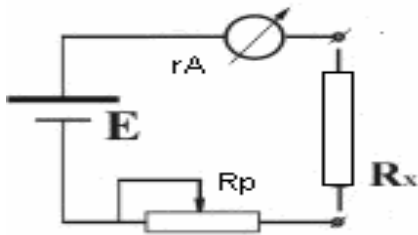
Se consideră un ohmmetru serie având: o baterie cu tensiunea  $E=1,5V$ , un ampermetru cu rezistență internă  $r_A = 5 \Omega$  și valoarea maximă indicată  $I_{Amax} = 0,1 A$  și un rezistor variabil  $R_p$  în limita  $0-50 \Omega$ .

Se cere:

- Reprezentați schema electrică a ohmmetrului.
- Calculați valoarea rezistenței  $R_p$  când acul indicator al ohmmetrului indică  $0 \Omega$ .
- După un timp de utilizare tensiunea bateriei scade la  $E_1=1,45V$ , iar rezistența internă  $r$  a bateriei crește de la  $0$  la  $3\Omega$ . Calculați valoarea rezistenței  $R_p$  în acest caz.

## REZOLVARE

a.



b.

Când acul indicator al ohmmetrului indică  $0 \Omega$ ,  $R_x=0$  deci intensitatea curentului prin circuit este maximă. Conform legii lui Ohm:

$$I_{Amax} = E / (R_p + r_A)$$

$$R_p + r_A = E / I_{Amax}$$

$$R_p = (E / I_{Amax}) - r_A = (1,5 / 0,1) - 5 = 15 - 5 = 10 \Omega$$

c.

$$I_{Amax} = E_1 / (R_p + r_A + r)$$

$$R_p + r_A + r = E_1 / I_{Amax}$$

$$R_p = (E_1 / I_{Amax}) - r_A - r = (1,45 / 0,1) - 5 - 3 = 14,5 - 5 - 3 = 6,5 \Omega$$

## Bibliografie:

- M. Tănăsescu, T. Gheorghiu, C. Ghețu, C. Cepișcă - Măsurări tehnice - manual pt. clasa a X-a, Editura Aramis, 2005
- Suport curs – Program A „Profesor evaluator de competențe profesionale” din cadrul proiectului „Formarea cadrelor didactice în domeniul evaluării competențelor profesionale
- Variante subiecte Olimpiada din aria curriculară „Tehnologii”
- <http://www.cursuri.flexform.ro/>
- <https://www.google.com/>

Prof. Șarpe Stela