



MINISTERUL
EDUCAȚIEI ȘI
CERCETĂRII



CENTRUL NAȚIONAL
DE DEZVOLTARE A
ÎNVĂȚĂMÂNTULUI
PROFESIONAL ȘI TEHNIC



REPERE METODOLOGICE PENTRU CONSOLIDAREA ACHIZIȚIILOR ANULUI ȘCOLAR 2019-2020

ANEXA DOMENIULUI
DE PREGATIRE
PROFESIONALĂ
ELECTROMECHANICĂ



ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL ȘI TEHNIC

**Recomandări metodologice pentru consolidarea achizițiilor din anul școlar
2019-2020 /Ghid metodologic**

ANEXA ELECTROMECHANICA

În învățământul profesional și tehnic, pregătirea de specialitate se realizează în sistem modular și se bazează pe Standardul de Pregătire Profesională (SPP) al calificării pe care elevul o dobândește la absolvirea cursurilor. În Standardul de Pregătire Profesională sunt prevăzute rezultatele învățării în termeni de cunoștințe, abilități și atitudini. Aceste rezultate sunt grupate în unități de rezultate ale învățării, fiecare unitate corespunzând unui modul de pregătire.

Structura curriculum-ului școlar precizează, prin planul de învățământ, categoriile de pregătire - teoretică și practică, prin laborator tehnologic și instruire în atelier - prin care elevii pot dobândi rezultatele învățării precizate în SPP. Drept urmare, se recomandă ca planificarea calendaristică a activității didactice să fie un document care se întocmește integrat, prin colaborarea cadrelor didactice care să asigure fiecare categorie de pregătire: succesiunea temelor corelată, astfel încât abordarea teoretică a cunoștințelor să fie, pe cât posibil, urmată de aplicarea lor practică, în laboratorul de specialitate sau în atelierul de instruire practică.

EXEMPLUL 1

I.STUDIUL COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE, clasa a IX-a

Scop: Facilitarea intervenției cadrului didactic în pregătirea elevilor din IPT, în anul școlar 2020-2021, pentru remedierea acelor decalaje, create de finalizarea anului școlar 2019-2020 în condiții de pandemie, între curriculum scris (materializat în programa școlară) și cel implementat (aplicarea programei), dat fiind faptul că aceste decalaje au consecințe directe asupra curriculumului realizat (achizițiile elevilor) în termeni de rezultate ale învățării.

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a IX 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 X-a în care pot fi preluate/ integrate conținuturile din coloana 2	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1	2	3	4
Modulul analizat MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE, clasa a IX-a		MODUL 1: MAȘINI, APARATE ȘI SISTEME DE AUTOMATIZARE - clasa a X-a	
Cunoștințe: 4.1.3. Aparat electric (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice: -intensitatea curentului electric (ampermetre și multimetre analogice și digitale) -tensiunea electrică multimetre analogice și digitale) -rezistența electrică (ohmmetre, montaje volt-ampermetrice și multimetre analogice și digitale) -puterea electrică (wattmetre	Conținutul 1: 3. Aparat electric (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice: 3.2. Aparat pentru măsurarea intensității curentului electric (ampermetre și multimetre analogice și digitale) ; 3.3. Aparat pentru măsurarea tensiunii electrice (voltmetre și multimetre analogice și digitale); 3.4. Aparat pentru măsurarea rezistenței electrice	Conținuturi: 5.1 Scheme electrice de forță (conțin <i>aparate electrice</i> , mașini electrice și elemente de automatizare) -Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron: selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei. - Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi: selectarea elementelor componente, descrierea	Justificare: Rezultatele învățării privind aparatele electrice (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice, se pot atinge prin integrarea în conținuturile referitoare la aparate electrice necesare pentru măsurarea mărimilor electrice (<i>tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică</i>), din schemele de forță. Recomandări: Se recomandă parcurgerea

și montaje volt-ampermetrice) -energia activă (contoare electrice) Abilități: 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsură 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate. Atitudini: 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate	(ohmmetre, montaje volt-ampermetrice și multimetre analogice și digitale); 3.5. Aparate pentru măsurarea puterii electrice (wattmetre și montaje volt-ampermetrice); 3.6. Aparate pentru măsurarea energiei active (contoare electrice) 3.7. Norme de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice	montării acestora, desenarea schemei. 5.2. Documentația tehnică specific schemelor electrice de forță: cataloage aparate electrice, mașini electrice, elemente de automatizare; reviste de specialitate, articole; studii; manual de utilizare; programe informatice pentru desenarea și simularea funcționării circuitelor electrice de forță 5.3. NSSM și PSI specifice funcționării schemelor electrice de forță 5.4. Noțiuni de legislație pentru protecția mediului înconjurător privind funcționarea schemelor electrice de forță.	conținuturilor din perioada învățământului online în ritmul parcurgerii materiei la clasa a X-a, introducând în <i>capitolul 5.1. Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare)</i>, noțiuni referitoare la aparatele de măsură pentru măsurarea mărimilor electrice. Se recomandă ca acest conținut să fie parcurs în condiții de laborator tehnologic sau prin urmărirea și studierea unor materiale video de pe site-uri de specialitate. De asemenea, softurile de specialitate le pot oferi elevilor posibilitatea de a studia în offline. Sugestii metodologice: Pot fi utilizate toate sugestiile metodologice din curriculumul pentru clasa a IX-a și a X-a cu îmbinarea acestora în format online și pregătirea secvențelor de învățare astfel încât elevii să poată utiliza aplicațiile de care dispun și în ritmul posibilităților acestora. Pot fi realizate prezentări ppt, sesiuni video, în care să se propună abordarea studiilor de caz, a miniproiectelor, a referatelor etc.
--	---	--	--

<u>Cunoștințe:</u> 4.1.4. Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice. Norme de calitate; normative în vigoare. Norme de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate <u>Abilități:</u> 4.2.15. Măsurarea mărimilor electrice 4.2.16. Înregistrarea mărimilor măsurate 4.2.18. Prelucrarea matematică a datelor măsurate 4.2.20. Verificarea parametrilor electrici pentru componente și subsansambluri ale instalațiilor electromecanice <u>Atitudini:</u> 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate 4.3.7. Asumarea la locul de muncă acalității lucrărilor/sarcinilor încredințate 4.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului,	<u>Conținutul 2:</u> 4. Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice. 4.1 Măsurarea intensității curentului 4.2 Măsurarea tensiunilor 4.3 Măsurarea rezistențelor 4.3.1. Metoda ampermetrului și voltmetrului 4.3.2. Metoda cu ohmmetru 4.3.3. Metoda cu puntea Wheatstone 4.4. Măsurarea puterii electrice în curent continuu 4.5. Măsurarea energiei electrice în circuitele de curent continuu 4.6. Norme de calitate; normative în vigoare	Nu pot fi preluate/integrate în cadrul unui modul din clasa a X-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021	<u>Justificare</u> Aceste conținuturi nu pot fi integrate în cadrul modulelor din clasa a X-a, planificate pentru anul școlar 2020-2021, fără a prejudicia țintele pentru anul școlar 2020-2021, deoarece conținutul 4. <i>Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice</i> nu se poate asocia cu nici un rezultat al învățării/conținut existent în modulele din clasa a X-a. <u>Recomandări</u> Se recomandă elaborarea unui plan remedial suplimentar, la nivel de clasă/unitate de învățământ cu aceste conținuturi care poate fi integrat în <i>Pregătirea practică comasată - CDL (Curriculum în dezvoltare locală)</i>. Lucrările de laborator și de instruire practică oferă posibilitatea de a parcurge conținuturile privind Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice. <u>Sugestii metodologice</u> Pentru atingerea rezultatelor învățării și parcurgerea conținuturilor vizate, pot fi derulate următoarele activități de învățare: metode de predare interactive a materialului nou, de fixare a cunoștințelor, de formare a
--	--	--	---

specifice sarcinilor de lucru încredințate			priceperilor și deprinderilor, vizionări de materiale video specifice, însușirea unor metode de informare, de documentare independente, activități practice, învățarea prin descoperire, alături de metode active participative și materiale documentare pregătite astfel încât să ofere impact asupra elevilor, toate acestea pot oferi încredere și feed-back pozitiv. <i>Observații</i> În măsura în care este posibil, elevii vor parcurge practic măsurarea concretă a mărimilor electrice utilizând aparate din dotarea laboratorului.
--	--	--	---

II. INSTRUMENT DE EVALUARE INIȚIALĂ

RECOMANDĂRI PRIVIND ELABORAREA INSTRUMENTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ

I. ETAPE DE ELABORARE A TESTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ/INIȚIALĂ

Pentru elaborarea unui test de evaluare sumativă este necesară stabilirea clară a:

- scopului pentru care se proiectează testul și **obiectivele** cărora testul este proiectat să răspundă;
- conținuturilor care vor fi supuse evaluării;
- tipurilor de itemi care trebuie elaborați astfel încât testul să măsoare în mod valid și fidel cunoștințele și abilitățile elevilor;
- numărului de itemi, din fiecare categorie, care vor compune testul;
- timpului alocat pentru rezolvare;
- baremului de evaluare și notare.

În proiectarea testului se va avea în vedere adresarea nivelelor cognitive din taxonomia Bloom-Anderson revizuită:

Niveluri cognitive Conținuturi	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a creea	Pondere %
C.1. Criterii de clasificare a aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice	1 II.1.2.	1 I.C4	1 III.b.	1 I.A1	-	-	14,8%
C.2. Alegerea aparatelor și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată	1 II.3.2.	2 III.a. II.2.1.	2 II.2.4. I.A4	2 I.C2 II.1.1.	1 II.1.3.	2 III.c. III.d.	37%
C.3. Selectarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice și detectarea erorilor	1 II.2.2.	1 I.A2	-	1 I.A3	-		11,2%
C.4. Măsurarea mărimilor electrice și prelucrarea matematică a datelor măsurate	2 I.C3 II.2.3.	1 I.B	3 II.1.4 II.3.2. III.f.	1 I.C1	1 II.3.1.	2 III.e. III.g.	37%
Pondere %	18,5%	18,5%	22,3%	18,5%	7,4%	14,8%	100%

TEST DE EVALUARE INIȚIALĂ

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

Anul de studiu: clasa a IX-a

Modulul IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE

Rezultate ale învățării vizate

- 4.1.3. Aparat electrice (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice
- 4.1.4. Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice.
- 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
- 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia
- 4.2.14. Selectarea/Aplicarea metodelor de măsurare pentru măsurarea mărimilor electrice în instalații
- 4.2.16. Înregistrarea mărimilor măsurate
- 4.2.17. Evaluarea erorilor în procesul de măsurare, calcul procentual
- 4.2.18. Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- 4.2.21. Utilizarea normelor de calitate în cadrul lucrărilor de măsurare a mărimilor electrice
- 4.3.3. *Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*
- 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice
2. Selectarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice
3. Reprezentare schemelor electrice utilizate pentru măsurarea mărimilor electrice
4. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
5. Verificarea funcționării circuitului electric realizat
6. Măsurarea mărimilor electrice
7. Prelucrarea matematică a datelor măsurate
8. Analizarea rezultatelor obținute în urma măsurării unor mărimi electrice.

Conținuturi:

- C.1. Criterii de clasificare a aparate pentru măsurarea mărimilor electrice
- C.2. Alegerea aparatelor și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- C.3. Selectarea metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice.
- C.4. Măsurarea mărimilor electrice: rezistență, tensiune, curent, putere, energie electrică.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu. Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

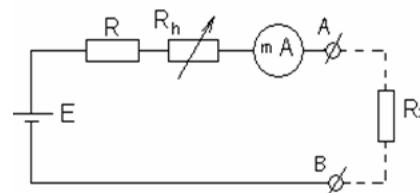
A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-4) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Schema electrică din figura alăturată este utilizată pentru măsurarea rezistențelor:

- a. mici;
- b. mari;
- c. variabile;
- d. neliniare.



2. Metoda ampermetrului și voltmetrului de măsurare a rezistenței electrice este o metodă:

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

3. Efectele legării în serie a unui voltmetru în circuitul de măsurare sunt:

- a. intensitatea curentului în circuit scade foarte mult;
- b. intensitatea curentului în circuit crește foarte mult;
- c. intensitatea curentului în circuit crește la valoarea nominală;
- d. nu există efecte.

4. Acul indicator al unui wattmetru având constanta $K_w=20 \text{ W/div}$, se oprește în fața diviziunii 50. Puterea electrică consumată este:

- a. 0,4 W
- b. 2,5 W
- c. 1000 W
- d. 100 W

B.

10 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate mărimi electrice utilizate în procesele industriale, iar în coloana B sunt enumerate mijloace de măsurare. Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

Coloana A. Mărimi electrice utilizate în procesele industriale	Coloana B. Mijloace de măsurare
1. tensiunea electrică	a. ampermetru
2. intensitatea curentului electric	b. contor
3. rezistența electrică	c. ohmmetru
4. puterea electrică	d. voltmetru
5. energia electrică	e. vitezometru
	f. wattmetru

C. 10 puncte

Citiți cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 4.

1. Rezistența internă a unui voltmetru are valoare foarte mică.
2. Ohmmetrele derivație au scara gradată inversă și foarte neuniformă.
3. Relația $U = R \cdot I$ reprezintă legea lui Ohm.
4. Contorul electric de inducție este un mijloc de măsurare a puterii electrice.

Pentru fiecare dintre afirmații, 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. Transformați enunțurile false în enunțuri adevărate.

SUBIECTUL II 25 puncte

II.1. 10 puncte

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

1. Șuntul se folosește pentru extinderea domeniului de măsurare al1.....
2. La aparatele2..... rezultatul măsurării este afișat direct sub formă numerică.
3. Rezistența adițională este o rezistență de valoare3....., care se montează în4.....cu aparatul și pe care cade o parte din tensiunea de măsurat.
4. Dacă tensiunea la bornele unui rezistor parcurs de un curent cu intensitatea de 0,2 A este de 1V, rezistența acestuia este de5.....ohmi.

II.2. 8 puncte

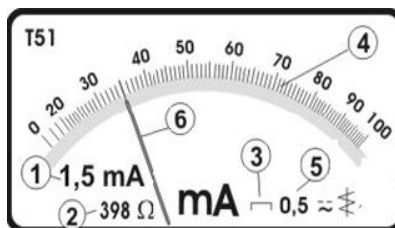
Răspundeți pe scurt:

1. Câte borne are un wattmetru?
2. Scrieți relația de calcul pentru eroarea absolută.
3. Transformați 20 mA în amperi.
4. Determinați curentul nominal pentru un voltmetru care are rezistența în ohmi pe volt 50.000 Ω/V .

II.3. 7 puncte

În figura de mai jos este reprezentat un miliampermetru.

1. Precizați ce mărime electrică se poate măsura cu acest aparat? **1 puncte**
2. Indicați elementele și caracteristicile inscripționate pe cadranul aparatului, notate cu cifrele 1-2-3-4-5-6; **3 puncte**
3. Determinați constanta aparatului. **3 puncte**



1. Se consideră circuitul din figura alăturată unde căderea de tensiune la bornele rezistorului este U .

Se cere:

a. Completați schema dată cu aparatul necesar măsurării tensiunii electrice la bornele rezistorului și figurați această tensiune.

3 puncte

b. Precizați denumirea aparatului utilizat pentru măsurarea tensiunii electrice și modul de legare în circuit.

4 puncte

c. Realizați montajul experimental după montarea aparatului în circuit.

4 puncte

d. Selectați domeniul de măsurare al aparatului utilizat.

2 puncte

e. Repetați măsurarea pentru 2 valori diferite ale tensiunii de alimentare E (10V, 20V) și completați valorile citite în tabel.

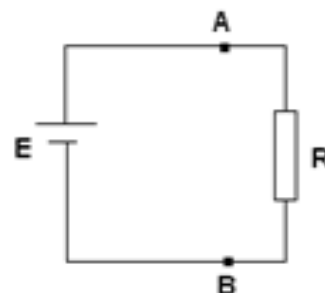
4 puncte

f. Tensiunile de alimentare fiind cele din tabelul alăturat, în circuitul dat montați un ampermetru, selectați domeniul de măsurare și citiți valoarea curentului electric.

9 puncte

g. Comparați valorile curentului obținute din calcul și cele determinate experimental. Completați tabelul cu rezultatele obținute și determinați prin calcul intensitatea curentului electric prin circuit pentru $R=1\text{ k}\Omega$.

4 puncte



Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 5 puncte.

Nr. crt.	Valoare tensiune de alimentare $E[V]$	Tensiune măsurată $[V]$	Intensitatea curentului electric $[mA]$		R $[k\Omega]$
			$[A]$	$[mA]$	
1.	10				1 $k\Omega$
2.	20				

Resurse materiale necesare:

- aparate de măsură - ampermetru și voltmetru
- sursă de tensiune de c.c.
- rezistor de 1 $k\Omega$ sau altă valoare
- conductoare de legătură

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

30 puncte

A.

10 puncte

1	2	3	4
b	b	a	c

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **2,5 puncte**.

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

B.

10 puncte

1	2	3	4	5
d	a	c	f	b

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

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

C.

10 puncte

1	2	3	4
F	F	A	F

1. Rezistența internă a unui voltmetru are valoare foarte **mare**.

2. Ohmmetrele derivație au scara gradată **directă** și foarte neuniformă.

4. Contorul electric de inducție este un mijloc de măsurare a **energiei** electrice.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **1 punct**. (4x1=4 puncte)

Pentru transformarea variantei false în adevărată se acordă câte **2 puncte**. (3x2=6 puncte)

SUBIECTUL II

25 puncte

II.1.

10 puncte

1 - ampermetru; 2 - digitale; 3 - mare; 4 - serie; 5 - 5 ohmi.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **2 puncte**. (5x2=10 puncte)

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

II.2.

8 puncte

1. 4 borne; 2. $\varepsilon = X_m - X_0$; 3. 0,02A; 4. $I_a = 2\mu A$.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **2 puncte**. (4x2=8 puncte)

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

II.3.

7 puncte

a. Intensitatea curentului electric

1 puncte

b.

3 puncte

1 - domeniul de măsurare;

2 - rezistența internă a aparatului;

3 - poziția de funcționare orizontală;

4 - scara gradată;

5 - clasa de precizie;

6 - ac indicator.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **0,5 puncte** (6x0,5=3 puncte).

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

c.

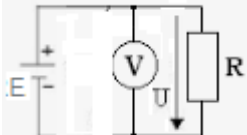
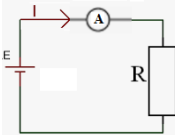
3 puncte

- constanta ampermetrului: $K = I_n / \alpha_{\max} = 1,5 / 100 = 1,5 \cdot 10^{-2} = 0,015 \text{ mA/div.}$

Se acordă **3 puncte** pentru răspuns corect și complet (**1 punct** pentru formulă, **1 punct** pentru introducerea datelor în formulă și rezultat corect, **1 punct** pentru unitatea de măsură corect exprimată. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

SUBIECTUL III

35 puncte

Nr. crt.	CRITERII DE EVALUARE	punctaj maxim	punctaj realizat
a.	Completarea schemei cu voltmetru și figurarea tensiunii la bornele rezistorului 	2 1	
b.	Denumirea aparatului utilizat pentru măsurarea tensiunii electrice și modul de legare în circuit: -voltmetru - se leagă în paralel	1 1	
c.	Realizarea practică a montajului cu voltmetrul montat	4	
d.	Selectarea domeniului de măsurare al voltmetrului	2	
e.	Citirea tensiunii electrice la bornele rezistorului și completarea tabelului cu rezultatele obținute	2 2	
f.	Conectarea corectă a ampermetrului în circuit  Selectați domeniul de masurare al ampemetrului Calcularea corectă a intensității curentului electric $I = U / R$	4 2 3	
g.	Valorile curentului electric obținute din calcul și cele determinate experimental au valori aproximativ egale dacă nu intervin erori de măsurare. Determinarea prin calcul a intensității curentului electric prin circuit pentru $R = 1 \text{ K}\Omega$	4 2	

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă **5 puncte**

Observație: Orice altă rezolvare corectă se punctează conform baremului cu maximul de puncte.

III. ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: Simboluri utilizate pentru reprezentarea schemelor electrice

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: 1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODULUL INTEGRATOR: MODUL 1 - MAȘINI, APARATE ȘI SISTEME DE AUTOMATIZARE - a X-a

Rezultatele învățării vizate:

6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentației tehnice

6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice

6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare

6.2.20. *Prelucrarea matematică a datelor măsurate (tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică)*

6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate

6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

6.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate*

MODUL INTEGRAT: MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultatele învățării integrate:

4.1.3. Aparatură electrică (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice

4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată

4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare

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

Conținuturi:

C1. Simboluri necesare pentru reprezentarea schemei de pornire

C2. Aparatură pentru măsurarea tensiunii electrice

C3. Schema de pornire prin conectare directă la rețea

SUGESTII METODOLOGICE

- Elevii se pot organiza în grupe mici (2-3 elevi) în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online) sau individual.
- Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.

- Conținutul poate fi predat în cabinete, laboratoare sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.
- Se pot utiliza programe pentru desenarea schemelor electrice (ex. proficad și grids).
- - Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

- Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.
- Classroom: încărcare material documentar - prezentat în acest exemplu.
- Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.
- Pentru feed-back, se pot distribui fișe de lucru pentru elevi în variantă online, fișe de lucru pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.
- Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilitățile de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.
- După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc.
- Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse (pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).
- **Evaluarea** se poate realiza prin fișă de evaluare individuală/în grup sau online.
 - Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare.
 - Se va insista pe modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.
 - Se recomandă rezolvarea aplicațiilor propuse cu toată clasa astfel încât fiecare elev să fie capabil să se autoevalueze, să se verifice și să accepte punctajul obținut.

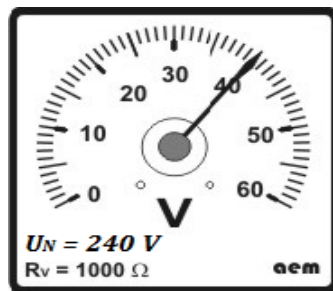
Cerințe:

1. Desenați schema pentru pornirea directă a unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit utilizând simboluri specifice reprezentării elementelor de circuit și completați tabelul cu denumirea elementelor componente. Consultați documentația tehnică sau alte surse de informare.

Simbol	Denumire simbol	Simbol	Denumire simbol

2. Pentru măsurarea tensiunii electrice între două faze:

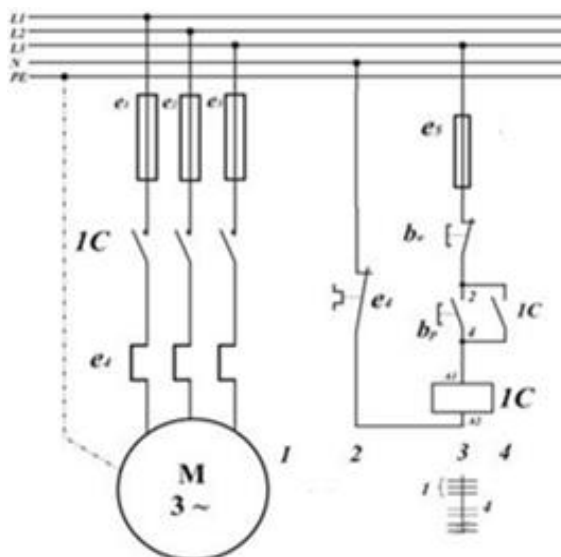
- Precizați denumirea aparatului de măsură și a mărimii măsurate;
- Reprezentați aparatul de măsură în circuit;
- Explicați cum se montează aparatul utilizat într-un circuit de măsurare și care sunt reglajele inițiale ale aparatului de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia.
- Citiți indicația aparatului din figură.



3. Explicați funcționarea schemei.

Rezolvare:

1.



Simbol	Denumire simbol	Simbol	Denumire simbol
	e ₁ , e ₂ , e ₃ , e ₅ - siguranțe fuzibile		b _o - buton de oprire
	1C - contactor		b _p - buton de pornire
	e ₄ - releu termic		M - motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit
	e ₄ - contact normal închis al releului termic		1C - bobina contactorului
	1C - contact de automenținere		L ₁ , L ₂ , L ₃ , N, PE - rețea de alimentare, nul, nul de protecție

2. Voltmetrul măsoară tensiune electrică

- Voltmetrul se montează în paralel, selectăm domeniul de măsurare al multimetrului pe volt c.a. pe un domeniu superior tensiunii măsurate.

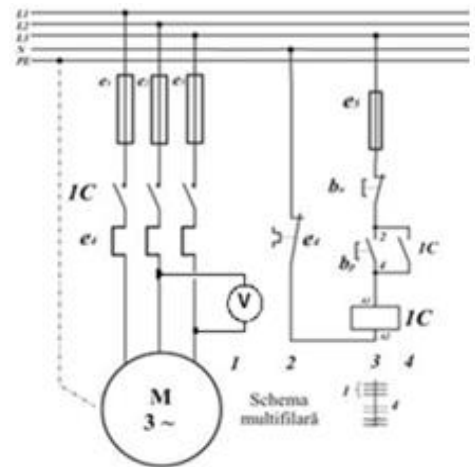
- determinăm constanta voltmetrului:

$$K_V = U_n / \alpha_{\max}$$

$$K_V = 240 / 60 = 4 \text{ V/div}$$

- Indicația voltmetrului este:

$$U = K_V \cdot \alpha = 4 \cdot 40 = 160 \text{ V}$$



3. Explicarea funcționării:

- Circuitul 1 reprezintă **partea de forță**, iar circuitele 2, 3 și

4 partea de comandă sub forma unor scheme desfășurate.

- Circuitele părții de comandă au următoarea destinație:

- circuitul 2 asigură protecția la suprasarcină prin releul e_4 .
- circuitul 3 realizează comenzile motorului M și protecția la scurtcircuit;
- circuitul 4 realizează automenținerea prin contactul normal deschis cnd $1C$;
- Sub orice bobină de contactor sau releu se desenează diagrama de contacte.

- În momentul apăsării pe butonul b_p bobina contactorului $1C$ fiind excitată, atrage armătura mobilă, închizând contactele principale $1C$ din circuitul de forță 1, prin care se realizează alimentarea motorului și contactul auxiliar $1C$ din circuitul 4, prin care bobina contactorului se automenține excitată.

- Butoanele b_p și b_o sunt prevăzute cu revenire.

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: Aparate electrice de protecție, de comutare și de măsurare utilizate în construcția schemelor electrice

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL INTEGRATOR: MODUL 1 - MAȘINI, APARATE ȘI SISTEME DE AUTOMATIZARE - a X-a

Rezultatele învățării vizate:

6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice

6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice

6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare

6.2.20. *Prelucrarea matematică a datelor măsurate (tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică)*

6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate

6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

6.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate*

MODUL INTEGRAT: MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultatele învățării integrate:

4.1.3. Aparatură electrică (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice

4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată

4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare

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

4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Conținuturi:

Aparate electrice de protecție, de comutație și de măsurare utilizate în construcția schemelor electrice

SUGESTII METODOLOGICE

- Elevii se pot organiza în grupe mici (2-3 elevi) în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online) sau individual.
- Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.
- Conținutul poate fi predat în cabinete, laboratoare sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.

- Se pot utiliza programe pentru desenarea schemelor electrice (ex. proficad și grids).
- - Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

- Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.
- Classroom: încărcare material documentar - prezentat în acest exemplu.
- Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.
- Pentru feed-back, se pot distribui fișe de lucru pentru elevi în variantă online, fișe de lucru pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.
- Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilitățile de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.
- După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc.
- Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse (pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).

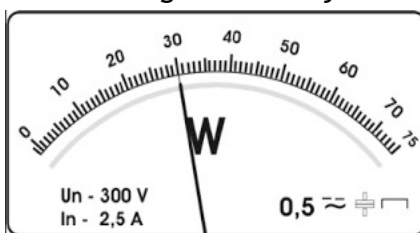
Evaluarea se poate realiza prin fișă de evaluare individuală/în grup sau online.

- Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare.
- Se va insista pe modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.
- Se recomandă rezolvarea aplicațiilor propuse cu toată clasa astfel încât fiecare elev să fie capabil să se autoevalueze, să se verifice și să accepte punctajul obținut.

Sarcina de lucru:

Completați următoarea schemă cu:

1. Aparat de protecție la scurtcircuit și la suprasarcină. Precizați denumirea aparatelor și modul de montare în circuit;
2. Aparat pentru măsurarea intensității curentului electric și a puterii electrice pe o fază. Precizați denumirea aparatelor, mărimile măsurate, unitățile de măsură și modul de montare în circuit;
3. Reprezentați schema electrică a aparatului utilizat pentru măsurarea puterii electrice și descrieți părțile componente;
4. Ce valoare indică wattmetrul din figura de mai jos?



Rezolvare:

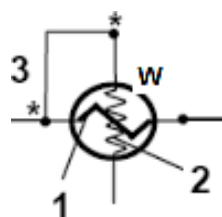
1. - protecția la scurtcircuit se asigură prin siguranțe fuzibile care se montează în serie pe fiecare fază.

- protecția la suprasarcină se asigură prin relee termice care se montează cu contactele închise pentru a asigura continuitatea circuitului.

2. - ampermetru măsoară intensitatea curentului electric, UM pentru intensitatea curentului electric I - amper (A), ampermetrul se montează în serie

- wattmetru măsoară puterea electrică, UM pentru putere P - watt (W), wattmetrul are 2 bobine și 4 borne, bobina de curent se leagă în serie, iar bobina de tensiune în paralel.

3. - Schema electrică a wattmetrului:



unde: 1 - bobina de curent (serie)

2 - bobina de tensiune (derivație)

3 - bornele marcate ale wattmetrului se leagă spre sursa de alimentare

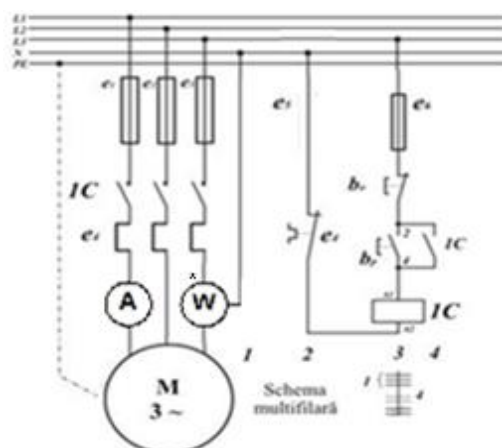
1. -determinăm constanta wattmetrului:

$$K_w = U_n \cdot I_n / \alpha_{\max}$$

$$K_w = 300 \cdot 2,5 / 75 = 10 \text{ W/div}$$

- Indicația wattmetrului este:

$$P = K_w \cdot \alpha = 10 \cdot 30 = 300 \text{ W}$$



FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: Pornirea și inversarea sensului de rotație a unui motor asincron trifazat

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL INTEGRATOR: MODUL 1 - MAȘINI, APARATE ȘI SISTEME DE AUTOMATIZARE - a X-a

Rezultatele învățării vizate:

- 6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice
- 6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice
- 6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare
- 6.2.20. *Prelucrarea matematică a datelor măsurate (tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică)*
- 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate
- 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită
- 6.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate*

MODUL INTEGRAT: MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultatele învățării integrate:

- 4.1.3. Aparatură electrică (analogică și digitală) pentru măsurarea mărimilor electrice
- 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
- 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia
- 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Conținuturi:

- C1. Schema de pornire și inversarea sensului de rotație a unui motor asincron trifazat
- C2. Aparatură electrică de comutație, de protecție și de măsurare din schema

SUGESTII METODOLOGICE

- Elevii se pot organiza în grupe mici (2-3 elevi) în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online) sau individual.
- Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.
- Conținutul poate fi predat în cabinete, laboratoare sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.
- Se pot utiliza programe pentru desenarea schemelor electrice (ex. proficad și grids).
- - Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

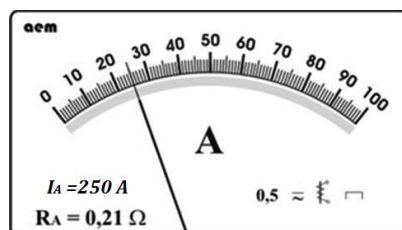
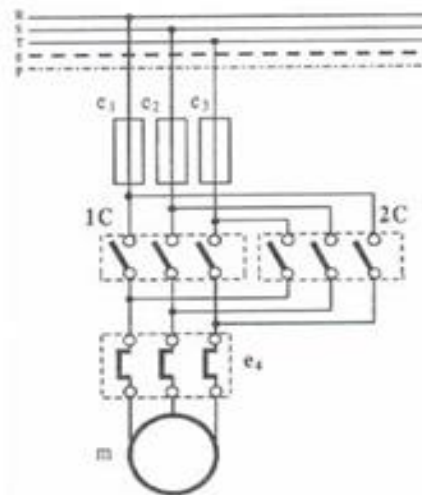
De exemplu:

- Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.
- Classroom: încărcare material documentar - prezentat în acest exemplu.
- Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.
- Pentru feed-back, se pot distribui fișe de lucru pentru elevi în variantă online, fișe de lucru pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.
- Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilitățile de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.
- După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc.
- Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile (pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).
- **Evaluarea** se poate realiza prin fișă de evaluare individuală/în grup sau online.
 - Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare.
 - Se va insista pe modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.
 - Se recomandă rezolvarea aplicațiilor propuse cu toată clasa astfel încât fiecare elev să fie capabil să se autoevalueze, să se verifice și să accepte punctajul obținut.

Sarcina de lucru:

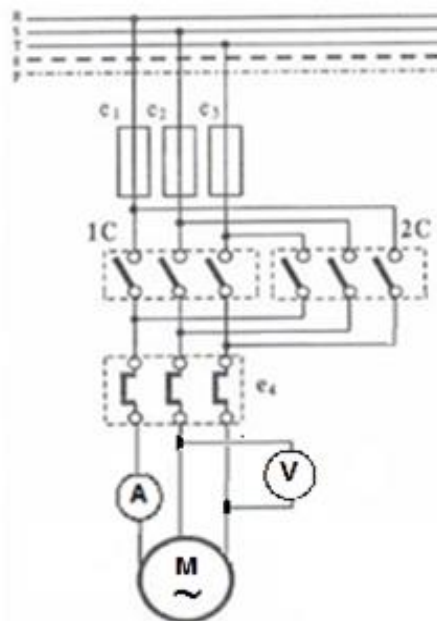
Se consideră schema de forță pentru pornirea și inversarea sensului de rotație a unui motor asincron trifazat:

1. Identificați aparatele din schemă și precizați rolul lor funcțional
2. Analizați schema și precizați cum se realizează inversarea sensului de rotație al motorului
3. Reprezentați în circuit un ampermetru care să măsoare intensitatea curentului electric prin faza R și un voltmetru care să măsoare tensiune electrică între fazele S și T;
4. Definiți contactorul și precizați tipul de motor
5. Ce mărime electrică măsoară aparatul din figură? Determinați valoarea măsurată.
6. Reprezentați schema de comandă.



Rezolvare:

1. Aparate de protecție la scurtcircuit - e_1, e_2, e_3, e_5 - siguranțe fuzibile
Aparate de protecție la suprasarcină - e_4 - releu termic
Aparate de comutație - 1C, 2C - contactoare
2. Inversarea sensului de rotație la motorul asincron trifazat se face prin inversarea a două faze între ele (în cazul nostru, faza R cu faza T), ceea ce produce în interiorul motorului modificarea sensului câmpului inductor.
- 3.



4. **Contactorul** = aparat de comutație cu acționare mecanică, electromagnetică sau pneumatică, cu o singură poziție stabilă, capabil să stabilească, să suporte și să întrerupă curenții în condiții normale de exploatare, inclusiv curenții de suprasarcină.

- motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit

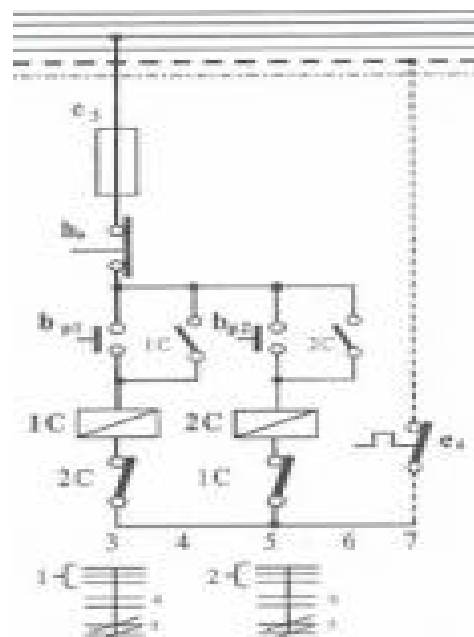
5. Aparatul măsoară intensitatea curentului electric.

$$K_A = I_n / \alpha_{\max}$$

$$K_A = 250 / 100 = 2,5 \text{ A/div}$$

$$I = K_A \cdot \alpha = 2,5 \cdot 25 = 62,5 \text{ A}$$

6. Schema de comandă



IV. Propuneri activități de predare-învățare-evaluare

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: 1. Aparat pentru măsurarea mărimilor electrice - ampermetre și voltmetre

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultate ale învățării vizate

- 4.1.3. Aparat electrice (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice
- 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
- 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
- 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia
- 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate
- 4.3.3. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Conținuturi:

1. Aparat pentru măsurarea mărimilor electrice - ampermetre și voltmetre.
2. Extinderea domeniului de măsurare în curent continuu și curent alternativ.

SUGESTII METODOLOGICE

- Elevii se pot organiza în grupe mici (2-3 elevi) în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online) sau individual.
- Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.

- Conținuturile vor fi adaptate în funcție de nivelul clasei de elevi, de resursele materiale existente și de documentația tehnică.
- Conținutul poate fi predat în cabinete, laboratoare sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.
- Se pot utiliza programe pentru desenarea schemelor electrice (ex. proficad și grids).
- - Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

- Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.
- Classroom: încărcare material documentar - prezentat în acest exemplu.
- Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.
- Pentru feed-back, se pot distribui fișe de lucru pentru elevi în variantă online, fișe de lucru pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.
- Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilitățile de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.
- După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc.
- Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse (pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).
- **Evaluarea** se poate realiza prin fișă de evaluare individuală/în grup sau online, în care elevul să identifice aparatele de măsură utilizate pentru măsurarea mărimilor electrice, condiții de montare în circuitul de măsurare, selectarea domeniilor de măsurare etc.
 - Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare a aplicațiilor propuse.
 - Se va insista pe modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.
 - Se recomandă rezolvarea aplicațiilor propuse cu toată clasa astfel încât fiecare elev să fie capabil să se autoevalueze, să se verifice și să accepte punctajul obținut.

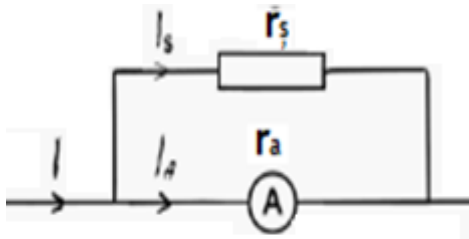
CONȚINUTURI:

1. AMPERMETRE

- sunt aparate utilizate pentru măsurarea intensității curentului electric
- se conectează întotdeauna în serie cu receptorul al cărui curent absorbit se măsoară

- rezistența internă a ampermetrului are valori mici, mult mai mici decât rezistența circuitului (putând ajunge până la $10^{-3} \Omega$)
- constanta ampermetrului: $k_A = I_n / \alpha_{\max} [\text{A/div}]$
- pentru a mări domeniul de măsurare a ampermetrelor se folosește:
 - ✓ **șuntul**, în cazul circuitelor de c.c.
 - ✓ **transformatorul de curent**, în cazul circuitelor de c.a.

Șuntul = rezistor de valoare mică, folosit pentru preluarea unei părți a curentului electric; se montează în paralel cu aparatul de măsurat.

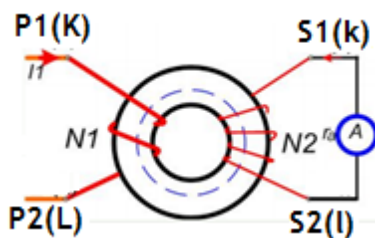


$r_s = r_a / (n - 1)$ - rezistența șuntului

r_a - rezistența internă a ampermetrului

$n = I / I_a$ - factor de șuntare

- transformatorul de curent



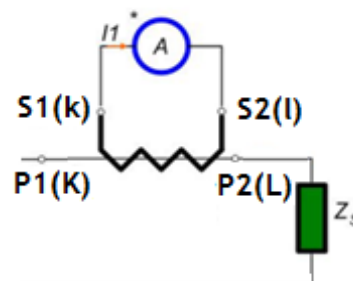
- se utilizează pentru măsurarea curenților alternativi mai mari de 50A.
- în secundarul transformatorului de curent se montează un ampermetru de 1A sau 5A sau circuite de curent ale altor aparate (toate acestea au o impedanță foarte mică)
- regimul normal de funcționare al transformatoarelor de curent este asemănător cu regimul de scurtcircuit al transformatoarelor de forță.

Raportul de transformare poate fi:

- $K_{In} = I_{1n} / I_{2n}$ *raport nominal* determinat prin construcție, este înscris pe carcasa aparatului și depinde de valorile nominale ale curenților;
- $K_I = I_1 / I_2$ *raport real* depinde de

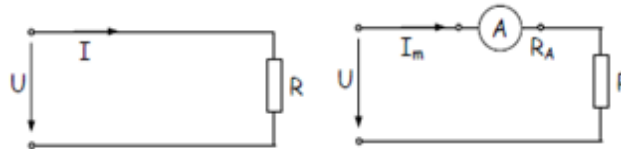
Montarea în circuit

- P1(K), P2(L) sunt bornele înfășurării primare
- S1(k), S2(l) sunt bornele înfășurării secundare
- Borna P1 se leagă spre sursă, iar borna S1 se leagă la bornele polarizate ale aparatelor de măsură.



valorile reale ale curenților.

 1. Ce condiție trebuie să îndeplinească rezistența internă a ampermetrului, pentru ca valoarea măsurată să fie cât mai apropiată de valoarea reală. Aflați în ce constă această condiție, aplicând legea lui Ohm în circuitul fără ampermetru și în circuitul cu ampermetru.



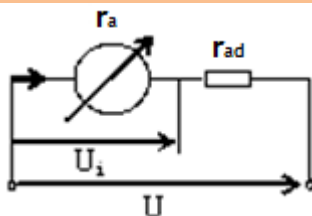
 2. Ce legătură există între rezistența receptorului (R) și rezistența proprie a ampermetrului (R_A)?

 3. Care este numărul de spire din primarul unui transformator de tip bară?

2. VOLTMETRE

- sunt aparate utilizate pentru măsurarea tensiunii electrice între două puncte ale unui circuit electric
- se conectează întotdeauna în paralel cu receptorul la bornele căruia se măsoară tensiunea electrică
- rezistența proprie a voltmetrului trebuie să fie cât mai mare în comparație cu rezistența receptorului la bornele căruia se conectează.
- constanta voltmetrului: $k_V = U_n / \alpha_{\max}$ [V/div]
- pentru a mări domeniul de măsurare a voltmetrelor se folosește:
 - ✓ **rezistența adițională**, în cazul circuitelor de c.c.
 - ✓ **transformatorul de tensiune**, în cazul circuitelor de c.a.

Rezistența adițională = rezistență de valoare mare, care se montează în serie cu aparatul de măsurat și pe care cade o parte din tensiunea de măsurat.

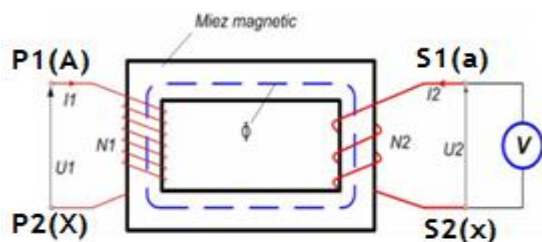


$$r_{ad} = r_a(n-1) - \text{rezistență adițională}$$

$$r_a - \text{rezistența internă a voltmetrului}$$

$$n = U/U_a - \text{factor de multiplicare}$$

- transformatorul de tensiune



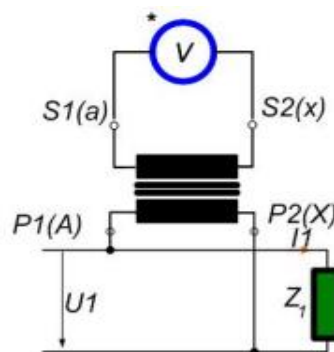
- se utilizează pentru măsurarea tensiunilor alternative mai mari de 100V până la 400kV.
- în secundarul transformatorului de tensiune se montează un voltmetru de 100V sau 110V sau circuite de tensiune ale altor aparate (wattmetre, contoare)
- regimul normal de funcționare al transformatoarelor de tensiune este asemănător cu regimul de mers în gol al transformatoarelor de forță.

Raportul de transformare poate fi:

- $K_{Un}=U_{1n}/U_{2n}$ *raport nominal* determinat prin construcție, este înscris pe carcasa aparatului și depinde de valorile nominale ale tensiunilor.
- $K_U=U_1/U_2$ *raport real* depinde de valorile reale ale tensiunilor.

Montarea în circuit

- P1(A), P2(X) sunt bornele înfășurării primare
- S1(a), S2(x) sunt bornele înfășurării secundare
- Borna P1 se leagă spre sursă, iar borna S1 se leagă la bornele polarizate ale aparatelor de măsură.



4. Completați tabelul următor:

Aparate de măsurat	
Ampermetre	Voltmetre
Simbol	
Utilizare	
Conectare în circuit	
Valoarea rezistenței interne	

Constanta aparatului

Extinderea domeniului de masurare în c.c.

Extinderea domeniului de masurare în c.a.

Aparate de măsură

Ampermetre

Voltmetre

Simbol



Rezolvare:

Utilizare

1. $I_{\text{măs}} =$
 $= U/R$, deci,
internă a

$U/(R_a + R)$; I
rezistența

ampermetrului trebuie să fie foarte mică

2. rezistența proprie a ampermetrului trebuie să fie mult mai mică decât rezistența receptorului

3. o spiră

4.

masurarea intensitatii	masurarea tensiunii
Conectare în circuit	
în serie	în paralel
Valoarea rezistenței interne	
foarte mica	foarte mare
Constanta aparatului	
$k_A = I_n / \alpha_{\max}$	$k_V = U_n / \alpha_{\max}$
Extinderea domeniului de măsurare în c.c.	
șunt	Rezistența adițională
Extinderea domeniului de măsurare în c.a.	
transformator de curent	transformator de tensiune

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: 2. Aparat pentru măsurarea mărimilor electrice - wattmetre și contoare

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultate ale învățării vizate

- 4.1.3. Aparat electrice (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice
- 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
- 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
- 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia
- 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate
- 4.3.3. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Conținuturi:

1. Aparat pentru măsurarea mărimilor electrice - **wattmetre și contoare**

3. WATTMETRE

- sunt aparate utilizate pentru măsurarea puterii electrice
- din punct de vedere funcțional pot fi:
 - electrodinamice, pentru măsurarea puterii în circuite de c.c. și c.a.
 - de inducție, pentru măsurarea puterii în circuite de c.a.
- din punct de vedere constructiv sunt alcătuite din două bobine:

- o bobină de curent, realizată din conductor cu secțiune mare și cu un număr mic de spire

- o bobină de tensiune, realizată din conductor cu secțiune mică și cu un număr mare de spire

➤ constanta wattmetrului: $k_w = U_n \cdot I_n / \alpha_{\max} [\text{W/div}]$

Obs. Bornele de intrare ale celor două bobine sunt însemnate pe cutia aparatului cu o steluță (*) și ele trebuie legate împreună.



1. Câte borne are un wattmetru?

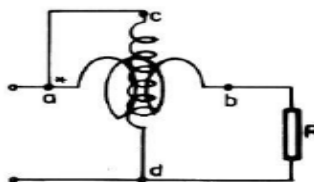


2. Se consideră montajul din figura alăturată. Precizați, folosind literele atașate bornelor:

a. care este și cum se mai numește bobina de tensiune?

b. care este și cum se mai numește bobina de curent?

c. Ce criterii ați folosit pentru identificare?



3. Ce reprezintă $\alpha_{\max}$ din formula de calcul a constantei wattmetrului și care este unitatea de măsură?

4. CONTOARE DE ENERGIE ELECTRICĂ

➤ sunt aparate utilizate pentru măsurarea energiei electrice: $W = P \cdot t$ P-puterea electrică

➤ din punct de vedere funcțional pot fi:

✓ contoare electrodinamice, pentru circuitele de c.c.

✓ contoare de inducție, pentru circuitele de c.a.

➤ din punct de vedere constructiv, sunt asemănătoare cu wattmetrele de care se deosebesc prin mecanismul suplimentar de înregistrare și afișare a indicației.

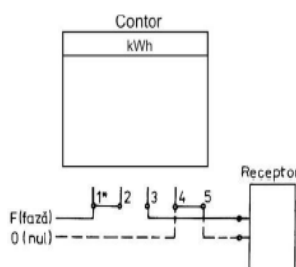
➤ constanta C se numește *constanta reală a contorului*. În practică se utilizează frecvent inversul acestei constante: $C_n = 1/C = \text{N/W} [\text{rot/kWh}]$,

• unde:

C_n - este *constanta nominală* a contorului și reprezintă numărul de rotații pe care le face discul pentru un consum de energie egal cu 1kWh. De obicei această constantă este înscrisă pe carcasa contorului $C_n = 480 \text{ rot/kWh}$.



4. În figura următoare este reprezentată schema de legare a unui contor monofazat la bornele unui receptor.



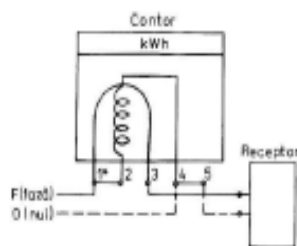
a. reprezentați în interiorul dreptunghiului corespunzător contorului, bobina de curent și bobina de tensiune și trasați legăturile corespunzătoare, conform regulilor învățate.

!!! Nu uitați să marcați cu steluță bornele de intrare ale bobinelor.

b. Poate fi redus numărul de borne (de la 5, la mai puține)? Ce inconvenient prezintă această reducere?

Rezolvare:

1. - wattmetrul are 4 borne
2. a. bobina de curent, între bornele a, b; se mai numește bobină serie
b. bobina de tensiune, între bornele c, d; se mai numește bobină derivație
c. pentru identificare se aplică fie criteriul modului de conectare în circuit a A și V, fie criteriul numărului de spire.
3. $\alpha_{\max}$ - numărul maxim de diviziuni, [div]
4. a.



b. numărul de borne poate fi redus la 3, însă legăturile se vor efectua mai greu

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: 3. Aparate pentru măsurarea mărimilor electrice - ohmmetre

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: 1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL IV - MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE - a IX-a

Rezultate ale învățării vizate

- 4.1.3. Aparate electrice (analogice și digitale) pentru măsurarea mărimilor electrice
- 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
- 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
- 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
- 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia
- 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate
- 4.3.3. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Conținuturi:

- 1. Aparate pentru măsurarea mărimilor electrice - **ohmmetre**

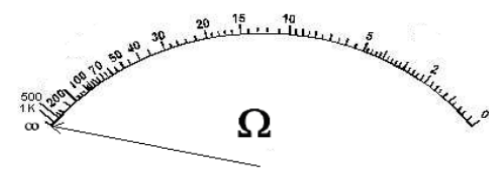
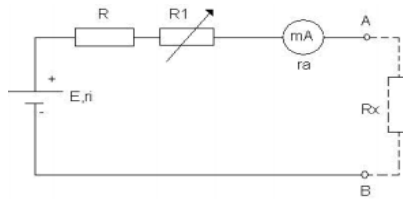
5. OHMMETRE

- măsoară rezistențe electrice prin citire directă
- În funcție de valoarea rezistenței măsurate pot fi:
 - ✓ ohmmetre serie
 - ✓ ohmmetre derivație

- ohmmetrul serie

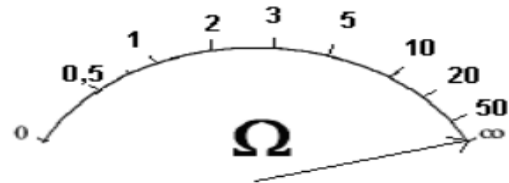
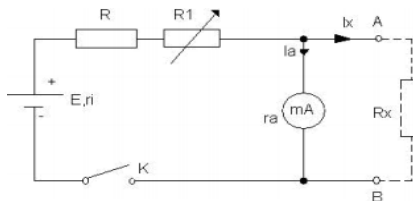
- ✓ măsoară valori mari ale rezistențelor: $0,1(R+R1) < R_x < 10(R+R1)$

- ✓ scara gradată este inversă și foarte neuniformă



- ohmmetrul derivație

- ✓ măsoară valori mici ale rezistențelor: $0,1R_a < R_x < 10R_a$ (până la 20Ω)
 ✓ scara gradată este directă și foarte neuniformă



- E - baterie de c.c, având rezistența internă r_i ;
- mA - miliampermetru magnetoelectric, cu rezistența r_a ;
- R - rezistență fixă, pentru limitarea curentului;
- A, B - bornele la care se montează rezistența de măsurat;
- $R1$ - rezistență variabilă, pentru reglarea aparatului;
- R_x - rezistența de măsurat.

1. Prin ce se deosebesc - din punct de vedere constructiv - cele două scheme ale ohmmetrelor?

2. Ce mărime electrică măsoară aparatul din schema ohmmetrului?

3. Completați tabelul următor:

Ohmmetre	
serie	derivație
Utilizare	
Construcție	

Rezolvare:

1. La ohmmetrul serie elementele de legate în serie, iar ohmmetrul aparatul de măsură în paralel cu rezistența de măsurat.
2. - intensitatea curentului electric
- 3.

Scara gradată

toate
circuit sunt
la
derivație
este legat

Ohmmetre	
serie	derivație
Utilizare	
măsoară valori mari ale rezistențelor	măsoară valori mici ale rezistențelor
Construcție	
elementele din schema circuitului sunt legate în serie	aparaturile de măsură sunt legate în paralel cu rezistența de măsurat
Scara gradată	
inversă și foarte neuniformă	directă și foarte neuniformă

EXEMPLU DE ACTIVITATE DE RECAPITULARE

Aparate pentru măsurarea mărimilor electrice

Un exemplu de metodă didactică ce poate fi folosită în activitățile de învățare este **METODA CIORCHINELUI**.

Ciorchinele este o metodă care presupune identificarea unor conexiuni logice între idei. *Poate fi folosită cu succes atât la începutul unei lecții pentru reactualizarea cunoștințelor predate anterior; cât și în cazul lecțiilor de sinteză, de recapitulare, de sistematizare a cunoștințelor.* Ciorchinele este o tehnică de căutare a căilor de acces spre propriile cunoștințe evidențiind modul de a înțelege o anumită temă, un anumit conținut.

Ciorchinele reprezintă o tehnică eficientă de predare și învățare care încurajează elevii să gândească liber și deschis.

Etape:

1. *Prezentarea cuvântului-cheie sau a propoziției-nucleu* - cadrul didactic scrie un cuvânt sau o propoziție-nucleu în mijlocul tablei.

2. *Explicarea regulilor pe care le presupune tehnica* - cadrul didactic le oferă elevilor explicațiile necesare; îi încurajează pe elevi să scrie cuvinte sau sintagme în legătură cu tema pusă în discuție.

3. *Realizarea propriu-zisă a ciorchinelui* - cadrul didactic le cere elevilor să lege cuvintele sau ideile produse de cuvântul sau propoziția-nucleu prin linii care evidențiază conexiunile între acestea, realizând astfel o structură în formă de ciorchine.

4. *Reflecția asupra ideilor emise și conexiunilor realizate.*

Reguli:

- notarea tuturor ideilor legate de tema respectivă;
- lipsa judecății ideilor expuse;
- dintr-o idee dată pot apărea alte idei, astfel se pot construi „sateliți” ai ideii respective;
- apariția legăturilor numeroase și variate între idei.

Avantaje:

- fixarea ideilor și structurarea informațiilor;
- înțelegerea ideilor;
- poate fi aplicată atât individual (chiar și la evaluare), cât și la nivelul întregii clase, pentru sistematizarea și consolidarea cunoștințelor;
- în etapa de reflecție, elevii pot fi ghidați, prin intermediul unor întrebări, în ceea ce privește gruparea informațiilor în funcție de anumite criterii.

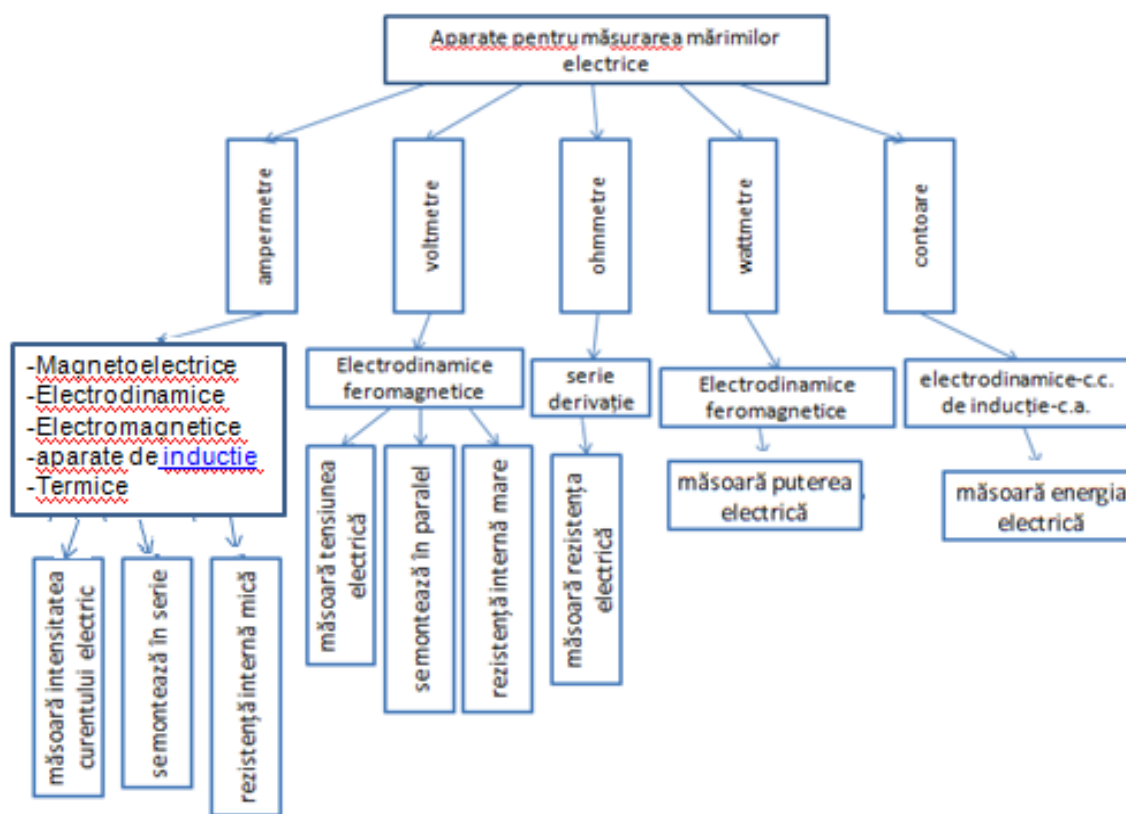
Exemplu:

Se propune metoda ciorchinelui pentru o lecție de recapitulare a cunoștințelor pentru tema “Aparate pentru măsurarea mărimilor electrice”, ca mijloc de sistematizare și consolidare a cunoștințelor.

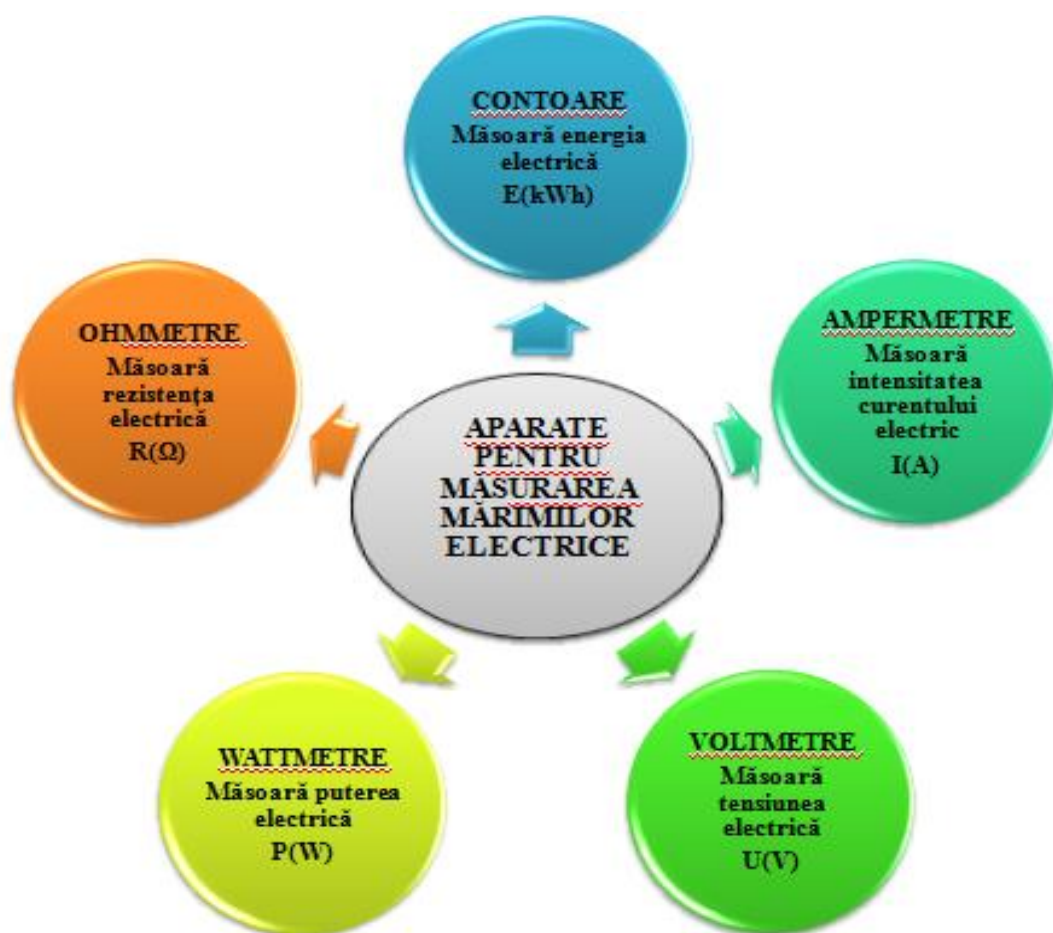
Profesorul scrie subiectul “generator de idei ” și anume “Aparate pentru măsurarea mărimilor electrice”. Elevii își exprimă ideile care le vin în minte în legătură cu subiectul respectiv.

“Ciorchinele” va fi completat de profesor, pe măsură ce elevii aduc informații legate de temă.

Ciorchinele poate fi completat și structurat cu noi informații în funcție de nivelul clasei și a grupurilor de elevi.



Fișă de documentare



FIȘA DE EVALUARE

I. Pentru fiecare dintre enunțurile următoare, încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect.

3 puncte

1. Ampermetrele și voltmetrele se conectează:
 - a. în serie, respectiv în paralel cu receptorul;
 - b. în paralel, respectiv în serie cu receptorul;
 - c. în serie cu receptorul;
 - d. în paralel cu receptorul.
2. Bobina de curent a unui wattmetru:
 - a. are număr mic de spire și este realizată din conductor cu secțiune mică;
 - b. are număr mic de spire și este realizată din conductor cu secțiune mare;
 - c. are număr mare de spire și este realizată din conductor cu secțiune mică;
 - d. are număr mare de spire și este realizată din conductor cu secțiune mare.
3. Ohmetrele serie au scara gradată:
 - a. directă și foarte neuniformă;
 - b. directă și foarte uniformă;
 - c. inversă și foarte neuniformă;
 - d. inversă și foarte uniformă.

II. În coloana A sunt enumerate mărimi electrice, iar în coloana B aparatele de măsură. Scrieți în dreptul literelor din coloana A, cifra corespunzătoare din coloana B pentru a stabili asocierile corecte dintre mărimile electrice și aparatele de măsură.

2 puncte

mărimi electrice	aparatele de măsură
1. Intensitatea curentului electric	a. contor
2. Energia electrică	b. wattmetru
3. Puterea electrică	c. ohmmetru
4. Tensiunea electrică	d. ampermetru
	e. voltmetru

III. Scara gradată a unui voltmetru cu rezistența internă de 500Ω are 60 de diviziuni. Intervalul de măsurare al voltmetrului este de 15 V.

4 puncte

Se cere:

- a. Calculați valoarea rezistenței adiționale necesară pentru extinderea domeniului de măsurare la 150 V.
- b. Care este tensiunea electrică măsurată de voltmetru la deplasarea acului indicator în dreptul diviziunii 48, înainte și după extindere.

TimP de lucru 30 min. Se acordă **1 punct** din oficiu.

Rezolvare:

I.1-a; 2-b; 3-c.

1,5 puncte

II. 1-d; 2-a; 3-b; 4-e.

2 puncte

III.

a. $n = U/U_a = 150/15 = 10$; $rad = r_a(n-1) = 500 \cdot 9 = 4500V/div$

1,5 puncte

b. -înainte de extinderea domeniului de măsurare:

$$k_{v1} = U_n / \alpha_{max} = 15/60 = 0,25V/div; \quad U1 = k_{v1} \cdot \alpha = 0,25 \cdot 48 = 12V.$$

2 puncte

- după extinderea domeniului de măsurare:

$$k_{v2} = U_n / \alpha_{max} = 150/60 = 2,5V/div; \quad U2 = k_{v2} \cdot \alpha = 2,5 \cdot 48 = 120V.$$

2 puncte

Se acordă **1 punct** din oficiu.

FIȘĂ DE LUCRU

TEMA: Citirea și funcționarea schemelor electrice de acționare

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: 1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

MODUL 1 - MAȘINI, APARATE ȘI SISTEME DE AUTOMATIZARE - a X-a

Rezultate ale învățării:

- 6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare
- 6.1.10. Norme de securitate și sănătate în muncă și prevenirea și stingerea incendiilor pentru lucrări în instalații electromecanice
- 6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice
- 6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice
- 6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare
- 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate
- 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate
- 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită
- 6.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate

Conținuturi:

- Semne convenționale utilizate pentru reprezentarea schemelor electrice de forță și de comandă
- Elementele schemelor electrice și rolul lor
- Exemple de scheme electrice de acționare

SUGESTII METODOLOGICE

- Elevii se pot organiza în grupe mici (2-3 elevi) în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online) sau individual.
- Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.
- Conținutul poate fi predat în cabinete, laboratoare sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.
- Conținuturile vor fi adaptate în funcție de nivelul clasei de elevi, de resursele materiale existente și de documentația tehnică.
- Se pot utiliza programe pentru desenarea schemelor electrice (ex. proficad și grids).
- Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

- Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.
- Classroom: încărcare material documentar - prezentat în acest exemplu.
- Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.
- Pentru feed-back, se pot distribui fișe de lucru pentru elevi în variantă online, fișe de lucru pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.
- Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilitățile de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.
- După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc.
- Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse (pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).
- **Evaluarea** se poate realiza prin fișă de evaluare individuală/în grup sau online.
 - Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare.
 - Se va insista pe modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.
 - Se recomandă rezolvarea aplicațiilor propuse cu toată clasa astfel încât fiecare elev să fie capabil să se autoevalueze, să se verifice și să accepte punctajul obținut.

CONȚINUTURI:

Schema electrică este un desen care cuprinde elementele unei instalații electrice și legăturile dintre aceste elemente reprezentate prin simboluri grafice.

După elementele pe care le conțin schemele electrice pot fi:

- **Scheme de forță sau principale** - conțin simbolurile aparatelor și traseele pe care circulă energia de la sursă la consumator;
- **Scheme electrice de comandă sau auxiliare** - conțin simbolurile elementelor și dispozitivelor prin care se asigură buna funcționare a schemelor de forță. Schema electrică de comandă are funcțiile de: *măsură, semnalizare, comandă, protecție, automatizare*.

După modul de reprezentare:

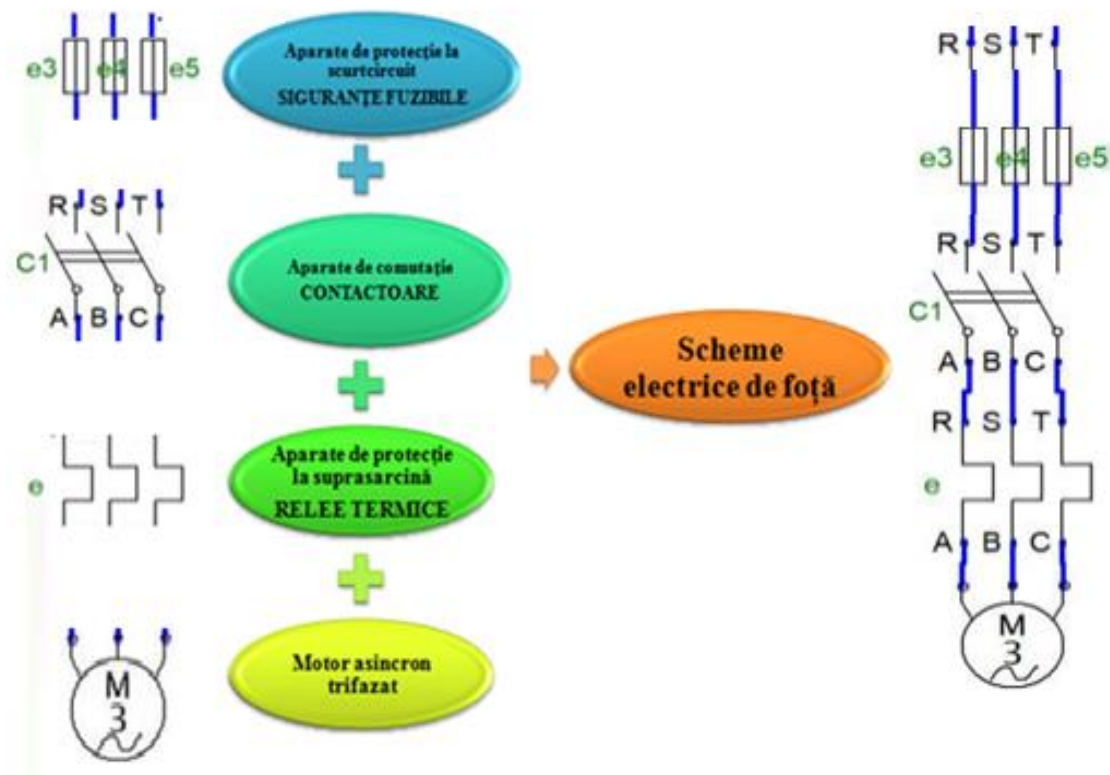
- **Scheme electrice monofilare** - în care conexiunile dintre aparate se realizează pe un singur traseu și care pun în evidență modul principal de racordare a circuitelor;
- **Scheme electrice desfășurate** - conțin simbolurile aparatelor dispuse în circuit într-o anumită ordine pentru a înțelege funcționarea schemei.

Cunoașterea semnelor convenționale și a simbolurilor este importantă pentru întocmirea, citirea și realizarea practică a schemelor electrice de acționare.

Principalele semne convenționale utilizate în desenarea schemelor electrice:

SIMBOL	NOTAȚIE	DENUMIRE	SIMBOL	NOTAȚIE	DENUMIRE
	B	Contact normal închis – buton comandă cu revenire (BO)		c	Bobină contactor electromagnetic
	B	Contact normal deschis – buton comandă cu revenire (BP)		d	Bobină releu comandă
	B	Contact normal deschis – buton comandă cu reținere		dt	Bobină releu de timp
	B	Contact normal deschis cu revenire – buton sonerie		e	Contact de comandă normal închis - releu termic
	C -contactor d -releu	Contact de comandă normal închis (contactor, releu)		a	Înterruptor pârghie, separator
	C -contactor d -releu	Contact de comandă normal deschis (contactor, releu)		c	Contacte de forță ND (contactor)
	c	Contact de comandă - comutator		e	Contacte de forță releu termic
	dt	Contact NI cu temporizare la acționare (releu timp)		m	Motor de curent alternativ trifazat
	dt	Contact NI cu temporizare la revenire (releu timp)		m	Motor de curent alternativ monofazat
	dt	Contact ND cu temporizare la acționare (releu timp)		m	Motor de curent continuu
	dt	Contact ND cu temporizare la revenire (releu timp)		H	Lampă electrică de semnalizare

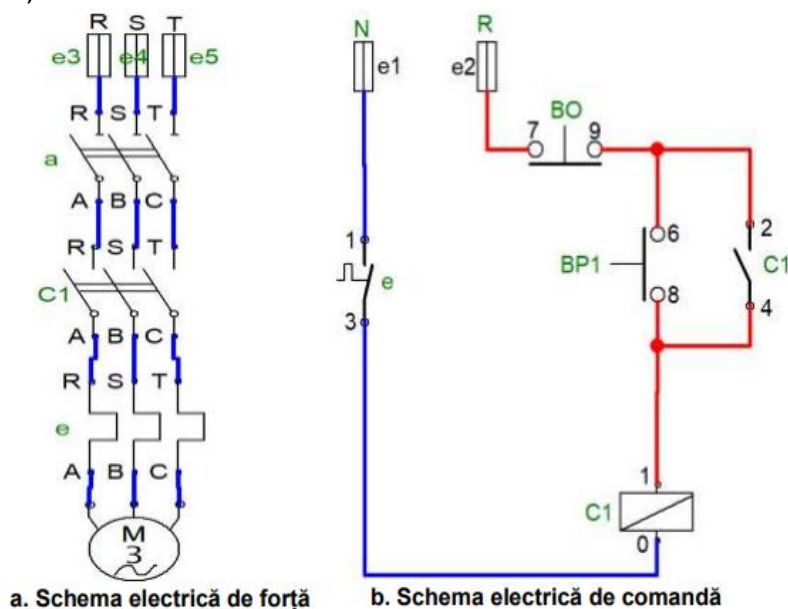
FIȘĂ DE DOCUMENTARE



EXEMPLE DE SCHEME ELECTRICE DE ACȚIONĂRE

I. SCHEMA ELECTRICĂ PENTRU PORNIREA DIRECTĂ A UNUI MOTOR ELECTRIC TRIFAZAT

1. Schema de forță



2. Elementele schemei electrice și rolul acestora

Notăție simbol	Denumire simbol	Rol funcțional
e1....e5	-siguranțe fuzibile	-protejează instalația la scurtcircuit
A_{R-A S-B T-C}	-contactele întrerupătorului trifazat	-î închide circuitul de alimentare cu tensiune a motorului electric
C1_{R-A S-B T-C}	-contactele principale ale contactorului C1	-alimentează sau întrerupe alimentarea cu tensiune a motorului electric
e_{R-A S-B T-C}	-contactele principale (lamellele bimetalice) ale releului termic	-protejează motorul la supracurenți de suprasarcină
M	-motor electric trifazat cu rotorul în scurtcircuit	
e₁₋₃	-contact de comandă normal închis al releului termic	-întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului la suprasarcină
BO₇₋₉	- contactul normal închis al butonului de oprire	-întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului la activarea butonului
BP1₆₋₈	-contactul normal deschis al butonului de pornire	- alimentează cu tensiune bobina contactorului când butonul este activat
C1₂₋₄	-contact de comandă al contactorului C1 (contact de automenținere)	-menține tensiunea la bornele bobinei când butonul de pornire este dezactivat (contactul BP1 ₆₋₈ este deschis)
C1₁₋₀	-bobina contactorului	-cuplează contactorul când este alimentată cu tensiune

3. Funcționarea schemei electrice

O instalație electrică de acționări este formată din două părți:

- *Instalația electrică de forță* - care alimentează cu tensiune motorul electric;
- *Instalația electrică de comandă* - care comandă pornirea și oprirea motorului.

În momentul apăsării pe butonul b_p bobina contactorului **1C** fiind excitată, atrage armătura mobilă, închizând contactele principale **1C** din circuitul de forță **1**, prin care se realizează alimentarea motorului și contactul auxiliar **1C** din circuitul **4**, prin care bobina contactorului se automenține excitată.

Butoanele b_p și b_o sunt prevăzute cu revenire.



1. Care este rolul întreruptorului trifazat?



2. Explicați cum "reacționează" releul termic la apariția unui defect electric sau mecanic.



3. Analizați schema electrică dată și completați tabelul cu simbolurile aferente.

e1....e5	a	C1	e	M	e1-3	BO	BP	C12-4	C11-0

Soluții:

1. Rolul întreruptorului trifazat a este de a întrerupe alimentarea cu tensiune a instalației de forță în situația în care se lucrează la această instalație.

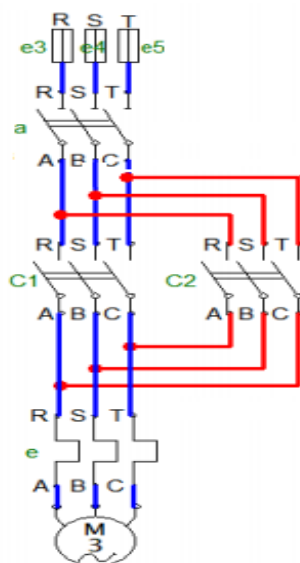
2. Dacă în timpul funcționării motorului apare un defect electric sau mecanic, bobinele motorului absorb un curent mare de la rețea, curent care parcurge bimetaele releului termic. În această situație acestea se încălzesc, se curbează și deschid contactul de comandă al releului din circuitul de comandă, fapt care duce la decuplarea contactorului și oprirea motorului.

3.

e1....e5	a	C1	e	M
				
e1-3	BO	BP	C12-4	C11-0
				

II. PORNIREA ȘI INVERSAREA SENSULUI DE rotație A MOTORULUI ASINCRON

1. Schema de forță



2. Elementele schemei electrice de forță și rolul acestora

Notatie simbol	Denumire simbol	Rol funcțional
e3...e5	-siguranțe fuzibile	-protejează instalația la scurtcircuit
a _{R-A S-B T-C}	-contactele întrerupătorului trifazat	închide circuitul de alimentare cu tensiune a motorului electric
C1 _{R-A S-B T-C}	-contactele principale ale contactorului C1	-alimentează sau întrerupe alimentarea cu tensiune a motorului electric
C2 _{R-A S-B T-C}	-contactele principale ale contactorului C2	-alimentează sau întrerupe alimentarea cu tensiune a motorului electric la funcționarea în sensul 2
e _{R-A S-B T-C}	-contactele principale (lamelele bimetalice) ale releului termic	-protejează motorul la supracurenți de suprasarcină
M	-motor electric trifazat cu rotorul în scurtcircuit	

3. Funcționarea schemei electrice

Sensul de rotație a unui motor electric asincron trifazat se schimbă prin schimbarea a două faze de alimentare între ele.

Pentru sensul 1 de rotație, fazele ajung la bornele motorului prin intermediul contactelor de forță ale contactorului C1 în ordinea R S T.

Pentru sensul 2 de rotație, fazele ajung la bornele motorului prin intermediul contactelor de forță ale contactorului C2 în ordinea T S R.

- **Interblocaj mecanic între contactoare** - contactoarele sunt prevăzute cu un dispozitiv care nu permite cuplarea unui contactor dacă celălalt contactor este cuplat;

- **Interblocaj electric** - se realizează printr-un anumit mod de conectare în instalația de comandă a contactelor de comandă ale celor două contactoare.



1. Cum inversăm sensul de rotație a unui motor electric asincron trifazat?



2. Ce condiție trebuie să îndeplinească contactoarele C1 și C2 astfel încât fazele R și T să nu se scurtcircuiteze?

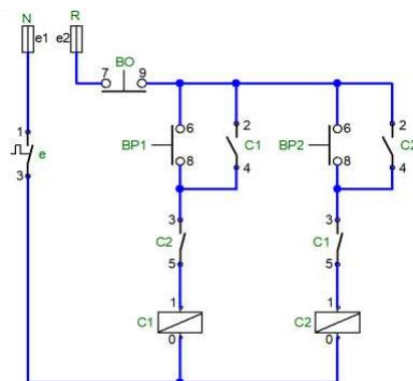


3. Desenați schema de comandă și organizați elementele schemei într-un tabel.

Notăție simbol	Denumire simbol	Rol funcțional

Soluții:

1. Sensul de rotație a unui motor electric asincron trifazat se schimbă prin schimbarea a două faze de alimentare între ele.
2. Contactoarele C1 și C2 nu au voie să fie cuplate în același timp, deoarece se scurtcircuitează fazele R cu T.
- 3.

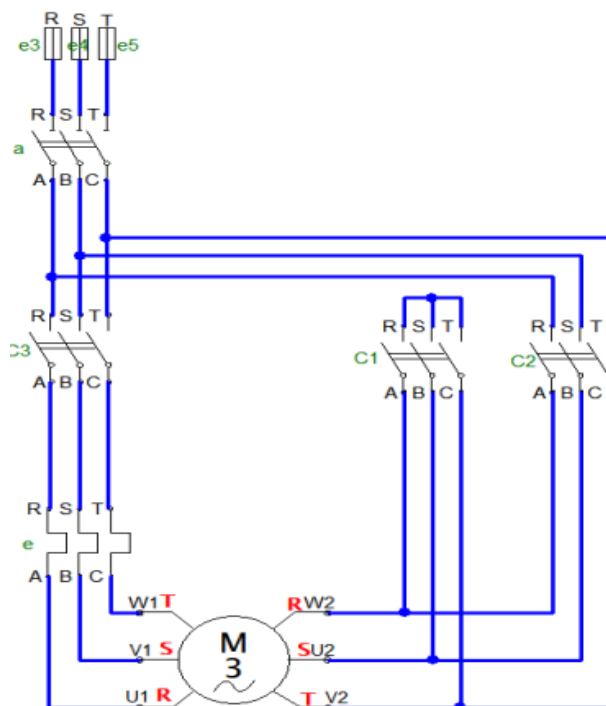


Notăție simbol	Denumire simbol	Rol funcțional
e1, e2	- siguranțe fuzibile	- protejează instalația la scurtcircuit;
e ₁₋₃	-contact de comandă normal închis al releului termic	-întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului la suprasarcină
BO ₇₋₉	-contact normal închis al butonului de oprire	- întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului la activarea butonului
BP1 ₆₋₈	-contact normal deschis al butonului de pornire	- alimentează cu tensiune bobina contactorului când butonul este activat
C1 ₂₋₄	-contact de comandă al contactorului C1 (contact de automenținere)	- menține tensiunea la bornele bobinei când butonul de pornire este dezactivat (contactul BP1 ₆₋₈ este deschis)
C2 ₃₋₅	-contact de interblocaj electric	- nu permite cuplarea contactorului C1 când contactorul C2 este cuplat;
C1 ₁₋₀	-bobina contactorului C1	- cuplează contactorul C1 când este alimentată cu tensiune

BP2₆₋₈	- contact normal deschis al butonului de pornire BP2	- alimentează cu tensiune bobina contactorului C2 când butonul este activat
C2₂₋₄	- contact de comandă al contactorului C2 (contact de automenținere)	- menține tensiunea la bornele bobinei contactorului C2 când butonul de pornire BP2 este dezactivat (contactul BP2 ₆₋₈ este deschis)
C1₃₋₅	- contact de interblocaj electric	- nu permite cuplarea contactorului C2 când contactorul C1 este cuplat
C2₁₋₀	-bobina contactorului C2	- cuplează contactorul C2 când este alimentată cu tensiune

III. COMANDA SI PROTECȚIA UNUI MOTOR ASINCRON CU PORNIRE STEA-TRIUNGHI

1. Schema de forță



2. Elementele schemei electrice și rolul acestora

- $C1_{R-A, S-B, T-C}$ - contactele de forță ale contactorului C1(STEA) - conectează bobinele motorului în STEA;
- $C2_{R-A, S-B, T-C}$ - contactele de forță ale contactorului C2(TRIUNGHI) - conectează bobinele motorului în TRIUNGHI;
- $C3_{R-A, S-B, T-C}$ - contactele de forță ale contactorului C3(ALIMENTARE) - alimentează cu tensiune trifazată bobinele motorului;

3. Funcționarea schemei electrice de forță

Pornirea motorului se face în două etape:

- În prima etapă cuplează contactorul C1 care conectează bobinele motorului în stea și contactorul C3 care alimentează cu tensiune bobinele motorului.
- După un anumit timp (când motorul ajunge aproape de turație nominală) decuplează contactorul C1 și cuplează contactorul C2 care conectează bobinele motorului în triunghi, contactorul C3 rămâne cuplat.

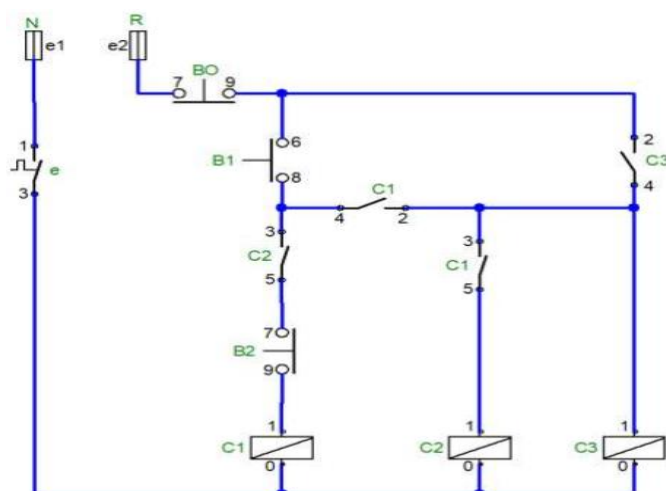
Acest tip de pornire se utilizează pentru motoarele de puteri mari, peste 5,5 kW. Deoarece la pornire se absoarbe un curent mare, *bobinele motorului se conectează mai întâi în stea, apoi, după un anumit timp, în triunghi.*

În stea fiecare bobină este alimentată cu 220V iar în triunghi fiecare bobină este alimentată cu 380V.



3. Desenați schema de comandă și precizați rolul elementelor componente.

Soluții:



- e1, e2 - **siguranțe fuzibile** - protejează instalația la scurtcircuit;
- e1-3 - **contact de comandă normal închis al releului termic** - întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului la suprasarcină;
- BO7-9 - **contactul normal închis al butonului de oprire** - întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului C3 la activarea butonului;
- B16-8 - **contactul normal deschis al butonului de pornire B1(STEA)** - alimentează cu tensiune bobina contactorului C1 când butonul este activat;
- C12-4 - **contact comandă al contactorului C1** - alimentează cu tensiune bobina contactorului C3 după cuplarea contactorului C1;
- C32-4 - **contact de comandă al contactorului C3 (contact automenținere)** - menține tensiunea la bornele bobinei contactorului C3 la dezactivarea butonului B1 (la deschiderea contactului B16-8);
- C23-5 - **contact de interblocaj electric între contactoarele C1 și C2B**;
- B27-9 - **contactul normal închis al butonului B2 (TRIUNGHI)** - întrerupe alimentarea cu tensiune a bobinei contactorului C1, contactorul decuplând;
- C13-5 - **contact de comandă al contactorului C1** - permite cuplarea contactorului C2 (TRIUNGHI) când contactorul C1(STEA) decuplează;
- C11-0, C21-0, C31-0 - **bobine contactoare** - cuplează contactorul corespunzător când sunt alimentate cu tensiune.

BIBLIOGRAFIE:

1. <https://eprof.ro/docs/tehnice/practica-laborator/teorie/instalatii-electrice/4.3.schemeactionari-electrice.pdf>
2. Auxiliar curricular-Realizarea instalațiilor electrice pentru alimentarea mașinilor electrice
3. <https://eprof.ro/docs/electronica/tehnologii/TEG-CAP1.pdf>
4. <https://dokumen.tips/documents/pornirea-si-inversarea-sensului-de-rotaie-a-motorului-asincron-trifazat-cu-rotorul-in-scurtcircuit.html>
5. Auxiliar curricular-Mașini și aparate electrice

EXEMPLUL 2

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: MĂSURĂRI NEELECTRICE ȘI ELECTRICE, clasa a IX-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a IX analizat) RI doar din perioada COVID			Conținuturi ale modulului analizat Conținuturi corespunzătoare RI doar din perioada COVID	Module și conținuturi ale modulelor din clasa a X-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1			2	3	4
Modulul analizat: clasa a IX-a, M4 Măsurări neelectrice și electrice					
				M1 "Mașini, aparate și elemente de automatizare" din clasa X	
RÎ 1			Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice: 3.1 Clasificarea aparatelor pentru măsurarea mărimilor electrice; criterii de clasificare 3.2. Aparate pentru măsurarea intensității curentului electric 3.3. Aparate pentru măsurarea tensiunii electrice 3.4. Aparate pentru măsurarea rezistenței electrice	În Modulul M1 "Mașini, aparate și element de automatizare" din clasa a X-a se pot integra conținuturile din coloana 2, astfel încât să se poată realiza remedierea achizițiilor din clasa a IX-a, fără a prejudicia țintele pentru anul școlar 2020-2021 Menținez că atitudinile ce trebuie să fie dobândite de elevi la 2.1 <i>Aparate electrice</i> coincid în mare parte cu	Conținuturile se pot integra la începutul conținutului 2.1 <i>Aparate electrice</i> prin alocarea a 14 ore din instruire practica Recomand reducerea numărului de ore alocate conținuturilor: -"1.2 <i>Metode de montare a componentelor în subansambluri ale aparatelor electrice</i> " având în vedere faptul că la modulul "M2 <i>Tehnologii de asamblare mecanică</i> " din clasa a X- a, la conținutul "Procesul
Cunoștințe	Abilități	Atitudini			
4.1.3.Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice: -intensitatea curentului electric - tensiunea electrică - rezistența electrică -puterea electrica -energia	4.2.9 Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat 4.2.11.Montarea aparatelor în circuitul de măsurare 4.2.12Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice	4.3.2.Grad de autonomie restrâns în executarea operațiilor sub supraveghere 4.3.3.Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 4.3.4.Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6.Demonstrarea			

activa	4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare	spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate	3.5. Aparate pentru măsurarea puterii electrice; 3.6. Aparate pentru măsurarea energiei active 3.7. Norme de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice	atitudinile dobândite prin parcurgerea conținuturilor analizate (6.2.5 identic 4.2.10 / 6.2.6 identic 4.2.9 / 6.2.7 identic 4.2.11)	<i>tehnologic de asamblare</i> ” se poate exemplifica pe aparate electrice. -”1.3 Documentație tehnică pentru asamblarea aparatelor electrice” - va fi abordat în timpul alocat conținutului din același modul ”4.2 Documentația tehnică specifică elementelor de automatizare”
RI 2			Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice. 4.1 Măsurarea intensității curentului 4.2 Măsurarea tensiunilor 4.3 Măsurarea rezistențelor 4.3.1. Metoda ampermetrului și voltmetrului 4.3.2. Metoda cu ohmmetru 4.3.3. Metoda cu puntea Wheatstone 4.4. Măsurarea puterii electrice în curent continuu	În modulul M1 ”Mașini, aparate și element de automatizare” din clasa X se pot integra conținuturile specificate în coloana 2. Menținez că atitudinile ce trebuie să fie dobândite de elevi la 2.3 Tehnologia de montare a aparatelor electrice în circuitele electrice coincid în mare parte cu cele de la conținuturile analizate (6.3.3 identic 4.3.3 / 6.3.4 identic 4.3.4) Recomand ca pentru clasa a X-a CDL-ul să	Conținuturile se pot integra la începutul 2.3 Tehnologia de montare a aparatelor electrice în circuitele electrice Se alocă 14 ore de Laborator tehnologic, de preferat în aceeași săptămână cu orele de instruire practică alocate pentru recuperările aferente modului ”Măsurări neelectrice și electrice” din clasa a IX-a
Cunoștințe	Abilități	Atitudini			
4.1.4 Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electro-mecanice. Norme de calitate Norme de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de	4.2.14. Selectarea / Aplicarea metodelor de măsurare pentru măsurarea mărimilor electrice în instalații 4.2.15. Măsurarea mărimilor electrice 4.2.16. Înregistrarea mărimilor măsurate 4.2.17. Evaluarea erorilor în procesul de măsurare, calcul procentual 4.2.18. Prelucrarea matematică a datelor măsurate 4.2.19. Interpretarea influenței variației mărimilor în instalații 4.2.20. Verificarea parametrilor electrici	4.3.3. Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 4.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate 4.3.7. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate			

măsurare	pentru componente si subansambluri ale instalațiilor electromecanice 4.2.21. Utilizarea normelor de calitate în cadrul lucrărilor de măsurare a mărimilor electrice. 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare	4.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate	4.5. Măsurarea energiei electrice în circuitele de curent continuu 4.6. Norme de calitate	fie unul de aprofundare (nu extindere) astfel încât să se poată facilita remediarea eventualelor decalaje create de finalizarea anului școlar 2019-2020 în condiții de pandemie, între curriculumul scris (materializat în programa școlară) și cel implementat (aplicarea programei)	
----------	---	---	---	--	--

I. EXEMPLE INSTRUMENTE DE EVALUARE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanica

Calificarea profesională: Electromecanic utilaje și instalații industriale

Anul de studiu: IX

Modulul: M4 Măsurări neelectrice și electrice

Rezultate ale învățării vizate

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
4.1.3. Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice: -intensitatea curentului electric - tensiunea electrică - rezistența electrică -puterea electrică -energia activă	4.2.9 Alegerea dispozitivelor de măsurare / aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat 4.2.11.Montarea aparatelor în circuitul de măsurare 4.2.12.Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice 4.2.13. Efectuarea reglajelor inițiale ale aparatelor de măsură în funcție de natura mărimii măsurate și de domeniul de variație al acesteia 4.2.22.Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate.	4.3.2.Grad de autonomie restrâns în executarea operațiilor sub supraveghere 4.3.3.Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 4.3.4.Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6.Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate
4.1.4 Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice. Norme de calitate Norme de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare	4.2.14. Selectarea/Aplicarea metodelor de măsurare pentru măsurarea mărimilor electrice în instalații 4.2.15.Măsurarea mărimilor electrice 4.2.16.Înregistrarea mărimilor măsurate 4.2.17.Evaluarea erorilor în procesul de măsurare, calcul procentual 4.2.18.Prelucrarea matematică a datelor măsurate 4.2.19.Interpretarea influenței variației mărimilor în instalații 4.2.20.Verificarea parametrilor electrici pentru componente și subansambluri ale instalațiilor electromecanice 4.2.21.Utilizarea normelor de calitate în cadrul lucrărilor de măsurare a mărimilor electrice. 4.2.22.Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare	4.3.3.Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 4.3.4.Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 4.3.6.Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate 4.3.7.Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate 4.3.8.Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate

Scopul pentru care am proiectat testul este de a indica nivelul performanță atins de elevii clasei a IX-a Electromecanic utilaje și instalații industriale la sfârșitul etapei de învățare on-line, referitor la conținuturile prevăzute în M4 Măsurări neelectrice și electrice

Obiectivele cărora testul este proiectat să răspundă:

- O1. Alegerea corectă a dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de situația de măsurare
- O2. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
- O3. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
- O4. Citirea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
- O5. Aplicarea corectă metodelor de măsurare pentru diverse situații de măsurare
- O6. Prelucrarea matematică a datelor

Conținuturile supuse evaluării:

1. Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice:
 - intensitatea curentului electric
 - tensiunea electrică
 - rezistența electrică
 - puterea electrica
 - energia activa
2. Analiza metodelor de măsurare a mărimilor electrice în instalațiile electromecanice

Adresarea nivelelor cognitive din taxonomia Bloom-Anderson revizuită:

Niveluri cognitive Conținuturi	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a creea	Pondere %
1 / O1			10		5		15
1 / O2	10						10
1 / O3		30					30
2 / O4				5			5
2 / O5			30				30
2/ O6				5	5		10
Pondere %	10	30	40	10	10	0	100%

TEST

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Măsurarea tensiunii la bornele unei prize se realizează cu:

- a) un ampermetru montat în serie;
- b) un ohmmetru montat în paralel;
- c) un voltmetru montat în serie;
- d) un voltmetru montat în paralel;

2. În curent alternativ energia electrică se măsoară cu:

- a) voltmetru;
- b) ohmmetru;
- c) contor de inducție;
- d) ampermetru electrodinamic.

3. Rezistența de șunt necesară măsurării unui curent de 20 mA cu un ampermetru ce are un curent nominal de 2 mA și rezistența internă $r_a = 18 \Omega$ este:

- a. 2Ω ;
- b. $1,62 \Omega$;
- c. $1,8 \Omega$;
- d. 18Ω .

4. Un wattmetru electrodinamic are $U_n=300V$ și $I_n=4A$. Puterea electrică măsurată de wattmetru în situația din desenul alăturat are valoarea:

- a) 600W;
- b) 200W;
- c) 192 W;
- d) 384 W



5. Pentru măsurarea unei rezistențe electrice prin metoda indirectă se folosesc aparatele de măsură :

- a) wattmetru și contor;
- b) ampermetru și voltmetru;
- c) ohmmetru;
- d) wattmetru și ohmmetru.

B.

10 puncte

1. În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate mărimi electrice, iar în coloana B sunt enumerate denumiri ale aparatelor de măsură.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

A. Mărimi electrice	B. Aparate de măsurat
1. intensitatea curentului electric 2. putere activă 3. putere aparentă 4. putere reactivă 5. tensiune electrică	a. ampermetru b. varmetru c. ohmmetru d. voltampermetru e. voltmetru f. wattmetru

C. 10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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.

1. Contorul de inducție are în construcție un electromagnet de curent și un electromagnet de tensiune
2. Șuntul se conectează în serie cu ampermetrul, pentru a extinde domeniul lui de măsurare.
3. Rezistența adițională este o rezistență de valoare mare.
4. Măsurarea rezistenței electrice cu ohmmetrul nu este o metodă de măsurare directă.
5. Metoda amonte - aval se poate folosi ca metodă indirectă pentru măsurarea puterii în curent continuu

SUBIECTUL II

20 puncte

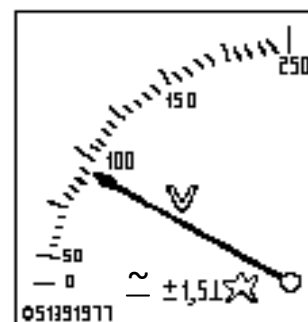
II.1 Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere:

6 puncte

Wattmetrul electrodinamic are(a)..... borne pentru conectarea în circuit

În figura alăturată este prezentat cadranul unui aparat de măsurat electric. Ținând seama de notațiile și simbolurile existente pe cadran, completează spațiile punctate:

Mărimea măsurată este ...(b)... .. Aparatul se folosește în curent ...(c). . Poziția normală de funcționare a aparatului este ...(d).. . Indicele clasei de precizie este ...(e). Aparatul rezistă la o tensiune de încercare dielectrică de (f).



II.2. Efectuați pe foaia de răspunsuri următoarele transformări de unități de măsură:

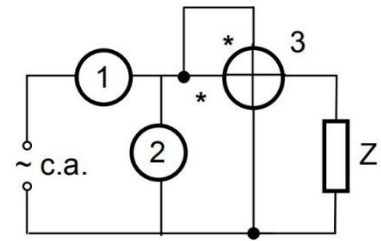
4 puncte

- a. 5 mA =A
- b. 10 kΩ =Ω
- c. 5,2 kW =W
- d. 400 V =mV

II.3 Pentru schema electrică din figura alăturată: 10 puncte

a. Notați pe foaia de răspuns denumirea aparatelor de măsurat notate în schemă cu 1, 2 respectiv 3.

b. Precizați rolul / mărimea măsurată fiecare aparat.



SUBIECTUL III

40 puncte

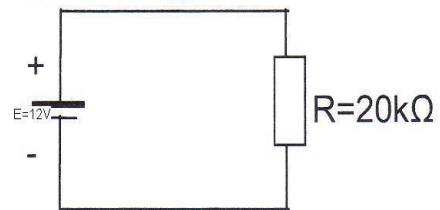
1. Se consideră circuitul electric din figura de mai jos. Pentru măsurarea intensității curentului, în circuit se introduce un ampermetru cu $R_a=2\Omega$ și $I_a=1\text{mA}$.

a) Reprezentați pe foaia de concurs, circuitul cu ampermetru conectat

b) Calculați curentul prin circuitul fără ampermetru

c) Determinați curentul prin circuitul cu ampermetru

d) Indicați o metodă pentru extinderea domeniului de măsurare al ampermetrului



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

30 puncte

A.

10 puncte

1 - d; 2 - c; 3 - a; 4 - c; 5 - b.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

B.

10 puncte

1-a; 2 - f; 3 - d; 4 - b; 5 - e

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

C.

10 puncte

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 - A; 2 - F; 3 - A; 4 - F; 5 - A

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II

20 puncte

II.1.

6 puncte

a) Patru; b) volt; c) continuu sau alternativ; d) vertical; e) 1,5; f) 500V

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 0,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.2.

4 puncte

a. $5 \text{ mA} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

b. $10 \text{ k}\Omega = 10 \cdot 10^3 \Omega = 10^4 \Omega$

c. $5,2 \text{ W} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ KW}$

d. $400 \text{ V} = 400 \cdot 10^3 \text{ mV} = 4 \cdot 10^5 \text{ mV}$

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 0,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.3

10 puncte

a) 1 - ampermetru; 2 - voltmetru; 3 wattmetru

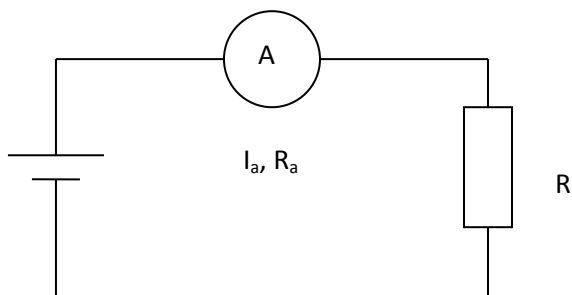
b) 1 tensiune electrică; 2 - intensitatea curentului electric; putere electrică

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

a)

10 puncte



Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 10 **puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 5 **puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 **puncte**.

a) $I = E/R = 12/20 \cdot 10^3 = 0,0006A$

Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 10 **puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 5 **puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 **puncte**.

b) $I = E/(R+R_a) = 12/(20 \cdot 10^3 + 2) = 5,99A$

Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 10 **puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 5 **puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 **puncte**.

c) Extinderea domeniului cu rezistență șunt

Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 5 **puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 **puncte**.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 5 **puncte**

Pentru evaluare on-line se pot folosi 2 variante:

- Pe www.classroom.google.com folosind link-ul https://docs.google.com/document/d/1Ri8Rw4UgnhG6iplIRfd2JIWlhbEUjEGn6MmE_Ne9sr0/edit?usp=sharing
- Pe site-ul www.kahoot.it folosin link-ul https://kahoot.it/challenge/06583176?challenge-id=b5dc10ce-1a1a-4e39-aa28-a650d33f1abc_1597151426278 PIN-ul jocului: 06583176

EXEMPLE ACTIVITATI DE INVATARE, in relatie directa cu analiza de la punctul I

Modulul: M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare (remediere M4 Măsurări neelectrice și electrice)

Clasa: a X-a A (remediere din clasa a IX-a)

Unitatea de învățare: Aparate electrice (Aparate electrice)

Tema /Conținutul învățării: Aparate electrice auxiliare (Măsurarea rezistenței electrice)

Tipul lecției: lucrare practică

Locul: laborator / atelier / laborator AeL / www.Google.Meet.com

MĂSURAREA REZISTENȚELOR ELECTRICE PRIN METODA AMPERMETRULUI ȘI VOLTMETRULUI

Rezultate ale învățării clasa a X-a M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare la

- **conținutul:** 2.1 *Aparate electrice*, respectiv 2.3 *Tehnologia de montare a aparatelor electrice în circuite electrice*
- **Abilități** vizate pentru M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare clasa a X-a
 - 6.2.5. Decodificarea simbolurilor standardizate ale aparatelor electrice de comutație, de comandă, de reglare, de protecție și auxiliare
 - 6.2.6. Selectarea aparatelor electrice în funcție de domeniile de utilizare și de documentația tehnică
 - 6.2.7. Montarea aparatelor electrice în circuite electrice simple
 - 6.2.8. Utilizarea documentației tehnice pentru executarea lucrărilor de montare a aparatelor electrice

Rezultate ale învățării clasa a IX-a M4 Măsurări neelectrice și electrice la

- **Conținutul** *Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice*
- **Abilități** vizate pentru M4 Măsurări neelectrice și electrice clasa a IX-a
 - 4.2.9. Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată
 - 4.2.10. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat
 - 4.2.11. Montarea aparatelor în circuitul de măsurare
 - 4.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice
 - 4.2.22. Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate.

Obiectivul fundamental: utilizarea aparatelor electrice pentru determinarea valorii rezistenței electrice

Obiective strategice:

Elevii

- O1 - să aleagă / selecteze corect aparatele și dispozitivele potrivite sarcinii de lucru;
- O2 - să decodifice simbolurile folosite în scheme de circuite electrice
- O2 - să realizeze corect montajul conform schemei;
- O3 - să manevreze corect aparatele și dispozitivele;
- O4 - să citească corect aparatele de măsură;
- O5 - să noteze corect datele prelevate;
- O6 - să respecte normele de securitatea muncii.

SUPPORT TEORETIC:

Pentru executarea lucrării elevii trebuie să cunoască:

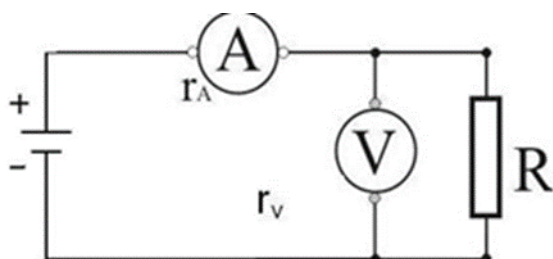
- Domeniile de utilizare ale aparatelor de măsurat

- Schemele electrice utilizate de metodă și variantele amonte și aval
- Legea lui Ohm
- Modul de montare a aparatelor și dispozitivelor în circuit
- Efectele montării ampermetrului și voltmetrului în circuit
- Relațiile de calcul folosite la determinarea valorilor rezistențelor electrice în cele două variante

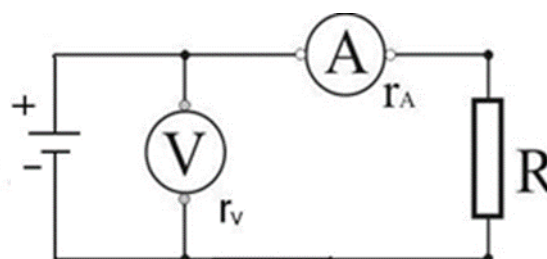
RESURSE MATERIALE:

- Ampermetru,
- Voltmetru,
- Sursă de tensiune continuă (baterii, acumulatori)
- Rezistență de măsurat
- Întrerupător
- Fișa de documentare
- Fișa de lucru
- <https://www.youtube.com/watch?v=Cx9iB8MajJU>
- Lecția "Măsurarea rezistențelor electrice" de pe platforma AeL

SCHEMA DE MONTAJ:



a) Montaj AVAL



b) Montaj AMONTE

NOMENCLATORUL APARATELOR:

E - baterie de acumulatori de 4V;

A - ampermetru de 5A c.c.;

V - voltmetru de 6V c.c.;

R_x - rezistență de măsurat.

INSTRUCIUNI S.S.M.

La executarea lucrărilor de laborator se impun următoarele:

- punerea sub tensiune a montajelor este permisă numai după verificarea acestora de către profesor;
- se va urmări să nu se depășească valorile nominale ale aparatelor;
- schimbarea domeniului de măsură al aparatelor se face numai cu acordul profesorului și când montajul nu este sub tensiune ;
- nu se deconectează aparatele de măsură când acestea sunt sub tensiune;
- nu se vor atinge părțile sub tensiune ale montajelor datorită pericolului de electrocutare;
- nu sunt permise improvizațiile;
- se vor folosi numai scule în bună stare de funcționare.

Elevii trebuie să cunoască și să respecte instrucțiunile de S.S.M., iar instructajul se consemnează într-un proces verbal.

MODUL DE LUCRU:

- se măsoară rezistențele interne ale ampermetrului și voltmetrului
- se realizează montajele conform schemelor
- se calculează valorile rezistențelor necunoscute cu relațiile:

$$R_x = \frac{U}{I} - R_a$$

montajul amonte

$$R_x = \frac{U}{I_t - \frac{U}{R_v}}$$

montajul aval

FIȘA DE LUCRU

Rezultatele determinărilor se trec în tabelul de mai jos:

Nr. crt.	Varianta de montaj	Tipul rezistorului de măsurat	I	U	R _a	R _v	Valoarea rezistenței necunoscute
			(A)	(V)	(W)	(W)	(W)
1							
2							
3							
4							

OBSERVAȚII ȘI CONCLUZII:

Pentru a obține o precizie cât mai mare:

- Varianta amonte se va folosi numai pentru măsurarea rezistențelor mari, mult mai mari decât rezistența ampermetrului

Varianta aval se va folosi numai pentru măsurarea rezistențelor mici, mult mai mici decât rezistența voltmetrului

Fișa de documentare
MĂSURAREA REZISTENȚELOR ELECTRICE

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

Unitatea de măsură pentru rezistența electrică în SI este ohmul, având ca simbol Ω :
 $1 \Omega = 1V/1A$

Cele mai utilizate *metode de măsură* pentru rezistențe sunt:

- *Metoda indirectă a ampermetrului și voltmetrului*, cu variantele amonte și aval
- *Metodele de comparație:*
 - metoda substituției
 - metoda comparării tensiunilor
 - metoda reducerii tensiunilor la jumătate
 - metode de punte
- *Metode cu citire directă*, folosind ohmmetre și megohmmetre

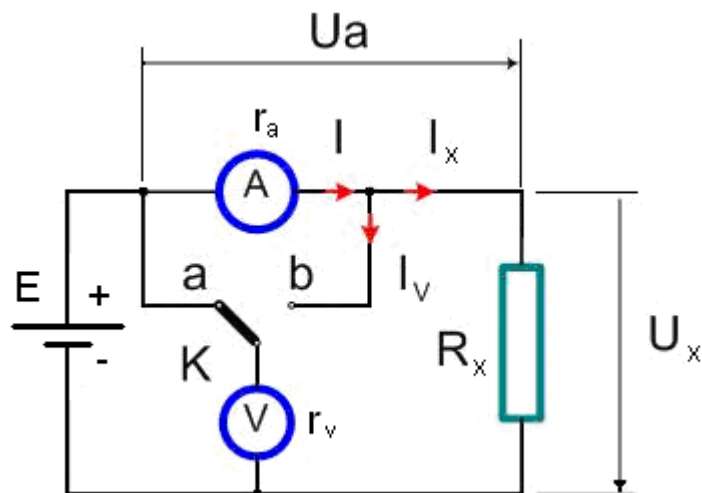
METODA AMPERMETRULUI ȘI VOLTMETRULUI

Valoarea rezistenței de măsurat se obține aplicând legea lui Ohm:

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

Este posibil să se utilizeze două variante de montaj, care diferă între ele prin poziția voltmetrului față de ampermetru. Împrumutând termenii din navigația fluvială, se spune că :

- comutatorul k pe poziția a, voltmetrul este în amonte față de ampermetru
- comutatorul k pe poziția b, voltmetrul este în aval față de ampermetru



Varianta amonte

Când comutatorul K este pe poziția a.

- ampermetrul măsoară $I = I_x$
 - voltmetrul măsoară $U = U_x + U_a$
- unde: $U_a = I r_a$, r_a fiind rezistența ampermetrului

Aplicând legea lui Ohm, se calculează:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U_a + U_x}{I} = r_a + R_x$$

În această variantă, se introduce eroarea sistematică de metodă:

$$\varepsilon = R - R_x = r_a$$

Eroarea relativă, va fi:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_x}{R} = \frac{r_a}{R_x}$$

Pentru a obține o precizie cât mai mare, este necesar ca eroarea relativă să fie cât mai mică, deci:

$$r_a \ll R_x$$

Concluzie: Varianta amonte se va folosi numai pentru măsurarea rezistențelor mari, mult mai mari decât rezistența ampermetrului.

Varianta aval

Când comutatorul K este pe poziția b.

- voltmetrul măsoară $U = U_x$
 - ampermetrul măsoară $I = I_x + I_v$
- unde: $I_v = U/r_v$, r_v fiind rezistența voltmetrului

Aplicând legea lui Ohm, se calculează:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{I_v + I_x} = \frac{\frac{U}{I_x}}{1 + \frac{I}{I_x}} = \frac{R_x}{1 + \frac{I_v U}{I_x U}} = \frac{R_x}{1 + \frac{R_x}{r_v}}$$

Și în acest caz se introduce eroarea sistematică de metodă:

$$\varepsilon = R - R_x = \frac{R_x}{1 + \frac{R_x}{r_v}} - R_x = R_x \left(\frac{1}{1 + \frac{R_x}{r_v}} - 1 \right)$$

Eroarea relativă va fi:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{R_x} = \frac{1}{1 + \frac{R_x}{r_v}} - 1$$

Pentru a obține o precizie cât mai mare, eroarea relativă trebuie să fie mai mică, deci :

$$r_v \gg R_x$$

Concluzie: Varianta aval se va folosi numai pentru măsurarea rezistențelor mici, mult mai mici decât rezistența voltmetrului

EXEMPLE DE ACTIVITATI DE PREDARE-INVATARE-EVALUARE, cu accent pentru forma ONLINE

Modulul: M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare (remediere pentru M4 Măsurări neelectrice și electrice)

Clasa: a X-a (remediere pentru a IX-a)

Locație: Atelier electric

Unitatea de învățare: Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor electrice

Conținutul învățării: Aparate pentru măsurarea tensiunii electrice

Tipul lecției: activitate practică

Obiectivul fundamental: cunoașterea aparatelor și a metodelor utilizate pentru măsurarea tensiunii electrice

Obiective operaționale:

O₁: (4.2.9) Alegerea dispozitivelor de măsurare/ aparatelor electrice și a domeniului de măsurare în funcție de valoarea prezumată

O₂: (4.2.10.) Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor de măsurat

O₃: (4.2.11.) Montarea aparatelor în circuitul de măsurare

O₄: (4.2.12.) Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice

O₅: (4.2.22.) Aplicarea normelor de SSM, de protecția mediului și PSI specifice operațiilor de măsurare și control utilizate.

Strategii didactice:

a. mijloace de învățământ:

- Fișe de lucru
- Fișa de documentare
- Tableta, lap-top
- www.google.classroom.com
- www.Graasp.eu
- https://dcacslab.com/en/lab?from_dashboard=true

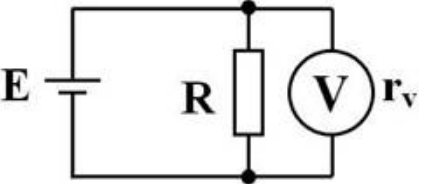
b. metode de învățământ:

- Conversația
- Învățarea prin descoperire
- Problematizare

c. forme de activitate:

- Frontal, pentru reactualizarea cunoștințelor www.google.meet.com
- Individual

Organizarea didactică a succesiunii obiectivelor și parcurgerii conținutului de instruire

Etapela lecției	Ob . op	Activitatea desfășurată		Tim p	Metod e didactice	Materia l didactic
		de profesor	de elevi			
Organizare a clasei		Verifică prezența și conectarea elevilor www.classroom.google.com Cere elevilor să aibă pe fișa de lucru Subliniază importanța procesului de măsurare	Pregătesc fișele luate de pe www.classroom.google.com	5 min		
Verificare a . cunoștințele lor dobândite în lecția anterioară	01 02 03 04 05	Pe Meet, profesorul adresează întrebări: - Norme de sănătate și securitate a muncii în activități practice în atelierul electric - Care este definiția curentului electric? - Care este definiția tensiunii electrice? - Care este unitatea de măsură a acesteia și ce metode de măsurare cunoașteți? - Care este simbolul pentru voltmetru - Cum se montează voltmetrele în circuit?  - Coordonează elevii în realizarea montajului de măsurare - Stabilește câteva valori care vor fi măsurate de elevi Pentru varianta Go-Lab pe platforma Graasp -link-ul https://graasp.eu/spaces/5e7094c8512ccd267709656f	Ascultă întrebările, își formulează răspunsurile și participă la dialogul inițiat de profesor Enunță definiția curentului electric Recunosc și identifică aparatele necesare pentru măsurarea a tensiunii electrice https://dcacalab.com/en/lab?from_dashboard=true sau https://go-lab.gw.utwente.nl/production/electricalCircuitLab/build/circuitLab.html?preview= Realizează montajul pentru măsurarea tensiunii electrice Realizează montajul și realizează măsurări ale diferitelor mărimi ale tensiunii electrice Notează valorile obținute în fișa de lucru https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zVlnc-HwLwQ7UQsP92ixsV6yTAKEI8Hwgg7ZnSmb5cM/edit?usp=sharing Trasează grafic $U = f(R)$	40 min	practic	Calcula tor Interne t
Fixarea cunoștințele lor		Adresează elevilor întrebări	Se răspund la întrebările profesorului	5 min	practic	

Fișă de documentare Măsurarea tensiunilor

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

Tensiunea electrică reprezintă lucrul mecanic efectuat de o sursă pentru deplasarea sarcinii electrice în circuit

Unitatea de măsura pentru tensiune în SI este *voltul*, având ca simbol V.

În general, tensiunile electrice se măsoară prin *metode de citire directă*, cu aparate numite *voltmetre*. În măsurările de mare precizie se utilizează *metode de compensație*.

Pe cadranul voltmetrului este simbolul V

În schema electrică, voltmetrul este simbolizat cu



Montarea voltmetrelor în circuit

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 încât tensiunea de măsurat să fie egală cu tensiunea de la bornele sale.

Ca și în cazul ampermetrelor, la montarea voltmetrului în circuit este necesar ca funcționarea circuitului să se modifice cât mai puțin.

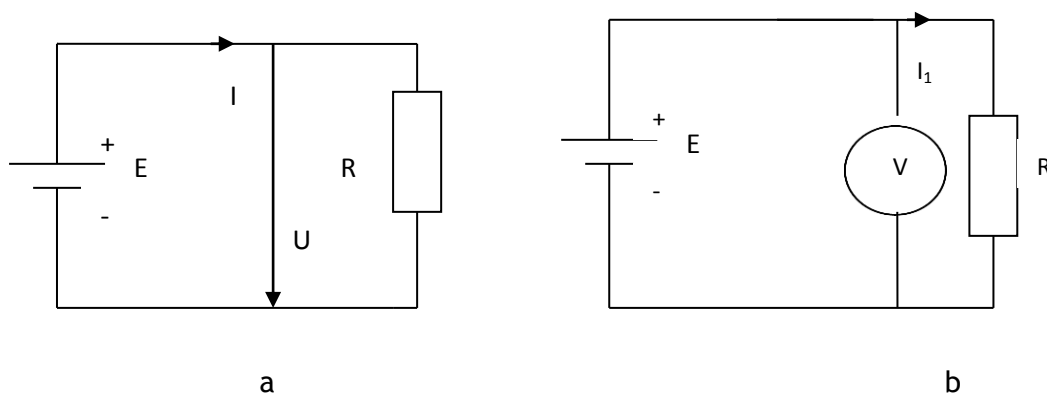


fig. 1

a - circuitul fără voltmetru

b - circuitul cu voltmetru

Înainte de montarea voltmetrului, tensiunea între punctele a și b este:

$$U = \frac{RE}{R + r_i} = \frac{1}{1 + \frac{r_i}{R}} E$$

După montarea voltmetrului tensiunea va deveni:

$$U = \frac{\frac{Rr_v}{R + r_v}}{r_i + \frac{Rr_v}{R + r_v}} E = \frac{E}{1 + \frac{r_i}{R} \frac{R + r_v}{r_v}}$$

Concluzie: Pentru ca la montarea voltmetrului în circuit funcționarea acestuia din urmă să se modifice cât mai puțin, este necesar ca *rezistența voltmetrului să fie mult mai mare decât rezistența în paralel pe care se montează.*

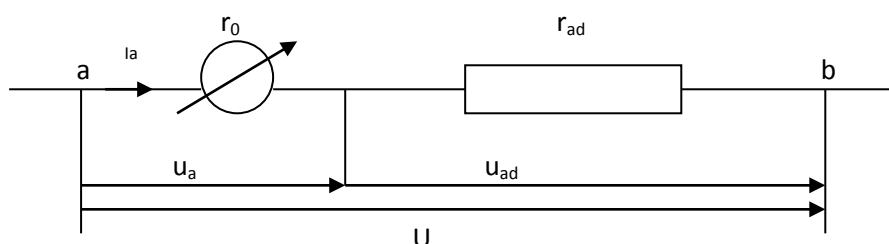
$$r_v \gg R$$

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

Extinderea domeniului de măsurare la voltmetre

Când tensiunea de măsurat U este mai mare decât tensiunea nominală a aparatului, se poate extinde domeniul de măsurare cu ajutorul unor dispozitive numite *rezistențe adiționale*.

Rezistența adițională este o rezistență de valoare mare, care se montează în serie cu aparatul magnetoelectric și pe care cade o parte din tensiunea de măsurat.



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

$$I_a = \frac{U_a}{r_a} = \frac{U}{r_a + r_{ad}} \Rightarrow \frac{U}{U_a} = \frac{r_a + r_{ad}}{r_a} = 1 + \frac{r_{ad}}{r_a} = n$$

în care n indică de câte ori tensiunea de măsurat este mai mare decât tensiunea nominală și se numește **coeficient de multiplicare**.

Din relația:

$$n = 1 + \frac{r_{ad}}{r_a}$$

se obține:

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

Deci 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 magnetoelectric.

Exemplu: Un aparat magnetoelectric are $I_a = 1\text{mA}$ și $r_a = 100\Omega$. Să se determine rezistența adițională necesară pentru a putea măsura o tensiune $U = 10\text{V}$.

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

$$n = \frac{U}{U_a} = \frac{10}{0,1} = 100$$

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

Rezistența totală a voltmetrului este:

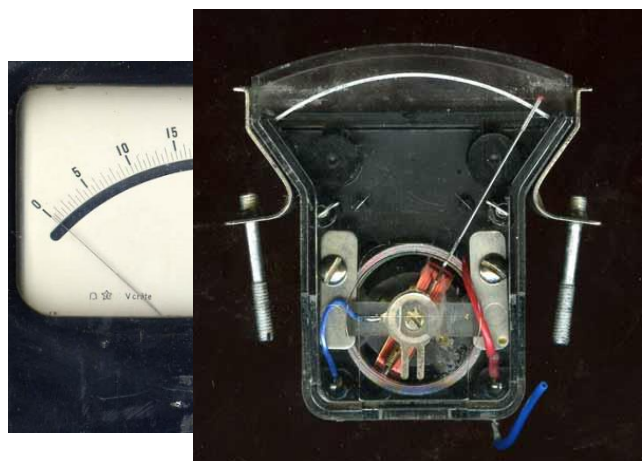
$$r_v = r_a + r_{ad} = 100 + 9900 = 10000\Omega$$

După cum se vede în exemplul de mai sus, rezistența adițională este mult mai mare decât rezistența aparatului. De aceea, în relația $U = I_a(r_a + r_{ad})$ se poate neglija r_a și se obține:

$$U = I_a * r_{ad}$$

$$r_{ad} = \frac{U}{I_a}$$

Deci, rezistența adițională este proporțională cu tensiunea de măsurat și valoarea ei depinde de curentul nominal al aparatului magnetoelectric.



Pe site-ul www.google.classroom.com fișa de lucru pentru activitate on-line se găsește la link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zVlnc-HwLwQ7UQsP92ixsV6yTAKEI8Hwgg7ZnSmb5cM/edit?usp=sharing>

Pe site-ul www.Graasp.eu la link-ul <https://graasp.eu/spaces/5e7094c8512ccd267709656f>

BIBLIOGRAFIE

1. Eugenia Isac - *Măsurări Electrice Și Electronice* (Manual Pentru Clasele X - XII), Editura Didactică și Pedagogică, București 1993
2. Tatiana Gheorghiu, Nicolae Constantin - *Tehnici de măsurare în domeniu* (Auxiliar Curricular) - Programul PHARE TVET RO 2005/005 - 551.05.01- 02
3. https://gsuite.Google.Com/Intl/En_le/
4. <https://graasp.Eu/>
5. www.youtube.Com
6. OMEN 3915 / 18.05.2017 - Anexa 4
7. OMENCS Nr. 4457 / 05.07.2016 - Anexa 6

EXEMPLUL 3

I. STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: DESEN TEHNIC, clasa a IX-a

Identificarea componentelor din programa școlară a modului parcurs în anul 2019-2020 care pot fi preluate și integrate în cadrul unui alt modul, fără a prejudicia rezultatele învățării urmărite pentru anul școlar 2020-2021

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a IX 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 X-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări /sugestii metodologice/observații (după caz)
Modulul analizat: DESEN TEHNIC - CLASA IX - Electromecanică			
		M1 - MAȘINI APARATE ȘI ELEMENTE DE AUTOMATIZARE, clasa a X-a	
Cunoștințe: 1.1.3. Desene tehnice de instalații electrice și electronice industrială Abilități: 1.2.17. Decodificarea semnelor convenționale utilizate în schemele electrice și electronice 1.2 18. Aplicarea semnelor convenționale la realizarea schemelor electrice de complexitate scăzută/medie 1.2.19. Citirea și interpretarea schemelor de instalații electronice industriale 1.2.20.Comunicarea/Raportare	Semne convenționale, simboluri și notații utilizate în instalații electrice	Aparate electrice (simboluri, părți componente, domenii de utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice (semne convenționale, părți componente, domeniul de utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) Criterii de selecție a aparatelor electrice - tehnice (caracteristici constructive, curent nominal)	Pentru a recunoaște aparatele, mașinile și elementele de automatizare dintr-o schemă electrică este necesară cunoașterea simbolurilor acestora. Conținuturile din modulul de Desen tehnic pot fi integrate în modulul Mașini, aparate și elemente de automatizare prin reluarea noțiunilor predate la studiul individual al elementelor componente dintr-o schemă electrică, la realizarea și funcționarea acestora. La predarea conținuturilor Aparatură electrice se introduc simbolurile
	Scheme de instalații electrice	Tehnologia de montare a	

a rezultatelor activităților profesionale desfășurate 1.2.21. Decodificarea simbolurilor standardizate utilizate în schemele electrice și electronice Atitudini: 1.3.2. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor 1.3.3. Asumarea responsabilității pentru sarcina primită 1.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 1.3.5. Asumarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate la execuția schițelor, desenelor la scară, schemelor de instalații electrice și electronice	(schema monofilară; schema multifilară; schema unei instalații electrice de iluminat; scheme de distribuție; scheme de alimentare a diverselor motoare electrice; schema unei instalații electrice de forță)	aparater electrice în circuite electrice - schema circuitului electric Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare) Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron: selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei. Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi; selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei	aparater electrice de comutație, de comandă, de reglare, de protecție, auxiliare. La predarea conținuturilor Mașini electrice se introduc simbolurile transformatoare, mașini electrice (c.c, c.a). În cadrul conținuturilor Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice se completează cu simbolurilor elementelor utilizate în automatizarea unui proces tehnologic. La predarea conținuturilor Tehnologia de montare a aparater electrice în circuite electrice integrăm conținuturile schemă monofilară, multifilară, schema unei instalații electrice de iluminat, scheme de distribuție și la predarea conținuturilor Scheme electrice de forță integrăm scheme de alimentare a diverselor motoare electrice, schema unei instalații electrice de forță. Activități de învățare: -vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD - uri); -însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală);
	Semne convenționale, simboluri și notații utilizate în instalații electronice industriale	Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri standardizate, părți componente, mărimi caracteristice, rol funcțional, domenii de utilizare) Documentație tehnică specifică elementelor de automatizare: cataloage, reviste de specialitate, articole, studii, scheme de automatizare, manuale tehnice, internet pentru selectarea și utilizarea elementelor de automatizare în diverse aplicații	
	Scheme de instalații electronice industriale	Instalații de automatizare a proceselor tehnologice Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare)	

			-utilizarea softurilor educaționale și programelor de reprezentare și simulare a schemelor electrice. Activități de evaluare: Fișe de lucru; Fișe de autoevaluare; Lucrări practice; Proiectul; Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic; Teste de verificarea cunoștințelor.
--	--	--	---

II. EXEMPLE DE INSTRUMENTE DE EVALUARE

Evaluare inițială

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Electromecanic utilaje și instalații industriale

Anul de studiu: a X-a

Modulul: Mașini, aparate și elemente de automatizare

Rezultate ale învățării vizate: Reprezentarea pieselor și a instalațiilor utilizând desenul tehnic

Cunoștințe:

1.1.3. Desene tehnice de instalații electrice și electronice industrială

Abilități:

1.2.17. Decodificarea semnelor convenționale utilizate în schemele electrice și electronice.

1.2.19. Citirea și interpretarea schemelor de instalații electronice industriale.

1.2.21. Decodificarea simbolurilor standardizate utilizate în schemele electrice și electronice

Atitudini:

1.3.3. Asumarea responsabilității pentru sarcina primită.

1.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme.

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea simbolurilor utilizate în scheme electrice.

2. Operarea cu relațiile matematice între mărimile electrice.

3. Analizarea circuitelor electrice.

Toate subiectele sunt obligatorii.
Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timp de lucru: 50 minute

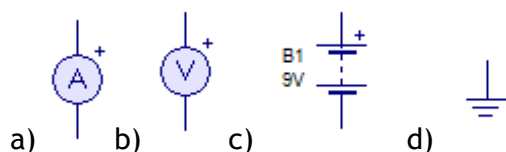
SUBIECTUL I

30 puncte

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

10 puncte

- Unitatea de măsură a inductanței electrice este?
a) amper; b) henry; c) secunda; d) hertz
- Pentru măsurarea intensității curentului electric se utilizează?



- Dacă secțiunea unui fir conductor, scade de două ori, rezistența lui?
a) crește de 4 ori; b) scade de 2 ori; c) crește de 2 ori; d) scade de 4 ori
- La bornele unui rezistor electric se aplică o tensiune electrică de 24 V. Știind că intensitatea curentului electric ce parcurge rezistorul este de 6 A, valoarea rezistenței electrice este?
a) 2Ω; b) 6Ω; c) 3Ω; d) 4Ω
- Se dau două rezistențe cu valorile $R_1=R_2=2\Omega$. Care este valoarea rezistenței echivalente la gruparea serie?
a) 6Ω; b) 3Ω; c) 4Ω; d) 2Ω

I.2. În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate mărimile fizice, iar în coloana B sunt enumerate unitățile de măsură

10 puncte

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

A - Mărimi fizice	B - Unități de măsură
1. R	a. A
2. P	b. V
3. U	c. F
4. C	d. Ω
5. I	e. W
	f. Hz

I.3. Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5

10 puncte

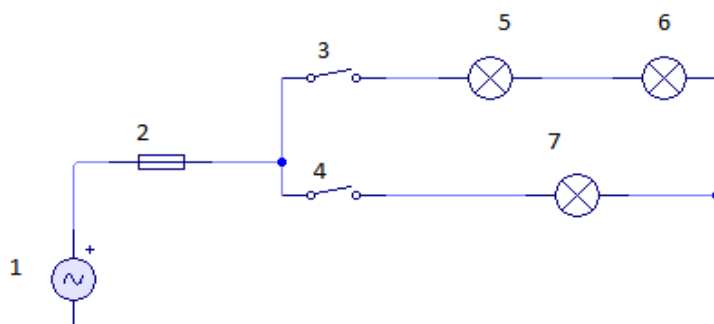
- Ampermetru se montează în serie într-un circuit de măsurare.
- Condensatorul electric este o componentă pasivă a cărei funcționare se bazează pe proprietatea de a înmagazina o anumită cantitate de electricitate.
- Unitatea de măsură pentru inductanță este farad.
- Măsurarea tensiunii electrice se realizează cu ampermetrul.
- Proprietatea cea mai importantă a bobinei este că poate acumula energie magnetică.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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. Identificați elementele componente schemei de mai jos, precizând pentru fiecare cifră un element de circuit (bec, contact normal deschis, siguranță fuzibilă, sursă de curent alternativ)

14 puncte

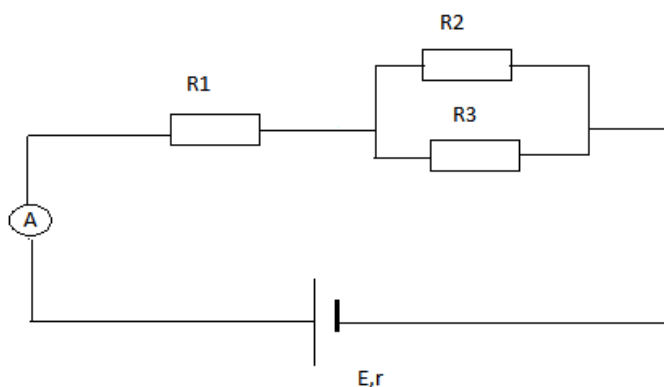


II.2. La bornele unui rezistor electric se aplică o tensiune electrică de 24V. Știind că intensitatea curentului electric ce parcurge rezistorul este de 6A, să se determine valoarea puterii electrice.

16 puncte

SUBIECTUL III**30 puncte**

Se consideră circuitul din figura alăturată în care: $E=120V$, $r=1\Omega$, $R_1=19\Omega$, $R_2=5\Omega$ și $R_3=20\Omega$. Precizați valoarea indicată de ampermetru.



Niveluri cognitive	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a crea	Pondere 100%
Conținuturi							
Semne convenționale, simboluri și notații utilizate în instalații electrice	I.1.1 I.2 I.3.3	I.1.2	I.1.3	I.3.2 I.3.5			50%
Scheme de instalații electrice		I.3.1 I.3.4	I.1.4. I.1.5 II.2	II.1 III.1			50%
Pondere 100%	21,5%	21,5%	28,5%	28,5%			100%

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 - 30 puncte

I.1 Total 10 puncte

Pentru fiecare răspuns corect se acordă 2p

1. b; 2.a; 3.c;4.d;5.c

I.2 Total 10 puncte

Pentru fiecare răspuns corect se acordă 2p

1. d; 2.e; 3.b; 4.c; 5.a

I.3. Total 10 puncte

Pentru fiecare răspuns corect se acordă 2p

1. A; 2.A; 3.F; 4.F; 5.A

Subiectul II - 30 puncte

II.1. Total 14 puncte

Pentru fiecare răspuns corect se acordă 2p

1 - sursă de curent alternativ

2 - siguranță fuzibilă

3, 4 - contact normal deschis

5,6,7 - bec

II.2 Total 16 puncte

Se acordă 8 puncte pentru relația de calcul

$$P=U \cdot I$$

Se acordă 4 puncte pentru calcul corect și 4 puncte pentru unitatea de măsură

$$P=144W$$

Subiectul III - 30 puncte

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare relație de calcul corectă

$$1/R_p = 1/R_2 + 1/R_3$$

$$R_s = R_1 + R_p$$

$$E = I (r + R_s)$$

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare rezultat corect (valoare numerică+unitate de măsură)

$$R_p = 5\Omega; R_s = 23\Omega; I = 5A.$$

VARIANTA ON-LINE A TESTULUI

<https://docs.google.com/forms/d/1wJYdFdmvdpdOKR72R6-WSQKXVFiiinKeOUvFTMXB1LNVU/edit>

Elevul accesează link-ul de mai sus, rezolvă testul și după ce este trimis, completat obligatoriu cu adresa de mail, poate să vizualizeze răspunsurile corecte pentru autoevaluare.

III. EXEMPLE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE, în relație directă cu analiza de la punctul I

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Electromecanic utilaje și instalații industriale

Modulul: Mașini, aparate și elemente de automatizare

Tema: Siguranța fuzibilă

Clasa: X - învățământ profesional

Rezultate ale învățării:

Cunoștințe:

6.1.3. Aparate electrice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) / clasa a X-a

1.1.3. Desene tehnice de instalații electrice și electronice industrială - Semne convenționale, simboluri și notații utilizate în instalații electrice / clasa a IX-a

Abilități:

6.2.5. Decodificarea simbolurilor standardizate ale aparatelor electrice de comutație, de comandă, de reglare, de protecție și auxiliare / clasa a X-a

6.2.6. Selectarea aparatelor electrice în funcție de domeniile de utilizare și de documentația tehnică / clasa a X-a

1.2.17. Decodificarea semnelor convenționale utilizate în schemele electrice și electronice / clasa a IX-a

1.2 18. Aplicarea semnelor convenționale la realizarea schemelor electrice de complexitate scăzută/medie / clasa a IX-a

Atitudini:

6.3.3. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate / clasa a X-a

6.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme / clasa a X-a

1.3.5. Asumarea calității lucrărilor/sarcinilor încredințate la execuția schițelor, desenelor la scară, schemelor de instalații electrice și electronice / clasa a IX-a

Etape:

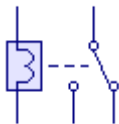
1. Se anunță titlul lecției și obiectivele temei

Obiective:

1. Identificarea simbolurilor utilizate în scheme electrice de iluminat
2. Precizarea elementelor constructive și caracteristicile siguranței fuzibile
3. Explicarea principiului de funcționare al siguranței fuzibile
4. Realizarea unei scheme electrice de iluminat

2. Elevii primesc fișa 1 de documentare care conține simboluri standardizate ale aparatelor electrice. Se discută cu aceștia despre tipul, caracteristicile, rolul funcțional al aparatelor simbolizate în fișă.

FIȘA 1 DE DOCUMENTARE

Simbol	Denumire element
	Baterie de curent continuu
	Siguranță fuzibilă
	Sursă de curent alternativ
	Înterruptor simplu
	Înterruptor dublu
	Led
	Bec
	Motor
	Releu
	Transformator
	Ampermetru
	Voltmetru

3. Este prezentată siguranța fuzibilă: caracteristici și rol funcțional (fișă de documentare, prezentare Power Point, film documentar, soft educațional etc).

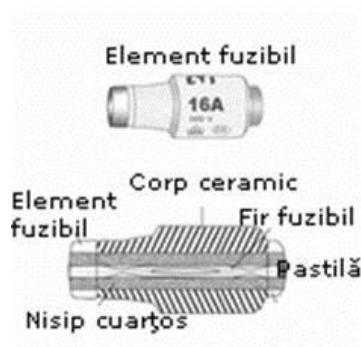
FIȘA 2 DE DOCUMENTARE

Siguranța fuzibilă este un aparat de protecție care întrerupe circuitul în care este conectat, când curentul electric depășește un anumit timp o valoare dată, prin topirea unuia sau mai multor elemente fuzibile.

Siguranțele fuzibile au un fir sau o lamelă conductoare, montat în serie cu obiectul protejat. Până la o anumită valoare a curentului, elementul fuzibil este astfel calibrat încât nu produce întreruperea continuității circuitului, în cazul curenților de scurtcircuit și la suprasarcini mari, materialul din care este confecționat fuzibilul se topește și întrerupe curentul, realizând protecția. După fiecare acționare, elementul fuzibil topit trebuie înlocuit, conectarea siguranței (restabilirea curentului) făcându-se deci neautomat.

Elemente constructive - siguranța cu filet

- soclu de porțelan- prevăzut cu bornele de legare la circuitul exterior;
- elementul de înlocuire (patronul fuzibil) - alcătuit dintr-un tub de porțelan de o anumită formă, umplut cu nisip și închis la capete cu capace de contact. Firele fuzibile sunt întinse în masa de nisip între capacele de contact;
- piesele de contact - cu diametrul interior calibrat, având rolul de a împiedica introducerea unor elemente de înlocuire de valoare nominală mai mare (care nu ar putea asigura o protecție corectă);
- capacul filetat - cu rol de a închide elementul de înlocuire, realizând presiunea de contact necesară.



4. Pe baza unei teme date (ex. de realizat o schemă de iluminat) elevii trebuie să reprezinte schema utilizând simbolurile din fișa 1, să precizeze tipul și rolul aparatelor utilizate.

Tema: Realizează o instalație de iluminat cu trei corpuri de iluminat. Explică funcționarea instalației realizate, precizează rolul aparatelor de protecție folosite și descrie cel puțin două defecte ce pot să apară în instalație.

Tema poate fi realizată practic la orele de instruire practică.

5. Se analizează lucrările efectuate.

Recomand utilizarea unui soft educațional (ex. Livewire) pentru a reprezenta schema electrică (elevul poate vizualiza o bibliotecă de simboluri utilizate în instalații) și unde se poate simula funcționalitatea (se pot modifica parametrii și observa în fiecare situație ce se obține).

Evaluarea lucrărilor se realizează conform tabelului:

Nr. crt.	Criterii de evaluare	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	Identificarea aparatelor electrice utilizate conform temei	15p
		Alegerea aparatelor conform parametrilor funcționali	20p
2	Realizarea sarcinii de lucru	Montarea corectă a aparatelor	20p
		Verificarea continuității circuitului	15p
		Verificarea funcționalității circuitului	10p
		Respectarea normelor de protecția muncii specifice	5p
3	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	Specificarea rolului aparatelor de protecție utilizate	5p
		Descrierea a cel puțin două defecte care pot să apară în instalație	5p
		TOTAL	100p

IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE, cu accent pentru forma ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Electromecanic utilaje și instalații industriale

Modulul: Mașini, aparate și elemente de automatizare

Tema: Transformatoare trifazate

Clasa: X - învățământ profesional

Rezultate ale învățării: Utilizarea echipamentelor electrice și de automatizare în instalații electromecanice

Cunoștințe:

6.1.5. Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice (semne convenționale, părți componente, domeniul de utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice)

Abilități:

6.2.11. Selectarea mașinilor electrice în funcție de domeniul de utilizare și de documentația tehnică

6.2.10. Verificarea componentelor mașinilor electrice

6.2.12. Utilizarea semnelor convenționale în diverse aplicații

Atitudini:

6.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Obiective:

1. Reprezentarea grupelor de conexiuni la transformatoarele trifazate

2. Identificarea relațiilor între mărimile de linie și de fază

3. Explicarea puterilor în funcție de mărimile de linie și de fază

Etape de lucru:

1. Elevii primesc fișa de documentare - online prin intermediul platformelor

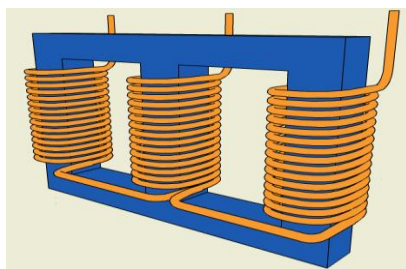
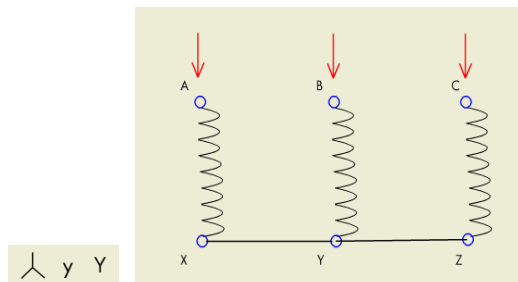
FISA DE DOCUMENTARE: Transformatoare trifazate

La sistemele trifazate, tensiunile sunt simetrice (decalate la 120^0) și echilibrate (suma lor este nulă). În acest caz, un sistem de transformare, format din trei transformatoare monofazate se poate echivala cu un transformator trifazat cu miez unic, deoarece și fluxurile produse formează tot un sistem simetric și echilibrat.

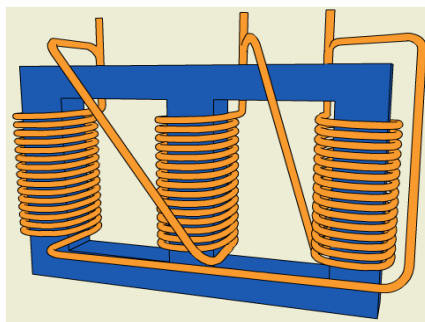
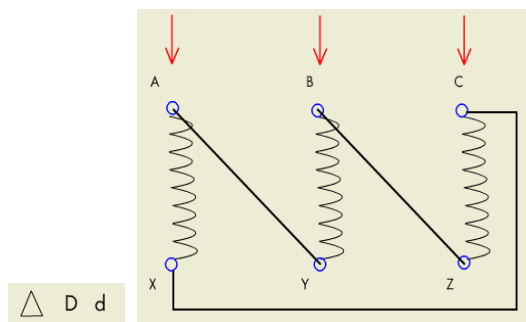
Transformatorul trifazat monobloc, echivalent cu trei monofaze, are consumul de materiale mai mic, lucru care explică larga lui utilizare. Nu este competitiv la puteri mari, unde intervine problema transportului și rezervei din stațiile de transformare pentru cazurile de avarii, când este preferat transformatorul monofazat.

Transformatoarele trifazate au câte trei înfășurări de fază, atât pentru primar cât și pentru secundar. Înfășurările de fază se pot conecta în stea, în triunghi, sau pentru joasă tensiune a unor transformatoare în zig-zag. La înaltă tensiune conexiunile sunt notate cu litere mari (Y-stea, D-triunghi) iar la joasă tensiune cu litere mici (y-stea, d-triunghi și z-zig zag). Corespunzător se notează și începuturile și sfârșiturile celor trei înfășurări de fază iar punctul neutru (nulul) cu N respectiv n.

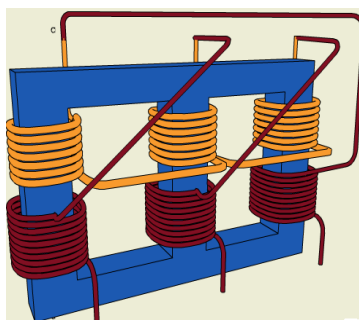
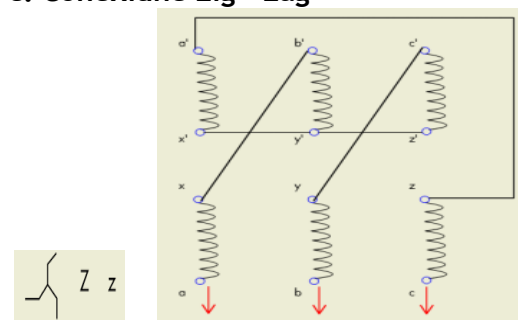
a. Conexiune stea



b. Conexiune triunghi



c. Conexiune zig - zag



Relațiile dintre mărimile de linie și de fază

a. Conexiune stea

$$I = I_f; U = \sqrt{3} U_f$$

b. Conexiune triunghi

$$I = \sqrt{3} I_f; U = U_f$$

c. Conexiunea zig-zag

Conexiunea zig - zag se realizează din șase bobine egale, conectând în serie pentru fiecare înfășurare de fază câte două bobine de pe coloane diferite, apoi înfășurările de fază se conectează în stea. Relațiile între mărimile de linie și fază sunt aceleași ca la conexiunea stea. Între tensiunile de fază și cele de pe o bobină există relația

$$U_{\text{bob}} = U_f / (2 \cos 30^\circ) = U_f / \sqrt{3} = U / 3$$

Exprimarea puterilor în funcție de mărimile de linie și de fază

Puterea aparentă S a unui transformator trifazat este de trei ori puterea S_f a unei faze și dacă se au în vedere relațiile între mărimile de fază și cele de linie se află expresia generală în mărimi de linie pentru toate schemele de conexiuni.

$$S = 3S_f = 3U_f I_f = \sqrt{3} UI$$

Puterea activă

$$P = 3U_f I_f \cos\varphi = \sqrt{3} UI \cos\varphi$$

Puterea reactivă

$$Q = 3U_f I_f \sin\varphi = \sqrt{3} UI \sin\varphi$$

unde φ este decalajul dintre tensiune și curent.

Între S care se măsoară în VA, P în W și Q în VAR rezultă relația

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

2. Se accesează link-ul de mai jos, se discută fișa de lucru și sunt clarificate noțiunile din fișă.

https://docs.google.com/forms/d/1gZb-eLnPR5Kz5x0x2eBWMKha_H48zzikj5N4UyvTgVo/edit

BIBLIOGRAFIE:

Curriculum clasa a X-a - învățământ profesional - Anexa 4 la OMEN nr. 3915 din 18.05.2017.

Curriculum clasa a IX-a - învățământ profesional - Anexa 3 la OMEN nr. 4457 din 05.07.2016.

Standarde de pregătire profesională nivel. 3 Calificarea profesională Electromecanic utilaje și instalații electromecanice - Anexa 2 la OMEN nr. 4121 din 13.06.2016.

Manual pentru clasa a IX-a, Domeniul de pregătire profesională Electromecanică - Circuite electrice - Autori: Dragoș Ionel Cosma și Florin Mareș -Editura CD Press.

Manual pentru clasa a IX-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic, domenii de pregătire de bază Mecanică, Electromecanică, Electric - Desen tehnic industrial - Autori: Gabriela Lichiardopol&Colectiv - Editura CD Press.

Manual pentru clasa a X-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic, domenii de pregătire de bază Electromecanică - Electrotehnică și măsurări electrice - Autori: -Dragoș Ionel Cosma și Florin Mareș -Editura CD Press.

EXEMPLUL 4

I. STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: CIRCUITE ELECTRICE, clasa a IX-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a IX 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 X-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1	2	3	4
Modulul analizat: CIRCUITE ELECTRICE din clasa a IX-a			
		Modulul: MASINI, APARATE, ELEMENTE DE AUTOMATIZARE, din clasa X-a	
3.1.2. CIRCUITE SIMPLE DE CURENT CONTINUU	Surse de tensiune Conductoare de legatura, întrerupatoare Reteaua electrica samd Teoremele I și II ale lui Kirchhoff Divizor de curent	Nu pot fi preluate/integrate în cadrul unui modul din clasa a X-a ce se parcurge in anul scolar 2020- 2021	Conținuturile referitoare la legile lui Kirchhoff nu se pot integra în niciunul din modulele studiate în clasa a X a Soluții de remediere: Integrarea conținuturilor într-un modul remedial de recapitulare și fixare realizat în primele 2 saptamani (septembrie)

	Divizor de tensiune		
3.1.3.ANALIZA CIRCUITELOR ELECTRICE	Metode de rezolvare a circuitelor electrice de curent continuu cu ajutorul Teoremelor lui Kirchhoff	Nu pot fi preluate/integrate în cadrul unui modul din clasa a X-a ce se parcurge în anul școlar 2020- 2021	

EXEMPLE DE INSTRUMENTE DE EVALUARE

RECOMANDĂRI PRIVIND ELABORAREA INSTRUMENTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ

I. ETAPE DE ELABORARE A TESTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ

Pentru elaborarea unui test de evaluare sumativă este necesară stabilirea clară a:

- scopului pentru care se proiectează testul și **obiectivele** cărora testul este proiectat să răspundă;
- conținuturilor care vor fi supuse evaluării;
- tipurilor de itemi care trebuie elaborați astfel încât testul să măsoare în mod valid și fidel cunoștințele și abilitățile elevilor;
- numărului de itemi, din fiecare categorie, care vor compune testul;
- timpului alocat pentru rezolvare;
- baremului de evaluare și notare.

În proiectarea testului se va avea în vedere adresarea nivelelor cognitive din taxonomia Bloom-Anderson revizuită:

Niveluri cognitive Conținuturi	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a creea	Pondere %
1. Mărimi electrice din instalațiile electromecanice	2	4	3	1	0	0	32%
2. Circuite simple de curent continuu	0	2	2	2	2	4	40%
4. Analiza circuitelor electrice	0	1	2	3	2	1	28%
	2	7	7	6	4	5	
Pondere %	7%	22%	22%	19%	13%	17%	100%

INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ (varianta face to face)

Domeniul de pregătire profesională: **ELECTROMECHANIC**

Calificarea profesională: **ELECTROMECHANIC UTILAJE ȘI INSTALAȚII INDUSTRIALE**

Anul de studiu: clasa IX a

Modulul: Circuite electrice

Rezultate ale învățării vizate

Obiectivele evaluării :

1. Identificarea mărimilor electrice (3.1.1.)
2. Realizarea/ rezolvarea de circuite simple în curent continuu (3.1.2.; 3.2.4; 3.2.5)
3. Operarea cu relații matematice între mărimile electrice (3.2.1.)
4. Operarea cu transformări de unități de măsură (3.2.3.)
5. Interpretarea/ observarea rezultatelor obținute prin calcul/ realizarea practică (3.2.2.; 3.2.4.; 3.2.8.)

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: minute

SUBIECTUL I

29 puncte

A.

9 puncte

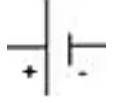
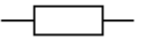
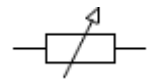
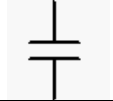
Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 3) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Unitatea de măsură pentru inductanța electrică este:
 - a) amper;
 - b) farad;
 - c) henry;
 - d) coulomb .
2. Mărimea electrică principală, care caracterizează un condensator este:
 - a) inductanța electrică;
 - b) tensiunea electrică;
 - c) puterea electrică;
 - d) capacitatea electrică.
3. Un divizor de curent este format din:
 - a) rezistențe legate în serie
 - b) rezistențe legate în paralel
 - c) condensatoare legate în serie
 - d) condensatoare legate în paralel

B.

10 puncte

Realizați corespondența între elementele de circuit din coloana A și simbolurile grafice din coloana B

A		B		RĂSPUNS
1	Condensator	a		1 -
2	Rezistor cu rezistență variabilă	b		2 -
3	Rezistor cu rezistență fixă	c		3 -
4	Sursă de alimentare	d		4 -
		e		

C.

10 puncte

Notați cu adevărat (A) sau fals (F) următoarele afirmații:

- a
 . Tensiune electrică se notează cu U și se măsoară în volți
- b
 . Rezistivitatea electrică se măsoară în ohmi
- c
 . Suma algebrică a intensitatilor curenților din laturile care se ramifica dintr-un nod al unui circuit este egală cu 0
- d
 . Unitatea de măsură pentru puterea electrică în c.c. este Wh
- e
 . Rezistivitatea electrică depinde de natura materialului

A	F
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

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

SUBIECTUL II

22 puncte

II.1

12 puncte

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

1. Rezistorul este un de circuit, care are proprietatea fizică de a se trecerii curentului electric
2. Divizorul de tensiune este un circuit format din două sau mai multe..... conectate în și alimentate la o sursă de curent continuu.

3. Condensatorul este un element de circuit prevăzut cu două separate printr-un material..... .

II.2.

10 puncte

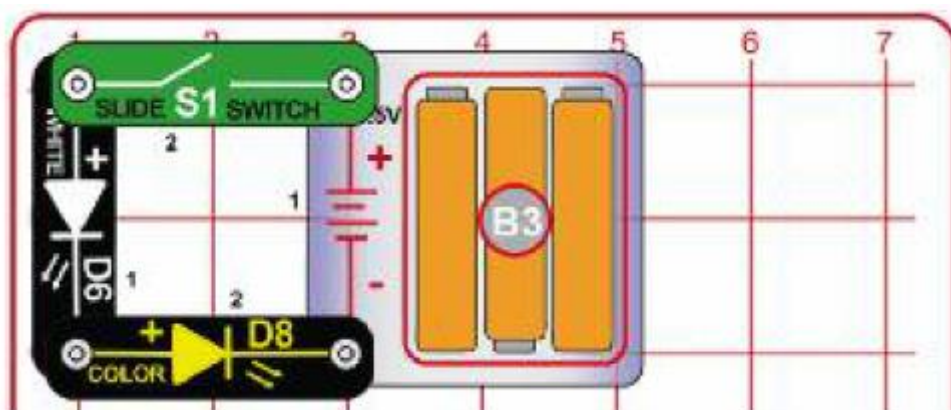
- Exprimați în farazi următoarea simbolizare alfanumerică 5p4
- Exprimați în ohmi următoarea simbolizare : 6K2

SUBIECTUL III

39 puncte

Utilizând circuitele SNAP CIRCUITS 3D ILLUMINATION realizați practic următoarele circuite.
OBSERVAȚIE : Ledurile în curent continuu se comportă asemenea unor rezistoare

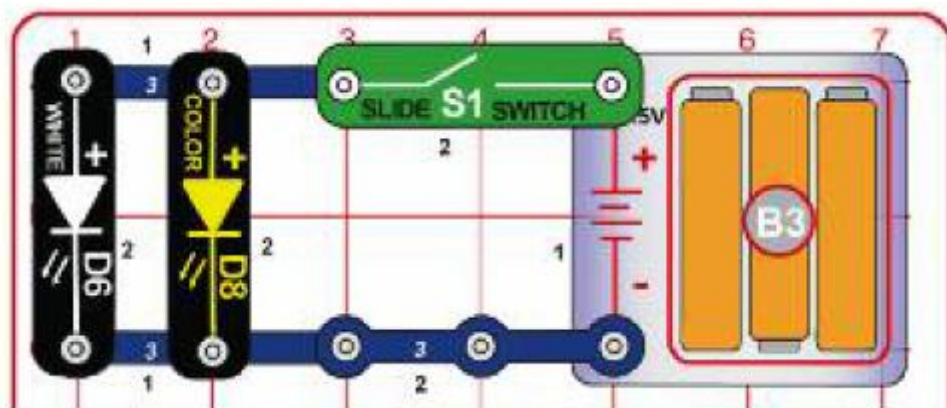
A



Acest circuit are 2 leduri conectate în SERIE. Circuitele serie sunt simple la conectare și permit unei componente să controleze cu ușurință cealaltă componentă . Observați luminozitatea ledurilor și explicați ce se întâmplă. De asemenea precizați ce se întâmplă dacă unul din leduri este străpuns.



B



Comparați acest circuit cu circuitul anterior. Acest circuit are ambele leduri conectat în PARALEL. Circuitele paralele fac componente independente unul de celălalt, dar necesită o cablare mai complexă (observați cum este acest circuit necesită mai multe piese decât circuitul de mai sus).

De ce ambele LED-uri sunt luminoase ?În care din cele două cazuri bateriile se consumă mai repede și de ce? Dacă un LED se străpunge, ce se întâmplă



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	29 puncte
--------------------	------------------

A.	9 puncte
-----------	-----------------

1 - 3; 2 - 3; 3 - 3

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

B.	10 puncte
-----------	------------------

1 - 4; 2 - 2; 3 - 2; 4 - 2

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

C.	10 puncte
-----------	------------------

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 - 2; 2 - 2; 3 - 2; 4 - 2; 5 - 2.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II	22 puncte
---------------------	------------------

1	12 puncte
----------	------------------

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

2

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 5(3+2) puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III	39 puncte
----------------------	------------------

- | | | |
|--|------------------|-----------|
| a) realizare circuit 1 | 5+10 = 15 puncte | |
| b) realizare circuit 2 | 10+2 = 12 puncte | |
| c) Compararea rezultatelor cu folosirea corectă a limbajului de specialitate | | 12 puncte |

INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ (varianta online)

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANIC

Calificarea profesională: ELECTROMECHANIC UTILAJE ȘI INSTALAȚII INDUSTRIALE

Anul de studiu: clas a IX a

Modulul: Circuite electrice

Rezultate ale învățării vizate

Obiectivele evaluării :

1. Identificarea mărimilor electrice (3.1.1.)
2. Realizarea/ rezolvarea de circuite simple în curent continuu (3.1.2.; 3.2.4; 3.2.5)
3. Operarea cu relații matematice între mărimile electrice (3.2.1.)
4. Operarea cu transformări de unități de măsură (3.2.3.)
5. Interpretarea/ observarea rezultatelor obținute prin calcul/ realizarea practică (3.2.2.; 3.2.4.; 3.2.8.)

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: minute

SUBIECTUL I

29 puncte

A.

9 puncte

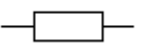
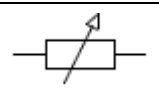
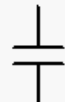
Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 3) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Unitatea de măsură pentru inductanța electrică este:
 - a) amper;
 - b) farad;
 - c) henry;
 - d) coulomb .
2. Mărimea electrică principală, care caracterizează un condensator este:
 - a) inductanța electrică;
 - b) tensiunea electrică;
 - c) puterea electrică;
 - d) capacitatea electrică.
3. Un divizor de curent este format din:
 - a) rezistențe legate în serie
 - b) rezistențe legate în paralel
 - c) condensatoare legate în serie
 - d) condensatoare legate în paralel

B.

10 puncte

Realizați corespondența între elementele de circuit din coloana A și simbolurile grafice din coloana B

A		B		RĂSPUNS
1	Condensator	a		1 -
2	Rezistor cu rezistență variabilă	b		2 -
3	Rezistor cu rezistență fixă	c		3 -
4	Sursă de alimentare	d		4 -
		e		

C.

10 puncte

Notați cu adevărat (A) sau fals (F) următoarele afirmații:

	A	F
a	☐	☐
. Tensiune electrică se notează cu U și se măsoară în volți		
b	☐	☐
. Rezistivitatea electrică se măsoară în ohmi		
c	☐	☐
. Suma algebrică a intensitatilor curenților din laturile care se ramifica dintr-un nod al unui circuit este egală cu 0		
d	☐	☐
. Unitatea de măsură pentru puterea electrică în c.c. este Wh		
e	☐	☐
. Rezistivitatea electrică depinde de natura materialului		

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

SUBIECTUL II**22 puncte**

II.1

12 puncte

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

1. Rezistorul este un de circuit, care are proprietatea fizică de a se trecerii curentului electric
2. Divizorul de tensiune este un circuit format din două sau mai multe..... conectate în și alimentate la o sursă de curent continuu.
3. Condensatorul este un element de circuit prevăzut cu două separate printr-un material..... .

II.2.

10 puncte

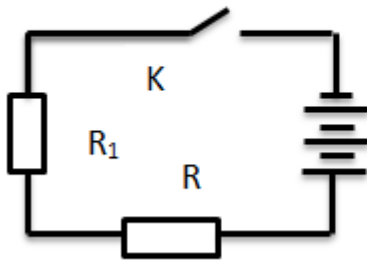
- a. Exprimați în frazi următoarea simbolizare alfanumerică 5p4
- b. Exprimați în ohmi următoarea simbolizare : 6K2

SUBIECTUL III**39 puncte**

Pentru fiecare circuit (A și B) din figurile de mai jos calculați:

- a. Rezistențele echivalente
- b. Căderile de tensiune pentru rezistențele R_1 și R din ambele circuite
- c. Comparați rezultatele obținute la legarea rezistoarelor în serie cu legarea rezistoarelor în paralel.

A

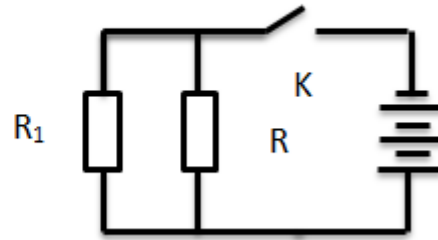


$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega$$

$$R = 6 \text{ k}\Omega$$

$$U = 4,5 \text{ V}$$

B



$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega$$

$$R = 6 \text{ k}\Omega$$

$$U = 4,5 \text{ V}$$

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	29 puncte
--------------------	------------------

A.	9 puncte
-----------	-----------------

1 - 3; 2 - 3; 3 - 3

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

B.	10 puncte
-----------	------------------

1 - 4; 2 - 2; 3 - 2; 4 - 2

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

C.	10 puncte
-----------	------------------

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 - 2; 2 - 2; 3 - 2; 4 - 2; 5 - 2.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II	22 puncte
---------------------	------------------

1	12 puncte
----------	------------------

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

2

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 5(3+2) puncte. 10 puncte

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III	39 puncte
----------------------	------------------

- | | |
|--|------------------|
| a) rezistența echivalentă serie , rezistența echivalentă paralel | 5+10 = 15 puncte |
| b) cadere de tensiune circuit A, cădere de tensiune circuit B | 10+2 = 12 puncte |
| c) Compararea rezultatelor cu folosirea corectă a limbajului de specialitate | 12 puncte |

EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE
în relație directă cu analiza efectuată

Din analiza celor 2 curricule - electromecanic clasa a IX a și clasa a X a (electromecanic mașini utilaje și instalații) singurul modul care ar permite integrarea conținuturilor neparcurse sau parcurse insuficient, este modulul de *Mașini, aparate și elemente de automatizare*.

Modulul cuprinde : 256 ore din care 64 ore - laborator tehnologic și 64 ore de predare (restul fiind instruire practică).

Conținuturile din anul școlar anterior se pot integra în cadrul laboratorului tehnologic, astfel:

RI - integrate din clasa a IX a	RI vizate în clasa a X a	Nr ore alocate	Activități de învățare vizate integrării online
3.1.2.	6.1.1.	1 oră	Realizarea (construirea) de simulări a circuitelor electrice pentru integrarea cunoștințelor neparcurse.
3.1.3.	6.1.2.	1 oră	Exemplificarea rezolvării unui circuit electric de c.c. - rezolvare de probleme

RI - integrate din clasa a IX a	RI vizate în clasa a X a	Nr ore alocate	Activități de învățare vizate integrării față în față
3.1.2.	6.1.1.	1 oră	Realizarea (construirea) de circuite electrice în laborator pentru integrarea cunoștințelor neparcurse.
3.1.3.	6.1.2.	1 oră	Exemplificarea rezolvării unui circuit electric de c.c. - rezolvare de probleme

Realizarea (construirea) de simulări a circuitelor electrice pentru integrarea cunoștințelor neparcurse.

Resurse:

Lectii fizică online

<https://lectii-virtuale.ro/video/legile-kirchhoff-pentru-retele-electrice>

<https://lectii-virtuale.ro/test/test-de-evaluare-legile-kirchhoff>

<https://i-scoala.ro/cursuri/fizica/capitole/capitolul-3-producerea-si-utilizarea-curentului-continuu/lectii/lectia-3-3-legile-lui-kirchhoff-1/>

https://drive.google.com/file/d/1U6cLTCITz2L5Sb_i9ve2Zuz3rK0ej-dX/view

<https://www.tina.com/ro/kirchhoffs-laws> - simulator de circuite

pentru laboratorul față în față se pot utiliza: platforme multisim

EXEMPLUL 5

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: CIRCUITE ELECTRICE, clasa a IX-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a IX analizat) RI doar din perioada COVID	Conținuturi ale modulului analizat Conținuturi corespunzătoare RI doar din perioada COVID	Module și conținuturi ale modulelor din clasa a X-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1	2	3	4
Modulul analizat: M3 - CIRCUITE ELECTRICE			
		M1- MAȘINI, APARATE ȘI ELEMENTE DE AUTOMATIZARE	
3.1.2.Circuite simple de curent continuu 3.2.4. Selectarea elementelor de circuit pentru realizarea circuitelor conform schemei 3.2.5. Verificarea elementelor de circuit 3.2.6. Identificarea traseelor conductoarelor de legătură 3.2.7. Construirea circuitelor simple cu elemente de current continuu 3.2.8. Conectarea în circuit a rezistențelor și calcularea rezistenței echivalente 3.2.9. Verificarea funcției/rolului circuitului de curent continuu 3.2.10. Completarea documentației	Conținutul 2.1.4. Surse de tensiune Conținutul 2.1.5. Conductoare de legătură, întrerupătoare	Conținutul 3.1. Mașini electrice utilizate în instalații electromagnetice Conținutul 1.1. Subansambluri/ Componente ale aparatelor electrice și Conținutul 2.1. Aparat electrice	Surse de tensiune se regăsesc în conținutul 3.1. Se asigură o trecere de la sursele de curent continuu la cele de curent alternativ respectiv o înțelegere mai bună a celor de curent alternativ. Numărul de ore alocat reluării conținuturilor din coloana 2 poate fi 1 oră. Conductoarele de legătură în conținuturile 1.1. Subansambluri/ Componente ale aparatelor electrice iar Întrerupătoarele se regăsesc în conținuturile 2.1.Aparate electrice. Nu este necesară alocarea unui număr de ore pentru conținuturile din coloana 2 pentru că acestea fac parte din conținuturile coloanei 3.

de lucru 3.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea problemei date 3.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate	Conținutul 2.1.6. Rețeaua electrică - laturi, noduri, ochiuri Conținutul 2.2. Circuite electrice dipolare	Conținutul 2.3. Tehnologia de montare a aparatelor electrice în circuite electrice	Rețeaua electrică - laturi, noduri, ochiuri și Circuite electrice dipolare pot fi preluate în cadrul conținutului 2.3.1.-<i>Schema circuitului electric</i> prezentând circuitul electric dipolar (reguli de asociere a sensurilor tensiunilor și curenților, divizoare de tensiune și curent) și rețeaua electrică. Se asigură înțelegerea corespunzătoare a conceptului de circuit electric/rețea electrică, pentru a putea citi, înțelege și reprezenta mai apoi schemele electrice. Numărul de ore alocat reluării conținuturilor din coloana 2 în coloana 3, poate fi 1-2 ore.
--	---	---	--

	Conținutul 2.3. Documente de lucru	Conținutul 2.3.2. Documentație specifică montării aparatelor electrice	Documente de lucru se regăsesc și pot fi analizate în Conținutul 2.3.2. <i>Documentație specifică montării aparatelor electrice</i> . Profesorul poate prelua și dezvolta conținuturile 2.3. și în 1.3. sau 3.3. Nu este necesară alocarea unui număr de ore pentru conținuturile din coloana 2 pentru că acestea fac parte din conținuturile coloanei 3.
3.1.4. Norme de protecție a mediului, norme de calitate, norme de protecția muncii privind realizarea circuitelor electrice de JT 3.1.3. Analiza circuitelor electrice 3.2.11. Alegerea metodei de rezolvare a circuitului de c.c. 3.2.12. Calcularea mărimilor electrice din circuitele electrice 3.2.13. Interpretarea rezultatelor obținute prin calcul 3.3.3. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 3.3.6. <i>Demonstrarea spiritului creative în argumentarea soluțiilor tehnice abordate</i> 3.3.8. Respectarea normelor de sănătate și Securitate în muncă, a normelor de calitate și de protecția mediului specific sarcinilor de lucru încredințate	Conținutul 2.4. Norme de protecție a mediului, norme de calitate, norme de sănătate și securitatea muncii privind realizarea circuitelor electrice de joasă tensiune	Conținutul 1.4. Norme de securitate și sănătate în muncă (NSSM) și de protecția mediului	Profesorul poate prelua și dezvolta conținuturile 2.4. Nu este necesară alocarea unui număr de ore pentru conținuturile din coloana 2 pentru că acestea fac parte din conținuturile coloanei 3.
	Conținutul 3.1. Metode de rezolvare a circuitelor electrice de curent continuu cu ajutorul Teoremelor lui Kirchhoff	Conținutul 2.3. Tehnologia de montare a aparatelor electrice în circuite electrice	Analiza circuitelor electrice poate fi preluată în cadrul conținutului 2.3.1. - <i>Schema circuitului electric</i> , după prezentarea Conținutului 2.2. Circuite electrice dipolare. Numărul de ore alocat reluării conținuturilor din coloana 2 în coloana 3, poate fi 1 oră .

EXEMPLE INSTRUMENTE DE EVALUARE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: a X-a

Modulul: Circuite electrice

Rezultate ale învățării vizate

- 3.1.2. *Circuite simple de curent continuu*
- 3.1.3. *Analiza circuitelor electrice*
- 3.1.4. *Norme de protecția mediului, norme de calitate, norme de protecția muncii privind realizarea circuitelor electrice de joasă tensiune*
- 3.2.4. *Selectarea elementelor de circuit pentru realizarea circuitelor conform schemei*
- 3.2.6. *Identificarea traseelor conductoarelor de legătură*
- 3.2.8. *Conectarea în circuit a rezistențelor și calcularea rezistenței echivalente*
- 3.2.9. *Verificarea funcției/rolului circuitului de curent continuu*
- 3.2.10. *Completarea documentației de lucru*
- 3.2.11. *Alegerea metodei de rezolvare a circuitului de c.c.*
- 3.2.12. *Calcularea mărimilor electrice din circuitele electrice*
- 3.2.13. *Interpretarea rezultatelor obținute prin calcul*
- 3.3.3. *Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*
- 3.3.4. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 3.3.5. *Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate*
- 3.3.6. *Demonstrarea spiritului creative în argumentarea soluțiilor tehnice abordate*
- 3.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, a normelor de calitate și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate*

Obiectivele evaluării (exemple):

1. Identificarea elementelor dintr-un circuit
2. Reprezentarea unei scheme electrice.
3. Explicarea rolului funcțional al elementelor din circuit și legarea corectă a acestora
4. Analizarea rezultatelor obținute

EXEMPLUL 1

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I**30 puncte****A.****(10 puncte)**

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Element de circuit electric care se opune trecerii curentului electric

- a) Condensatorul;
- b) Sursa de tensiune;
- c) Rezistorul;
- d) Bobina.

2. Un divizor de tensiune este format din

- a) Condensatoare legate în serie ;
- b) Rezistoare legate în serie;
- c) Condensatoare legate în paralel;
- d) Rezistoare legate în paralel.

3. Unitatea de măsură a tensiunii electrice este

- a) Voltul;
- b) Faradul;
- c) Amperul;
- d) Ohmul.

4. Măsurăm rezistența din circuit cu

- a) Ampermetrul;
- b) Voltmetrul;
- c) Watmetrul;
- d) Ohmetrul.

5. Intensitatea curentului dat de un divizor de curent este

- a) Mai mică decât intensitatea dată de sursă;
- b) Mai mare decât intensitatea dată de sursă;
- c) Egală cu intensitatea dată de sursă;
- d) Mult mai mare decât valoarea intensității dată de sursă;

B.**(10 puncte)**

În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate mărimi electrice, iar în coloana B sunt enumerate unități de măsură

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

Coloana A - Mărimi electrice	Coloana B - Unități de măsură
1. Putere electrică	a. Ω^{-1}
2. Intensitatea curentului	b. Ω
3. Tensiunea electrică	c. A
4. Rezistență electrică	d. V
5. Conductanța electrică	e. C
	f. W

C. (10 puncte)

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 4.

1. Nodul de circuit este locul în care se întâlnesc cel puțin trei laturi.
2. Un divizor de curent are rezistoarele legate în serie.
3. Întrerupătorul este destinat închiderii/deschiderii circuitelor de joasă tensiune.
4. Legea lui Ohm indică proporționalitatea dintre tensiunea electrică aplicată unui conductor și intensitatea curentului ce străbate conductorul.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 4, 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. Pentru afirmațiile considerate false reformulați.

SUBIECTUL II

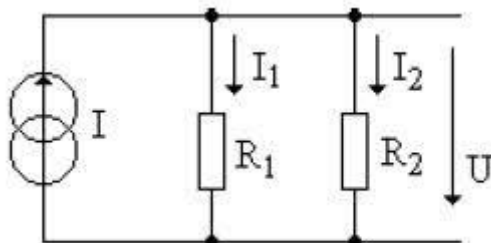
20 puncte

II.1 Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere: **(5 puncte)**

- a. Suma algebrică a(1)..... curenților care se întâlnesc într-un(2)..... de circuit este egală cu zero.
- b. Elementul de(3).....care are tensiunea la borne(4)..... cu intensitatea curentului electric este..... (5).....

II.2. Calculați tensiunea electrică la bornele unui rezistor cu rezistența de $15\ \Omega$, prin care trece un curent electric de $20\ \text{mA}$. **(5 puncte)**

II.3 În figura de mai jos este reprezentată schema unui circuit electric. **(10 puncte)**



- a) Precizați tipul circuitului
- b) Menționați elementele componente din schemă.
- c) Exprimați intensitatea I_1 în funcție de curentul generat de sursă și precizați unitatea de măsură a I_1 .

SUBIECTUL III

40 puncte

Se consideră un circuit electric format din rezistențele $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$ legate în serie cu o sursă de tensiune de valoare $V_s = 12\text{V}$.

Cerințe:

1. Reprezintă schema circuitului electric dat **10 puncte**
2. Explicați rolul unui divizor de tensiune într-un circuit. **5 puncte**
3. Calculați rezistența echivalentă a circuitului și intensitatea curentului din circuit. **8 puncte**
4. Specificați instrumentul de măsurare a tensiunii și modul în care se va lega în circuit pentru a măsura tensiunile pe rezistoare **5 puncte**
5. Precizați valorile curenților I_{R1} , I_{R2} , I_{R3} și calculați tensiunile U_{R1} , U_{R2} , U_{R3} . Interpretați rezultatele obținute prin calcul. **12 puncte**

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	30 puncte
A.	10 puncte
1 - c); 2 - b); 3 - a); 4 - d); 5 - a);	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
B.	10 puncte
1 - f ; 2 - c; 3 - d; 4 - b; 5 - a;	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
C.	10 puncte
Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor	
1 - A; 2 - F; 3 - A; 4 - A.	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
Un divizor de curent are rezistoarele legate în paralel.	
<i>Pentru reformularea corectă se acordă 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
SUBIECTUL II	20 puncte
II.1.	5 puncte
a) 1 - intensităților; 2 - nod;	
b) 3 - circuit; 4 - proporțională; 5 - rezistorul.	
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
II.2.	5 puncte
$20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A}$	
<i>Pentru transformare corectă se acordă câte 1 punct.</i>	
$U = RI = 15\Omega \times 20 \times 10^{-3} \text{ A} = 0,3 \text{ V}$	
<i>Se acordă 2 puncte pentru formulă corectă, 1 punct pentru calcul corect și 1 punct pentru unitatea de măsură.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
II.3.	10 puncte
a) Divizor de curent	
<i>Pentru răspuns corect se acordă câte 2 puncte</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
b) Sursă de curent I, rezistența R_1 , rezistența R_2	
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	

c) $U = R_e I$
 $R_e = R_1 R_2 / R_1 + R_2$
 $I_1 = U / R_1$
 $I_1 = R_2 I / (R_1 + R_2)$

Unitatea de măsură a intensității curentului este Amperul

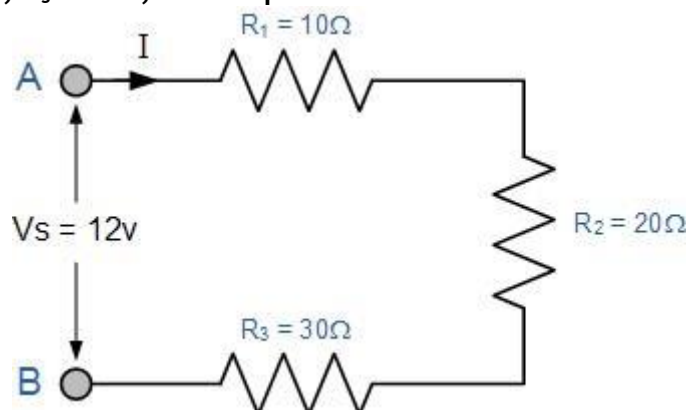
Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte

SUBIECTUL III

40 puncte

1. Elementele din circuit sunt: sursă de tensiune de 12V, trei rezistoarele cu valorile $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, fiind reprezentate în schema electrică 10 puncte



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

Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Se acordă 2 puncte dacă toate elementele sunt reprezentate corect în circuit.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte

2. Divizorul de tensiune are rolul de a obține o tensiune mai mică decât tensiunea de la borne (de alimentare). 5 puncte

Pentru răspuns corect se acordă câte 4 puncte.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

3. $R_e = R_1 + R_2 + R_3$, $R_e = 10\Omega + 20\Omega + 30\Omega = 60\Omega$ 8 puncte

$I = U / R_e = 12V / 60\Omega = 0,2A$

Pentru fiecare formulă corectă se acordă 2 puncte. Pentru fiecare calcul corect se acordă 1 punct. Pentru fiecare unitate de măsură se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

4. Aparatul de măsură folosit la măsurarea tensiunilor este Voltmetrul. 5 puncte

Pentru răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Măsurarea cu voltmetru presupune legarea în paralel a acestuia pe rezistențele din circuit.

Pentru răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

5. $U_{R1} = R_1 I;$

$U_{R2} = R_2 I;$

$U_{R3} = R_3 I;$

$I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} = I = 0,2A$

$U_{R1} = 2V; U_{R2} = 4V; U_{R3} = 6V$

12 puncte

Pentru fiecare formulă corectă se acordă 1 punct. Pentru fiecare calcul corect se acordă 1 punct. Pentru unitate de măsură se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Tensiunile de pe cele trei rezistoare sunt mai mici decât tensiunea de la borne.

Pentru răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

EXEMPLUL 2

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: a X-a

Modulul: Circuite electrice

Rezultate ale învățării vizate

- 3.1.2. *Circuite simple de curent continuu*
- 3.1.3. *Analiza circuitelor electrice*
- 3.1.4. *Norme de protecția mediului, norme de calitate, norme de protecția muncii privind realizarea circuitelor electrice de joasă tensiune*
- 3.2.4. *Selectarea elementelor de circuit pentru realizarea circuitelor conform schemei*
- 3.2.5. *Verificarea elementelor de circuit*
- 3.2.6. *Identificarea traseelor conductoarelor de legătură*
- 3.2.7. *Construirea circuitelor simple cu elemente de curent continuu*
- 3.2.8. *Conectarea în circuit a rezistențelor și calcularea rezistenței echivalente*
- 3.2.9. *Verificarea funcției/rolului circuitului de curent continuu*
- 3.2.10. *Completarea documentației de lucru*
- 3.2.11. *Alegerea metodei de rezolvare a circuitului de c.c.*
- 3.2.12. *Calcularea mărimilor electrice din circuitele electrice*
- 3.2.13. *Interpretarea rezultatelor obținute prin calcul*
- 3.3.3. *Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*
- 3.3.4. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*
- 3.3.5. *Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate*
- 3.3.6. *Demonstrarea spiritului creative în argumentarea soluțiilor tehnice abordate*
- 3.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, a normelor de calitate și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate*

Obiectivele evaluării (exemple):

1. Identificarea elementelor dintr-un circuit.
2. Reprezentarea/Realizarea unui circuit electric dat.
3. Calcularea mărimilor electrice dintr-un circuit.
4. Analizarea rezultatelor obținute.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

10 puncte

A.

(5 puncte)

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Element de circuit electric se opune trecerii curentului electric

- a) Condensatorul;
- b) Sursa de tensiune;
- c) Rezistorul;
- d) Bobina.

2. Un divizor de tensiune este format din

- a) Condensatoare legate în serie;
- b) Rezistoare legate în serie;
- c) Condensatoare legate în paralel;
- d) Rezistoare legate în paralel.

3. Unitatea de măsură a tensiunii electrice este

- e) Voltul;
- f) Faradul;
- g) Amperul;
- h) Ohmul.

4. Măsurăm rezistența din circuit cu

- a) Ampermetrul;
- b) Voltmetrul;
- c) Watmetrul;
- d) Ohmetrul.

5. Intensitatea curentului dat de un divizor de curent este:

- a) Mai mică decât intensitatea dată de sursă;
- b) Mai mare decât intensitatea dată de sursă;
- c) Egală cu intensitatea dată de sursă;
- d) Mult mai mare decât valoarea intensității dată de sursă;

B.

(5 puncte)

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 4.

- 1. Nodul de circuit este locul în care se întâlnesc cel puțin trei laturi.
- 2. Un divizor de curent are rezistoarele legate în serie.
- 3. Întrerupătorul este destinat închiderii/deschiderii circuitelor de joasă tensiune .
- 4. Legea lui Ohm indică proporționalitatea dintre tensiunea electrică aplicată unui conductor și intensitatea curentului ce străbate conductorul.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 4, 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. Pentru afirmațiile considerate false reformulați.

SUBIECTUL II

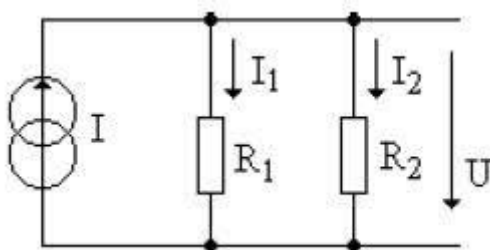
20 puncte

II.1 Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere: (5 puncte)

- Suma algebrică a(1)..... curenților care se întâlnesc într-un(2)..... de circuit este egală cu zero.
- Elementul de(3).....care are tensiunea la borne(4)..... cu intensitatea curentului electric este..... (5).....

II.2. Calculați tensiunea electrică la bornele unui rezistor cu rezistența de $15\ \Omega$, prin care trece un curent electric de $20\ \text{mA}$. (5 puncte)

II.3 În figura de mai jos este reprezentată schema unui circuit electric. (10 puncte)



- Precizați tipul circuitului
- Menționați elementele componente din schemă.
- Exprimați intensitatea I_1 în funcție de curentul generat de sursă și precizați unitatea de măsură a I_1 .

SUBIECTUL III

60 puncte

ENUNȚUL TEMEI - PROBA PRACTICĂ:

Se consideră un circuit electric format din rezistențele $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$ legate în serie cu o sursă de tensiune de valoare $V_s = 12\text{V}$.

Sarcini de lucru:

- Alegerea SDV-urilor și organizarea activităților în vederea realizării temei..... 13 puncte
- Identificarea/Selectarea/Verificarea elementelor din circuitul dat 8 puncte
- Reprezentarea schemei circuitului dat 3 puncte
- Identificarea traseelor conductoarelor și realizarea practică a montajului 11 puncte
- Calcularea rezistenței echivalente a circuitului și intensitatea curentului din circuit. ... 4 puncte
- Selectarea instrumentului de măsurare a tensiunii și măsurarea tensiunilor de pe rezistoarele R_1 , R_2 și R_3 5 puncte
- Verificarea prin calcul a corectitudinii măsurării tensiunilor U_{R1} , U_{R2} , U_{R3} 5 puncte
- Menționarea tipului și rolului circuitului de curent continuu 4 puncte
- Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă 2 puncte
- Utilizarea unui limbaj de specialitate corect, în prezentarea sarcinilor de lucru 5 puncte

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	10 puncte
A.	5 puncte
1 - c); 2 - b); 3 - a); 4 - d); 5 - a);	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
B.	5 puncte
Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor	
1 - A; 2 - F; 3 - A; 4 - A.	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
<i>Un divizor de curent are rezistoarele legate în paralel.</i>	
<i>Pentru reformularea corectă se acordă 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
SUBIECTUL II	20 puncte
II.1.	5 puncte
a) 1 - intensităților; 2 - nod;	
b) 3 - circuit; 4 - proporțională; 5 - rezistorul.	
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
II.2.	5 puncte
$20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A}$	
<i>Pentru transformare corectă se acordă câte 1 punct.</i>	
$U = RI = 15\Omega \times 20 \times 10^{-3} \text{ A} = 0,3 \text{ V}$	
<i>Se acordă 2 puncte pentru formulă corectă, 1 punct pentru calcul corect și 1 punct pentru unitatea de măsură.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
II.3.	10 puncte
a) Divizor de curent	
<i>Pentru răspuns corect se acordă câte 2 puncte</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
b) Sursă de curent I, rezistența R_1 , rezistența R_2	
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
c) $U = R_e I$	
$R_e = R_1 R_2 / R_1 + R_2$	

$$I_1 = U/R_1$$

$$I_1 = R_2 I / (R_1 + R_2)$$

Unitatea de măsură a intensității curentului este Amperul

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte

SUBIECTUL III

60 puncte

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora:

Nr. crt.	Criterii de evaluare la proba practică	Indicatori de realizare	Punctaj indicatori	Punctaj acordat
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (21p)	Organizarea locului de muncă	5p	
		Alegerea SDV-urilor necesare executării sarcinilor de lucru	8p	
		Identificarea/Selectarea/Verificarea elementelor de circuit	8p	
2.	Realizarea sarcinii de lucru (30p)	Identificarea traseelor conductoarelor	1p	
		Reprezentarea schemei circuitului dat	3p	
		Realizarea practică a montajului	10p	
		Calcularea rezistenței echivalente, intensității curentului electric	4p	
		Selectarea voltmetrului și măsurarea tensiunilor	5p	
		Calcularea tensiunilor indicate	5p	
		Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă	2p	
3.	Prezentarea sarcinii de lucru (9p)	Menționarea tipului și rolului circuitului de curent continuu	4p	
		Utilizarea corectă a termenilor de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru	5p	

EXEMPLUL 3 - PROBĂ PRACTICĂ

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: a X-a

Modulul: Circuite electrice

Rezultate ale învățării vizate

- 3.1.2. *Circuite simple de curent continuu*
- 3.1.3. *Analiza circuitelor electrice*
- 3.1.4. *Norme de protecția mediului, norme de calitate, norme de protecția muncii privind realizarea circuitelor electrice de joasă tensiune*
- 3.2.4. *Selectarea elementelor de circuit pentru realizarea circuitelor conform schemei*
- 3.2.5. *Verificarea elementelor de circuit*
- 3.2.6. *Identificarea traseelor conductoarelor de legătură*
- 3.2.7. *Construirea circuitelor simple cu elemente de curent continuu*
- 3.2.8. *Conectarea în circuit a rezistențelor și calcularea rezistenței echivalente*
- 3.2.9. *Verificarea funcției/rolului circuitului de curent continuu*
- 3.2.10. *Completarea documentației de lucru*
- 3.2.11. *Alegerea metodei de rezolvare a circuitului de c.c.*
- 3.2.12. *Calcularea mărimilor electrice din circuitele electrice*
- 3.2.13. *Interpretarea rezultatelor obținute prin calcul*
- 3.3.3. *Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*
- 3.3.4. *Asumarea inițiativei în rezolvarea problemei date*
- 3.3.8. *Respectarea normelor de sănătate și Securitate în muncă, a normelor de calitate și de protecția mediului specific sarcinilor de lucru încredințate*

Obiectivele evaluării (exemple):

1. Identificarea elementelor dintr-un circuit.
2. Reprezentarea/Realizarea unui circuit electric dat.
3. Calcularea mărimilor electrice dintr-un circuit.
4. Analizarea rezultatelor obținute.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECT PROBĂ PRACTICĂ

90 puncte

Enunțul temei pentru proba practică:

Se consideră un circuit electric format din rezistențele $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$ legate în serie cu o sursă de tensiune de valoare $V_s = 12V$.

Sarcini de lucru:

1. Identificarea/Selectarea/Verificarea elementelor din circuitul date
2. Reprezentarea schemei circuitului dat
3. Identificarea traseelor conductoarelor și realizarea practică a montajului
4. Calcularea rezistenței echivalente a circuitului și intensitatea curentului din circuit.
5. Selectarea instrumentului de măsurare a tensiunii și măsurarea tensiunilor de pe rezistoarele R_1 , R_2 și R_3
6. Verificarea prin calcul a corectitudinii măsurării tensiunilor U_{R1} , U_{R2} , U_{R3}
7. Menționarea tipului și rolului circuitului de curent continuu
8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora

Nr. crt.	Criterii de evaluare la proba practică	Indicatori de realizare	Punctaj indicatori	Punctaj acordat
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (35p)	Organizarea locului de muncă	5p	
		Alegerea SDV-urilor necesare executării sarcinilor de lucru	10p	
		Identificarea/Selectarea/Verificarea elementelor de circuit	15p	
2.	Realizarea sarcinii de lucru (50p)	Identificarea traseelor conductoarelor	5p	
		Realizarea practică a montajului	15p	
		Calcularea rezistenței echivalente, intensității curentului electric	5p	
		Selectarea voltmetrului și măsurarea tensiunilor	10p	
		Calcularea tensiunilor indicate	10p	
		Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă	5p	
3.	Prezentarea sarcinii de lucru (15p)	Menționarea tipului și rolului circuitului de curent continuu	5p	
		Utilizarea corectă a termenilor de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru	10p	

III.EXEMPLU DE ACTIVITATE DE ÎNVĂȚARE

Acest exemplu de învățare vine în sprijinul verificării atingerii rezultatelor învățării atribuite acelor conținuturi parcurse în perioada școlii online la M3-Circuite electrice. Activitatea propusă poate fi desfășurată și în online, urmărind integrarea conținuturilor din anul anterior, aprofundate insuficient, care să conducă la obținerea de rezultate ale învățării corespunzătoare.

Un exemplu de metodă didactică ce poate fi folosită în activitățile de învățare este **METODA CIORCHINELUI**.

Ciorchinele este o metodă care presupune identificarea unor conexiuni logice între idei. *Poate fi folosită cu succes atât la începutul unei lecții pentru reactualizarea cunoștințelor predate anterior, cât și în cazul lecțiilor de sinteză, de recapitulare, de sistematizare a cunoștințelor.* Ciorchinele este o tehnică de căutare a căilor de acces spre propriile cunoștințe evidențiind modul de a înțelege o anumită temă, un anumit conținut.

Ciorchinele reprezintă o tehnică eficientă de predare și învățare care încurajează elevii să gândească liber și deschis.

Etape:

1. *Prezentarea cuvântului-cheie sau a propoziției-nucleu* - cadrul didactic indică un cuvânt sau o propoziție-nucleu.
2. *Explicarea regulilor pe care le presupune tehnica* - cadrul didactic le oferă elevilor explicațiile necesare; îi încurajează pe elevi să găsească cuvinte sau sintagme în legătură cu tema pusă în discuție.
3. *Realizarea propriu-zisă a ciorchinelui* - cadrul didactic le cere elevilor să lege cuvintele sau ideile produse de cuvântul sau propoziția-nucleu prin linii care evidențiază conexiunile între acestea, realizând astfel o structură în formă de ciorchine.
Pentru activitatea online elevii își vor realiza propriul ciorchine urmând indicațiile date de profesor.
4. *Reflecția asupra ideilor emise și conexiunilor realizate.*

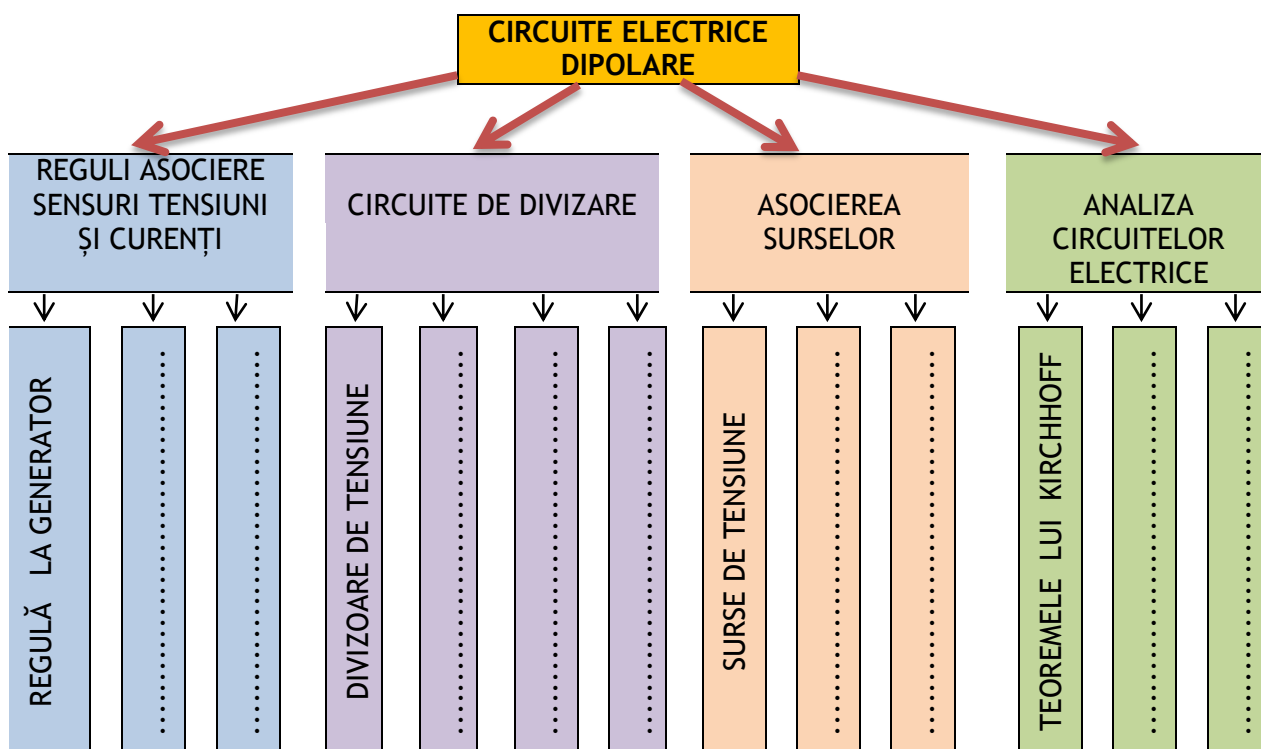
Reguli:

- notarea tuturor ideilor legate de tema respectivă;
- lipsa judecății ideilor expuse;
- dintr-o idee dată pot apărea alte idei, astfel se pot construi „sateliți” ai ideii respective;
- apariția legăturilor numeroase și variate între idei.

Avantaje:

- fixarea ideilor și structurarea informațiilor;
- înțelegerea ideilor;
- poate fi aplicată atât individual (chiar și la evaluare), cât și la nivelul întregii clase, pentru sistematizarea și consolidarea cunoștințelor;
- în etapa de reflecție, elevii pot fi ghidați, prin intermediul unor întrebări, în ceea ce privește gruparea informațiilor în funcție de anumite criterii.

Exemplu: *Se propune metoda ciorchinelui pentru introducerea în tema lecției ca mijloc de a stimula gândirea. Profesorul transmite elevilor subiectul “generator de idei” și anume “**Circuite electrice dipolare**”, propunând o schema pe care elevii o continuă bazându-se pe noțiunile din anul anterior. Elevii își exprimă ideile în legătură cu subiectul respectiv, realizând o recapitulare a principalelor teme legate de circuitele electrice.*



Metoda propusă poate să răspundă următoarelor rezultate ale învățării:

- 3.1.2. Circuite simple de curent continuu
- 3.1.3. Analiza circuitelor electrice
- 3.1.4. Norme de protecția mediului, norme de calitate, norme de protecția muncii privind realizarea circuitelor electrice de joasă tensiune
- 3.2.4. Selectarea elementelor de circuit pentru realizarea circuitelor
- 3.2.6. Identificarea traseelor conductoarelor de legătură
- 3.2.10. Completarea documentației de lucru
- 3.2.11. Alegerea metodei de rezolvare a circuitului de c.c.
- 3.2.12. Calcularea mărimilor electrice din circuitele electrice
- 3.2.13. Interpretarea rezultatelor obținute prin calcul
- 3.3.3. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- 3.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 3.3.6. Demonstrarea spiritului creative în argumentarea soluțiilor tehnice abordate
- 3.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, a normelor de calitate și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate

Metoda poate fi extinsă pentru fiecare subcapitol. Profesorul decide care capitole, și conținuturi, necesită o aprofundare astfel încât să se obțină rezultate ale învățării corespunzătoare.

Pentru activitatea online pentru o astfel de metodă se poate alege platforma Google Classroom, iar pentru comunicare cu elevii clasei în timp real, se pot folosi aplicațiile Zoom sau Meet.

IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE

Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea modulelor, pot fi derulate **activități de învățare** care se pretează și pentru activitatea online:

- ⇒ vizionări de materiale video (filmulețe, CD/ DVD - uri);
- ⇒ metode și strategii de dezvoltare a gândirii critice: metoda ciorchine, brainstorming-ul, eseul de cinci minute; colectarea datelor; problematizarea; observarea
- ⇒ Învățarea prin descoperire; Lectura
- ⇒ Studii de caz; Elaborarea de proiecte.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** continuă care pot fi folosite și pentru activitatea online:

- ⇒ Fișe de observație;
- ⇒ Fișe test;
- ⇒ Fișe de lucru;
- ⇒ Fișe de autoevaluare;
- ⇒ Fișe tehnologice;
- ⇒ Teste de verificare a cunoștințelor cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme;
- ⇒ Studii de caz;
- ⇒ Proiecte, miniproiecte, etc

Sugestii în utilizarea platformelor și a aplicațiilor pentru activitatea online cu elevii:

Google Classroom este una dintre platformele recomandate de Ministerul Educației pentru lucrul online cu elevii. Aceasta oferă posibilitatea profesorilor și a elevilor, să încarce materiale, să posteze diverse anunțuri și, special pentru profesori, să dea note materialelor lucrate de elevi și încărce aici. Pentru utilizarea Google Classroom este nevoie de conturi Google pentru toți utilizatorii, precum și de activarea licenței Google.

Microsoft Teams este o platformă ce beneficiază de un spațiu de lucru bazat pe chat. Profesorii:

- pot forma rapid clasele,
- pot împărtăși cu elevii materialele didactice,
- pot posta anunțuri,
- pot împărți clasele în grupuri mai mici pentru ca aceștia să poată lucra în grupuri la diverse proiecte,
- pot crea, distribui și evalua teste,
- pot transmite și evalua temele elevilor.

Edmodo este o platformă ce permite gestionarea claselor și a activităților de învățare, aceasta permițând și înscrierea părinților, facilitând în acest fel comunicarea mai eficientă a celor 3 părți implicate. Numărul de activități permise părinților este însă limitat.

Easyclass este și ea pe lista cu platforme educaționale online pentru elevi recomandată de MEN. Platforma poate fi utilizată în mod gratuit, are o interfață intuitivă, asemănătoare cu cea a Facebook și le oferă profesorilor posibilitatea de a transmite teme și de a le reaminti de evenimente esențiale precum predarea temelor sau apropierea unor teste. Deasemenea, elevii pot posta, la rândul lor, materiale sau pot discuta pe marginea temelor de la clasă.

Aplicația Zoom este una dintre cele mai utilizate pentru comunicarea în timp real. În varianta gratuită permite organizarea orelor cu până la 500 de participanți. Profesorii și elevii au posibilitatea de a interacționa în timp real, în mod video și permite și crearea unei table virtuale interactive.

Zoom oferă multiple posibilități de interacțiune:

- profesorul poate transmite informații cu ajutorul share screen,
- lecțiile pot fi înregistrate,
- se utilizează o tablă virtuală,
- lecțiile se salvează automat în cloud și pot fi revăzute,
- clasa virtuală poate fi securizată,
- pot fi accesate diverse clipuri educaționale de pe Youtube sau alte platforme,
- profesorul poate utiliza sau restricționa, după caz, chat-ul interactiv,
- în timpul predării profesorul poate opri sunetul venit de la elevi pentru a facilita explicațiile fără întreruperi.

EXEMPLUL 6

I. STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: MAȘINI, APARATE, ELEMENTE DE AUTOMATIZARE, clasa a X-a

Scop: Facilitarea intervenției cadrului didactic în pregătirea elevilor din IPT, în anul școlar 2020-2021, pentru remedierea acelor decalaje, create de finalizarea anului școlar 2019-2020 în condiții de pandemie, între curriculumul scris (materializat în programa școlară) și cel implementat (aplicarea programei), dat fiind faptul că aceste decalaje au consecințe directe asupra curriculumului realizat (achizițiile elevilor) în termeni de rezultate ale învățării.

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
Modulul analizat MODUL I - MAȘINI, APARATE ȘI ELEMENTE DE AUTOMATIZARE Clasa a X-a			
		M III - SISTEME DE AUTOMATIZARE ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE Clasa a XI-a	
Cunoștințe: 6.1.7. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice): - traductoare; - elemente de comparație; - regulatoare automate;	4.1. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri standardizate, părți componente, mărimi caracteristice, rol funcțional, domenii de utilizare): a. Traductoare	Sisteme de reglare automată 1. Funcțiile sistemelor automate: de măsurare, de reglare, de semnalizare, de control, de protecție, de conducere. 2. Tipuri de sisteme automate: în circuit	Justificare: Rezultatele învățării privind simbolizarea, părțile componente, utilizarea, rolul funcțional și mărimile caracteristice ale elementelor de automatizare din instalațiile electromecanice, decodificarea simbolurilor și selectarea acestora, se pot atinge prin integrarea în conținuturile referitoare la schema bloc și elementele unor sisteme de reglare automată a unor

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
- elemente de execuție. Abilități: 6.2.13. Decodificarea simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare. 6.2.14. Selectarea elementelor de automatizare. Atitudini: 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.	- parametrice (rezistive, capacitive, inductive); - generatoare; - de mărimi neelectrice (temperatură, deplasare, viteză, debit, presiune); - de mărimi electrice (curent, frecvență, putere, fază). b. Elemente de comparație c. Reglatoare automate (electrice, hidraulice, pneumatice, mixte). d. Elemente de execuție (electrice, hidraulice, pneumatice).	închis, în circuit deschis. 3. Schema bloc a unui sistem de reglare automată: - simboluri și semne convenționale; - desenarea schemei de principiu a sistemului de reglare a temperaturii, debitului sau a presiunii. 4. Elementele sistemelor de reglare automată: - transductoare, amplificatoare (electronice, pneumatice, hidraulice), reglatoare (liniare, neliniare, specializate, unificate, electronice, pneumatice, hidraulice), elemente de execuție (electrice, pneumatice, hidraulice); - identificarea și alegerea componentelor sistemelor de reglare automată.	mărimi specificate. Recomandări: Se recomandă parcurgerea conținuturilor din perioada învățământului online în ritmul parcurgerii materiei la clasa a XI-a, introducând, pe parcurs, noțiunile vizând simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice ale transductoarelor, elementelor de comparație, reglatoarelor automate și elementelor de execuție. Sugestii metodologice: Pot fi utilizate toate sugestiile metodologice din curriculumul pentru clasa a X-a și a XI-a cu îmbinarea acestora în format online și pregătirea secvențelor de învățare astfel încât elevii să poată utiliza aplicațiile de care dispun și în ritmul posibilităților acestora. Pot fi realizate prezentări ppt, sesiuni video, în care să se propună abordarea studiilor de caz, a miniproiectelor și a referatelor, cercetărilor propuse elevilor. Observații: Se va ține cont de specificul claselor și de rezultatele la testele inițiale, se vor iniția ore de pregătire remediale/de performanță, acolo unde există necesități/posibilități în acest sens.
Cunoștințe:	4.2. Documentație	5. Documentație tehnică	Justificare: Rezultatele învățării privind

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
6.1.8. Documentație tehnică specifică elementelor de automatizare. Abilități: 6.2.15. Utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației. Atitudini: 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.	tehnică specifică elementelor de automatizare: cataloage, reviste de specialitate, articole, studii, scheme de automatizare, manuale tehnice, internet pentru selectarea și utilizarea elementelor de automatizare în diverse aplicații	pentru componentele sistemelor de reglare automată: cataloage de specialitate, alte surse de documentare și informare.	utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației sunt integrate în conținutul documentației tehnice pentru componentele sistemelor de reglare automată. Recomandări: Studiul online al documentelor tehnice privind elementele de automatizare, cu inițierea unor grupuri care să rezolve teme specifice, prin cercetare, căutare, schimb de opinii și realizarea de referate prezentări sau eseuri privind viabilitatea și veridicitatea surselor de informare. Sugestii metodologice: Metodele propuse pot fi diversificate prin studii de caz, prin cercetare, căutare, schimb de opinii și realizarea de referate prezentări sau eseuri privind viabilitatea și veridicitatea surselor de informare. Se stimulează și motivează elevii în a colabora/comunica, de a se responsabiliza și în a-și asuma sarcinile de lucru în grupe online. Observații: Se vor iniția elevii în securitate cibernetică, pentru ca aceștia să contienteze rolul lor în a-și asigura protecția în mediul online. De asemenea se vor parcurge informări privind dreptul de

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
			autor și plagiatul.
Cunoștințe: 6.1.7. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice): - tractoare; - elemente de comparație; - reglatoare automate; - elemente de execuție. Abilități: 6.2.16. Identificarea și urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice. Atitudini: 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a	4.3. Instalații de automatizare a proceselor tehnologice: a. tipuri de instalații de automatizare în funcție de parametrul reglat (debit, presiune, nivel de lichid, temperatură); b. rol funcțional al elementelor în cadrul instalațiilor de automatizare.	6. Tipuri de sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (temperatură, debit, presiune).	Justificare: Tipurile de instalații de automatizare și rolul elementelor componente ale acestor instalații sunt conținuturi integrate din punct de vedere al identificării și urmăririi funcționării elementelor de automatizare în cadrul sistemelor de reglare automată a parametrilor tehnologici (temperatură, debit, presiune). Recomandări: Conținutul referitor la tipurile de instalații de automatizare în funcție de parametrul reglat poate fi parcurs în același timp cu studiul sistemelor de reglare automată a parametrilor tehnologici, prin introducerea elementelor sistemelor, a tipurilor și a rolului funcțional al acestora. Sugestii metodologice: Elevii vor parcurge fișe documentare și vor rezolva sarcini de lucru prin care indentifică aceste elemente ale sistemelor de automatizare pentru reglarea unor parametri, inclusiv cu exemple din viața de zi cu zi și/sau utilizând sursele online. Elevii vor avea posibilitatea de a parcurge activități creative, personalizate dar și în grupuri organizate.

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
<i>responsabilității pentru sarcina de lucru primită.</i>			Observații: Multitudinea de exemple privind reglarea unor parametri, le crează posibilități elevilor să devină proprii lor formatori. Se va încuraja munca în echipă.
Cunoștințe: 6.1.10. Norme de Securitate și Sănătate în Muncă și Prevenirea și stingerea incendiilor pentru lucrări în instalații electromecanice. Atitudini: 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.	4.4. Norme de sănătatea și securitatea în muncii și PSI specifice funcționarii elementelor de automatizare.	7. Norme de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor în instalații electromecanice.	Justificare: Conținuturile și rezultatele învățării privind Norme de sănătatea și securitatea în muncă și PSI specifice funcționarii elementelor de automatizare din instalațiile electromecanice sunt integrate la cele două module. Recomandări: Normele de protecția muncii pot fi însușite la orele de laborator/instruire practică și în cadrul modulului de instruire practică. Sugestii metodologice: Elevii vor aplica noțiunile prin realizarea de prezentări ppt sau eseuri privind importanța însușirii și respectării normelor de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor. Se vor aborda metode centrate pe elev, activ-participative. Observații: Se poate testa abilitatea elevilor de a oferi instruire colegilor din punct de vedere al normelor de protecția muncii.
		M I - SISTEME DE	

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
		ACȚIONARE Clasa a XI-a	
Cunoștințe: 6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare. Abilități: 6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice. 6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice. Atitudini: 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită	5.1. Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare): <i>a. Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron:</i> selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei. <i>b. Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi:</i> selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei.	Scheme de forță și de comandă: - scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând semnele convenționale ale elementelor component. Sisteme de acționare electrică: - <i>componentele sistemelor de acționare electric:</i> mașina de lucru, motorul de acționare, organul de transmisie, instalația de comandă; - <i>condiții de funcționare a motoarelor:</i> mediul de lucru, proces tehnologic, caracteristica mecanică a mașinii de lucru (tip de motor, schemă de comandă), regimul de funcționare a mașinii de lucru, condiții de ordin	Justificare: Conținuturile privind scheme electrice de forță și rezultatele învățării referitoare la desenarea schemelor electrice, inclusiv pentru pornirea, inversarea sensului de rotație, comanda și protecția motoarelor electrice asincrone, completează conținuturile modului I din clasa a XI-a. Recomandări: Conținuturile privind schemele electrice de forță cu aparate, mașini electrice și elemente de automatizare sunt integrate în studiul sistemelor de acționare al clasei a XI-a. Se vor parcurge concomitent, deoarece, schemele și abilitățile de citire a acestora, dar și de desenare sunt incluse în studiul componentelor și al condițiilor specifice de funcționare ale aparatelor și mașinilor în sisteme de acționare. Sugestii metodologice: Se vor utiliza lucrări și sarcini de laborator, de identificare a elementelor sistemelor de acționare care includ conținuturile modului din clasa a X-a. Se poate face apel la surse online, prezentări Power Point, studii, cercetări, videoclipuri din

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
		economic.	care elevii vor reuși să regăsească motivația de a se informa și a depune propriul efort în a-și îmbunătăți rezultatele. Metodele activ-participative sunt cele care par să aibă pondere în cazul acestor conținuturi. Observații: Pot fi pregătite materiale care să le atragă atenția elevilor. De asemenea, elevii pot veni cu propriile soluții în descoperirea aspectelor identice din viață privind noi tehnologii cu aplicații în sisteme de acționare, chiar neconvenționale.
		M V - ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE Clasa a XI-a	
Cunoștințe: 6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare Abilități: 6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare	5.1. Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare): a. Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron: selectarea elementelor componente, descrierea	Scheme funcționale a unui sistem de acționare (realizare, funcționalitate, caracteristici): a. Circuite pentru pornirea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare	Justificare: Rezultatele învățării privind executarea de scheme electrice de forță și prelucrarea matematică a datelor măsurate la pornirea, inversarea sensului de rotație, comanda și protecția motoarelor asincrone sunt integrate în realizarea de scheme de forță și comandă pentru sisteme de acționare electrice, utilizând scheme și semne convenționale pentru circuite de pornire, frânare, reglare a vitezei cu

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
Cunoștințe: 6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare Abilități: 6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice 6.2.18. Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice Atitudini: 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.	5.2. Documentația tehnică specifică schemelor electrice de forță: - cataloage aparate electrice, mașini electrice, elemente de automatizare; - reviste de specialitate, articole; - studii; - manual de utilizare; - programe informatice pentru desenarea și simularea funcționării circuitelor electrice de forță	tensiune. Elemente componente ale sistemelor de acționare (descriere, rol funcțional, parametri): - motoare de curent continuu, motoare de curent alternativ, întreruptoare, separatoare, contactoare, relee, siguranțe fuzibile, butoane de pornire, butoane de oprire, rezistențe, impedanțe, conductoare.	Justificare: Utilizarea documentației tehnice specifice schemelor electrice de forță justifică realizarea rezultatelor învățării privind spiritul creativ, asumarea responsabilității în utilizarea <i>corectă a termenilor de specialitate, în facilitatea citirii schemelor de forță și de comandă, selectarea elementelor componente pentru circuitul de forță, comandă, protecție și reglaj în acționări electrice.</i> Recomandări: În cadrul studiului motoarelor utilizate în schemele electrice de acționare, elevii vor parcurge noțiunile modului din clasa a X-a și vor avea posibilitatea să reprezinte grafic schemele, să identifice simboluri, să selecteze elemente structurale. De asemenea, softurile de specialitate le pot oferi posibilitatea de a studia în offline. Sugestii metodologice: Utilizarea studiului individual, a activităților cu caracter de comunicare și colaborare, a activităților oferite de softuri de simulare și reprezentare grafică/desen, cercetare și informare din surse online. De asemenea utilizarea tehnicii de calcul le va oferi posibilitatea de a-și dezvolta abilități de

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
			operare avansate, ceea ce, în domeniul lor de pregătire profesională este un avantaj în condițiile societății actuale. Observații: Elevii vor fi îndrumați în utilizarea unor softuri, în funcție de dotarea și abilitățile lor. De asemenea, școala este în măsură să decidă care este importanța și relevanța utilizării și/sau achiziționării softurilor specifice unor domenii de pregătire.
Cunoștințe: 6.1.10. Norme de securitate și sănătate în muncă și prevenirea și stingerea incendiilor pentru lucrări în instalații electromecanice. Atitudini: 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită. 6.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate.	5.3. NSSM și PSI specifice functionarii schemelor electrice de forță	Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare	Justificare: Cunoștințele și atitudinile referitoare la <i>respectarea normelor</i> de securitate și sănătate în muncă și prevenirea și stingerea incendiilor pentru lucrări în instalații electromecanice sunt integrate în cele două module Recomandări: Lucrările de laborator și de instruire practică oferă posibilitatea de a parcurge conținuturile privind NSSM și PSI la funcționarea schemelor electrice de forță. Se recomandă lucrări cu caracter aplicativ. Sugestii metodologice: Metode activ-participative, lucrul pe grupe de elevi, comunicare, studiu în echipă, discuții și asaltul de idei, brainstorming, fișe cu sarcini de lucru și teme diverse,

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
			miniproiecte. Observații: În măsura în care este posibil, elevii vor parcurge practic etape de respectare a normelor de protecția muncii. Vor identifica situații specifice din materiale video, care pot fi constituite într-o bază de date, utilizate ulterior.
Cunoștințe: 6.1.11. Noțiuni de Legislație pentru Protecția mediului înconjurător în instalații electromecanice. Atitudini: 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită. 6.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate.	5.4. Noțiuni de legislație pentru protecția mediului înconjurător privind funcționarea schemelor electrice de forță.	Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare	Justificare: Cunoștințele și atitudinile referitoare la noțiuni de legislație pentru protecția mediului înconjurător în instalații electromecanice sunt integrate în cele două module. Recomandări: Referitor la parcurgerea legislației privind protecția mediului, sursele de informare sunt deschise. Conținutul modulului clasei a X-a se poate integra în cel al modulului de clasa a XI-a. Sugestii metodologice: Studii de caz, brainstorming, proiecte de cercetare, referate și eseuri, concursuri cu specific privind protecția mediului organizate la nivel de grupe/clasă/individual, observația proprie, discuții, asalt de idei, studiul individual, alături de metode active participative și materiale documentare pregătite astfel încât să ofere impact asupra elevilor, acestea toate pot oferi

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
			încredere și feed-back pozitiv. Observații: Elevii vor parcurge în ritm propriu conținuturile și vor avea liberatea de a primi și oferi sarcini suplimentare la cerere și de a solicita explicații în caz de necesitate.

II. INSTRUMENT DE EVALUARE ÎNȚĂLĂ

RECOMANDĂRI PRIVIND ELABORAREA INSTRUMENTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ

I. ETAPE DE ELABORARE A TESTULUI DE EVALUARE SUMATIVĂ/ÎNȚĂLĂ

Pentru elaborarea unui test de evaluare sumativă este necesară stabilirea clară a:

- scopului pentru care se proiectează testul și **obiectivele** cărora testul este proiectat să răspundă;
- conținuturilor care vor fi supuse evaluării;
- tipurilor de itemi care trebuie elaborați astfel încât testul să măsoare în mod valid și fidel cunoștințele și abilitățile elevilor;
- numărului de itemi, din fiecare categorie, care vor compune testul;
- timpului alocat pentru rezolvare;
- baremului de evaluare și notare.

În proiectarea testului se va avea în vedere adresarea nivelelor cognitive din taxonomia Bloom-Anderson revizuită:

URÎ 6. Utilizarea echipamentelor electrice și de automatizare în instalații electromecanice
Modul 1. Mașini, aparate și elemente de automatizare

STANDARDUL DE EVALUARE ASOCIAT UNITĂȚII DE REZULTATE ALE ÎNȚĂȚĂRII

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora

Niveluri cognitive Conținuturi	a-și aminti	a înțele ge	a aplica	a analiz a	a evalua	a creea	Pondere %
4.1. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri standardizate, părți componente, mărimi caracteristice, rol funcțional, domenii de utilizare):			X		X		7,8%
4.1.a. Traductoare	X		X	X			15,6%
4.1.b. Elemente de comparație	X						2,2%
4.1.c. Reglatoare automate (electrice, hidraulice, pneumatice, mixte).	2						2,2%
4.1.d. Elemente de execuție (electrice, hidraulice, pneumatice).	X				X		4,4%
4.3. Instalații de automatizare a proceselor tehnologice: tipuri de instalații de automatizare în	X						2,2%

funcție de parametrul reglat (debit, presiune, nivel de lichid, temperatură);							
4.3. Instalații de automatizare a proceselor tehnologice: rol funcțional al elementelor în cadrul instalațiilor de automatizare.		X		X	X		13,4 %
5.1. Scheme electrice de forță a. Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron: selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei.	X	X	X		X	X	43,3%
5.1. Scheme electrice de forță b. Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi: selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei.	X			X	X		8,9%
Pondere %	20,0%	11,1%	20,0%	20,0%	17,8%	11,1%	100%

TEST DE EVALUARE ÎNȚIALĂ

Varianta 1

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: 1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

Anul de studiu: clasa a X-a

Modulul: - Mașini, aparate și elemente de automatizare

Rezultate ale învățării vizate:

6.1.7. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice)

6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare

6.2.13. Decodificarea simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare

6.2.14. Selectarea elementelor de automatizare.

6.2.15. Utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației

6.2.16. Identificarea și urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice

6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice

6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare

6.2.20. Prelucrarea matematică a datelor măsurate (tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică)

6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate

6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea elementelor de automatizare din instalațiile electromecanice

2. Precizarea rolului funcțional al elementelor de automatizare

3. Explicarea principiului de funcționare al elementelor de automatizare

4. Definirea aparatelor componente din schemele de forță și de comandă

5. Explicarea funcționării schemelor de acționare electrică

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

I.1.

10 puncte

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

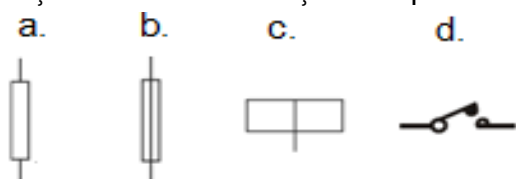
1. Elementul component al sistemelor de automatizare care permite obținerea abaterii este:

- a. traductorul;
- b. elementul de execuție;
- c. regulatorul automat.
- d. elementul de comparație;

2. Traductoarele rezistive de deplasare transformă o deplasare liniară sau unghiulară în variația:

- a. capacității unui condensator;
- b. rezistenței unui potențiometru sau reostat;
- c. inductanței unui circuit magnetic;
- d. temperaturii unui fluid.

3. Elementele de execuție pneumatice folosesc ca agent motor:
- gazul lichefiat
 - aerul rarefiat
 - aerul comprimat
 - vidul
4. Precizați care semn convențional reprezintă o siguranță fuzibilă:



5. La un sistem de reglare automată, mărimea perturbatoare acționează asupra:
- elementului de comparație (EC)
 - regulatorului automat (RA)
 - elementului de execuție (EE)
 - instalației tehnologice (IT)

I.2.

10 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana A sunt indicate tipuri de traductoare, iar în coloana B principiul de funcționare. Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

Coloana A. Tipuri de traductoare

Coloana B. Principiul de funcționare

1. rezistive

a. variația capacității unui condensator în funcție de dimensiunile geometrice ale condensatorului

2. termorezistive

b. modificarea lungimii δ a întrefierului

3. tensometrice

c. transformă variația de temperatură a mediului măsurat în variație de tensiune termoelectromotoare

4. capacitive

d. variația rezistenței unui rezistor

5. termoelectrice

e. variația atât a lungimii (l) cât și a secțiunii (S) unui element rezistiv

f. variația rezistivității electrice (ρ) cu temperatura

I.3.

10 puncte

Pentru fiecare dintre afirmații 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.

- Motorul de execuție reprezintă o parte constructivă a elementului de execuție.
- Funcția de protecție a instalațiilor electrice supuse unui supracurent de scurtcircuit este atribuită siguranțelor electrice.
- Releul termic protejează circuitul electric prin arderea fuzibilului.
- Elementele de execuție pneumatice folosesc ca sursă de energie uleiul.
- La pornirea directă a unui motor asincron monofazat se folosește un condensator, pentru a reduce curentul de pornire.

SUBIECTUL II**30 puncte****II.1.****10 puncte**

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

1. Elementul de comparație al unui sistem de reglare automată are rolul de a(1).... permanent mărimea de ieșire a(2).... cu o mărime de același fel, cu valoare prescrisă considerată constantă, rezultatul comparației fiind(3)..... (sau semnalul de eroare).
2. Elementele de execuție pot fi: electrice,(4).... sau pneumatice.
3. O schemă electrică de acționare este reprezentată, obligatoriu, prin schema de ...(5)... și schema de comandă.

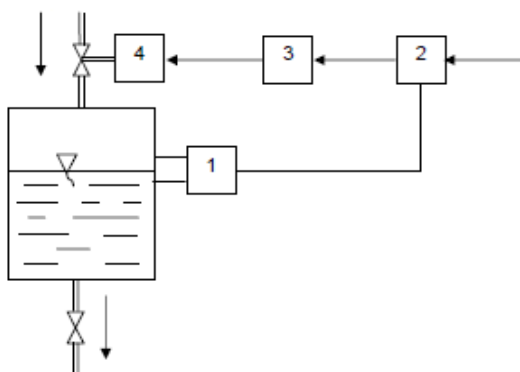
II.2.**10 puncte**

Răspundeți pe scurt:

1. Care este metoda uzuală de schimbare a sensului de rotație la un motor asincron trifazat?
2. Definiți și scrieți relația de calcul pentru sensibilitatea traductorului.
3. Cum se numesc blocurile componente din structura unui sistem de reglare automată?

II.3**10 puncte**

În figura de mai jos este prezentat un sistem de reglare automată.



- a. Precizați mărimea reglată
- b. Identificați elementele componente notate cu 1, 2, 3 și 4.
- c. Prezentați rolul funcțional al elementului notat cu cifra 3.

SUBIECTUL III**30 puncte**

III.1. Realizați un eseu cu tema „Pornirea directă a unui motor asincron trifazat cu rotor în scurtcircuit”, la realizarea căruia să aveți în vedere următoarele elemente structurale:

- a. schema electrică;
- b. identificarea aparatelor din componența schemei și precizarea rolului funcțional pentru fiecare în parte;
- c. funcționarea schemei.

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					30 puncte
I.1.					10 puncte
1	2	3	4	5	
d	b	c	b	d	

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

I.2.					10 puncte
Asocieri corecte:					
1	2	3	4	5	
d	f	e	a	c	

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

I.3.					10 puncte
Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor					
1	2	3	4	5	
A	A	F	F	F	

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II					30 puncte
II.1.					10 puncte
1 - compara, 2 - traductorului; 3 - abaterea; 4 - hidraulice; 5 - forță.					
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>					

II.2.					10 puncte
1. - Inversarea pe partea de alimentare a două faze între ele. 3 puncte					
2. - Sensibilitatea reprezintă raportul dintre variația mărimi de ieșire și variația mărimi de intrare: $S = \Delta X_e / \Delta X_i$ 2 puncte					
3. - EC-element de comparație, RA-regulator automat, EE-element de execuție, IT-instalație tehnologică, Tr-traductor. 5 puncte					
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>					

II.3.					10 puncte
a. Mărimea reglată este nivelul lichidului într-un rezervor 2 puncte					

Se acordă câte **1 punct** pentru răspuns corect; pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, **0 puncte**

b. Elementele componente:

4 puncte

- 1 - traductor;
- 2 - element de comparație;
- 3 - regulator automat;
- 4 - element de execuție.

Se acordă câte **1 punct** pentru fiecare răspuns corect; pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, **0 puncte**.

c.

4 puncte

Regulatorul automat **3** prelucrează eroarea și elaborează mărimea de comandă care se aplică elementului de execuție **4**, care prin intermediul robinetului modifică debitul de lichid prin conducta de alimentare, în așa fel încât nivelul să se stabilească la valoarea prescrisă.

Se acordă **4 puncte** pentru răspuns corect; pentru răspuns incomplet se acordă **2 puncte**; pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, **0 puncte**.

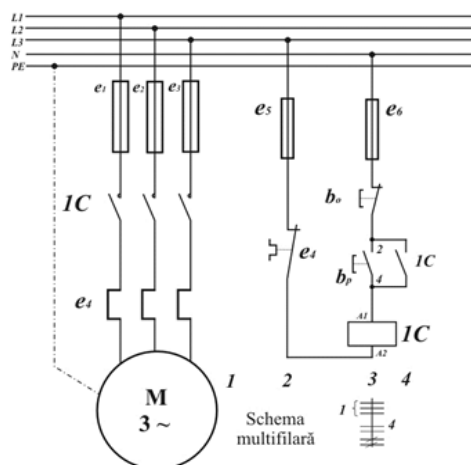
SUBIECTUL III

30 puncte

a.

8 puncte

Schema electrică **4 puncte** pentru scheme de forță și **4 puncte** pentru schema de comandă.



b.

12 puncte

Denumire aparat	Simbol	Rolul aparatului
Siguranțe fuzibile	e1;e2;e3;	Protecție la scurtcircuit în circuitul de forță
Siguranțe fuzibile	e5,e6;	Protecție la scurtcircuit în circuitul de comandă
Contact	1C	Conectare - deconectare automată
Bloc rele termice	e4	Protecție la suprasarcină
Buton oprire	bo	Asigură comanda contactorului
Buton pornire	bp	Asigură comanda contactorului

Se acordă câte **1 punct** pentru fiecare aparat identificat corect și câte **1 punct** pentru precizarea corectă a rolului funcțional al aparatelor identificate. Pentru fiecare răspuns greșit sau lipsa răspunsului, **0 puncte**.

c.

10 puncte

Funcționarea schemei

Pornirea motorului:

- Se alimentează montajul de la rețeaua electrică;
- Se apasă butonul “b_p” care provoacă anclanșarea contactorului 1C care:
- prin contactul auxiliar, normal deschis, își menține alimentarea (automenționarea);
- prin contactele principale din circuitul de forță pornește motorul.

Oprirea motorului:

- Se apasă butonul de oprire “b_o” care provoacă declanșarea bobinei contactorului: Se deschid contactele principale ale contactorului din circuitul de forță, iar motorul se oprește

Pentru Explicarea corectă a funcționării, se acordă 5 puncte.

Pentru răspuns parțial corect se acordă 2,5 puncte.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 5 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte

TEST DE EVALUARE ÎNȚIALĂ

Varianta 2 - online

Modulul I: - Mașini, aparate și elemente de automatizare - clasa a X-a

- 6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare
- 6.2.13. Decodificarea simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare
- 6.2.14. Selectarea elementelor de automatizare.
- 6.2.15. Utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației
- 6.2.16. Identificarea și urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice
- 6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice
- 6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare
- 6.2.20. *Prelucrarea matematică a datelor măsurate (tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistență de izolație, putere electrică)*
- 6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate
- 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea elementelor de automatizare din instalațiile electromecanice
2. Precizarea rolului funcțional al elementelor de automatizare
3. Explicarea principiului de funcționare al elementelor de automatizare
4. Definirea aparatelor componente din schemele de forță și de comandă
5. Explicarea funcționării schemelor de acționare electrică

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

Instrument de evaluare sumativă

Format online - Google Forms

Modul I - X - Domeniul: Electromecanică

*** Required**

Nume și prenume elev *

10 points

I.1 -1. În funcție de tipul ecuației care descrie comportarea dinamică, sistemele automate (SA) pot fi: *

2 points

- a. electronice, pneumatice, hidraulice sau mixte;
- b. continue sau discrete;
- c. cu echipamente unificate sau cu echipamente specializate;
- d. liniare sau neliniare.

I.1-2. Într-un sistem de reglare automată traductorul este situat: *

2 points

- a. pe calea directă, între regulatorul automat și elementul de execuție;
- b. pe calea indirectă, între elementul de comparație și regulatorul automat;
- c. pe calea directă, între elementul de execuție și instalația tehnologică;
- d. pe calea indirectă, între instalația tehnologică și elementul de comparație;

I.1-3. Elementul de comparație permite obținerea: *

2 points

- a. mărimii de ieșire;
- b. mărimii de măsurare;
- c. abaterii;
- d. mărimii de comandă.

I.1-4. Funcția elementului de execuție este aceea de: *

2 points

- a. a executa comenzile primite de la regulatorul automat;
- b. a modifica valoarea parametrilor din proces;
- c. a transforma o energie de o anumită formă (de exemplu electrică) în altă formă de energie (de exemplu hidraulică);
- d. a alimenta sistemul de automatizare.

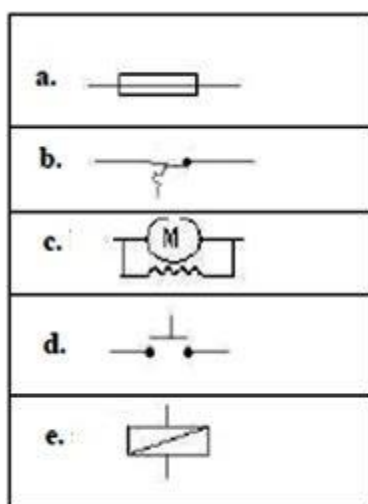
I.1-5. În funcție de natura sursei de energie exterioară folosită și a agentului purtător de semnal, regulatoarele se clasifică în regulatoare: *

2 points

- a. electrice, pneumatice, aeriene;
- b. electrice, pneumatice, electronice;
- c. electrice, pneumatice, solide;
- d. electrice, pneumatice, hidraulice.

I.2. Asociați corespunzător denumirile cu simbolurile din imaginea de mai jos: *

10 points



Bobină
contactor

a

b

c

d

e

Buton de
pornire

☐

☐

☐

☐

☐

Motor de curent continuu cu excitație derivație	☐	☐	☐	☐	☐
Siguranță fuzibilă	☐	☐	☐	☐	☐
Contact normal închis pentru releu termic	☐	☐	☐	☐	☐

I.3. Pentru fiecare dintre afirmații 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. *

	10 points	
	Adevărat	Fals
a. Prin Sistem de reglare automată se înțelege un sistem realizat astfel încât între mărimea de ieșire și mărimea de intrare se realizează automat, fără intervenția omului, o relație funcțională care reflectă legea de conducere a unui proces.	☐	☐
b. În general, elementul de execuție este format din două părți distincte: motorul de execuție (numit și servomotor) și organul de execuție.	☐	☐
c. Pornirea stea triunghi a motoarelor asincrone se utilizează pentru a limita curentul de pornire prin alimentarea cu o tensiune de fază redusă față de situația conectării la rețea în triunghi.	☐	☐
d. Motoarele de execuție hidraulice se folosesc în medii explozive.	☐	☐
e. Traductoarele generatoare convertesc mărimea de măsurat direct într-o tensiune electrică.	☐	☐

II.1. Selectați informația care completează spațiile notate cu reperele 1, 2, 3, 4 și 5. *

10 points

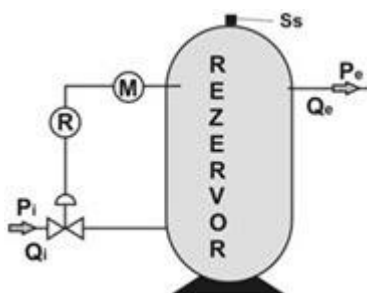
- a. Cele două subsisteme ale unui sistem de automatizare sunt:
...(1)... de automatizare și ...(2)... automatizată.
- b. Frânarea dinamică este metoda de frânare în cadrul căreia motorul se decuplează de la rețea și la bornele sale se leagă un ...(3)...
- c. Pornirea prin cuplare ...(4)... la rețea nu se utilizează decât pentru motoare de puteri ...(5)...

	a	b	c	d	e
reostat	☐	☐	☐	☐	☐
dispozitivul	☐	☐	☐	☐	☐
direct	☐	☐	☐	☐	☐
instalația	☐	☐	☐	☐	☐
mici	☐	☐	☐	☐	☐

2

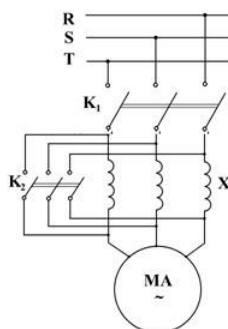
II.2. Prezentați rolul supapei de siguranță, Ss, din schema pentru reglarea automată a presiunii într-un rezervor. *

10 points



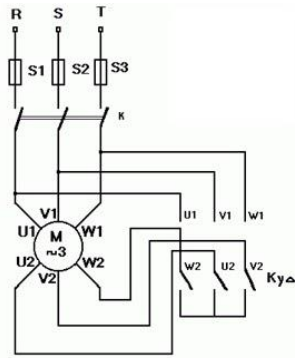
II.3. Precizați pe scurt, care este metoda de pornire a motorului asincron din schema de forță din figura următoare: *

5 points



II.4. Precizați pe scurt, care este metoda de pornire a motorului asincron din schema de forță din figura următoare: *

5 points



III. În figura de mai jos este reprezentată reglarea în cascadă a turației și a curentului motorului M de curent continuu.

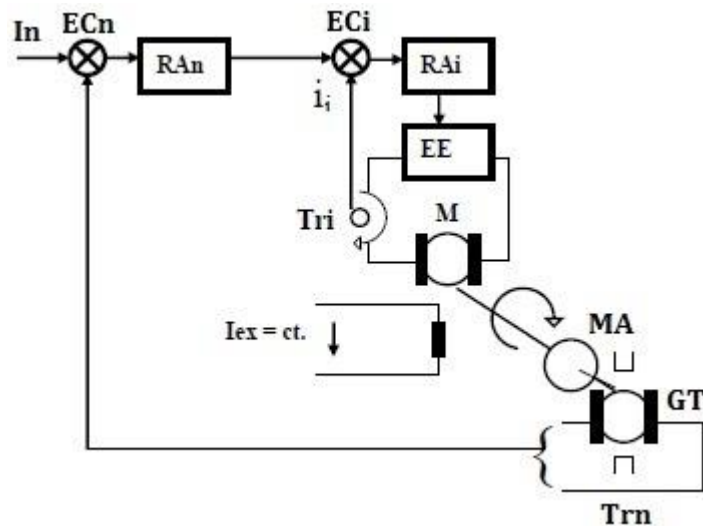
Elementele schemei sunt:

ECn - element de comparație al turației; ECi - element de comparație al curentului; Trn - traductorul de turație realizat cu generatorul tahometric GT; Tri - traductorul de curent; RAn - regulatorul automat al turației; RAi - regulatorul automat al curentului.

Alcătuiți un eseu care să precizați:

- numărul buclelor de reacție din schemă și elementele care intră în alcătuirea lor;
- semnificația elementului notat cu EE;
- funcționarea acestei scheme, precizând mărimile care intervin;
- avantajul utilizării schemei în comparație cu schema fără buclă interioară. *

30 points



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 30 puncte

I.1. 10 puncte

1	2	3	4	5
d	d	c	a	d

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

I.2. 10 puncte

Asocieri corecte:

a	b	c	d	e
Siguranță fuzibilă	Contact normal închis pentru releu termic	Motor de curent continuu cu excitație derivație	Buton de pornire	Bobină contactor

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

I.3. 10 puncte

a	b	c	d	e
A	F	A	F	A

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II 30 puncte

II.1. 10 puncte

- 1 - dispozitivul
- 2 - instalația
- 3 - reostat
- 4 - directă
- 5 - mici

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.2. 10 puncte

Supapa de siguranță are rolul de a asigura presiunea prescrisă în rezervor

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.3. **5 puncte**

pornirea cu bobine de reactanță

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.4. **5 puncte**

pornirea stea-triunghi

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III **30 puncte**

III.1. **30 puncte**

a. **10 puncte**

În schemă sunt două bucle de reacție: una interioară, conținând elementul de comparație ECi, regulatorul automat RAI, elementul execuție EE, motorul M și, traductorul de curent Tri, și a doua exterioară, incluzând elementul de comparație ECn, regulatorul automat RAn, întreaga buclă interioară, motorul M și traductorul de turație Trn realizat prin intermediul generatorului tahometric GT.

Pentru răspuns parțial corect se acordă 5 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia, se acordă 0 puncte.

b. **5 puncte**

Mărimea de comandă de la ieșirea regulatorului de turație devine mărime de intrare a buclei interioare, fiind aplicată elementului de comparație ECi.

Pentru răspuns parțial corect se acordă 3 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia, se acordă 0 puncte.

c. **10 puncte**

Prin folosirea acestei scheme se asigură menținerea turației n la o valoare prescrisă prin mărimea de intrare i_n a buclei de reglare a turației, precum și menținerea valorii curentului principal la valoarea corespunzătoare măririi de intrare i_i (a buclei interioare), egală cu mărimea de comandă c_n de la intrarea regulatorului de turație RAn.

Pentru răspuns parțial corect se acordă 5 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia, se acordă 0 puncte

d. **5 puncte**

Avantajul acestei scheme constă în faptul că se asigură reglarea și limitarea abaterilor atât ale turației, cât și ale curentului și influența anumitor perturbații care acționează asupra motorului este eliminată mai rapid (prin acțiunea buclei interioare).

Pentru răspuns parțial corect se acordă 3 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia, se acordă 0 puncte.

III. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

ACTIVITATEA DE ÎNVĂȚARE 1

TEMA: Identificarea elementelor unui sistem de automatizare

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: 1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

Clasa a XI-a	Clasa a X-a
MODUL III	MODUL I
Sisteme de automatizare în instalații electromecanice, clasa a XI-a	Mașini, aparate și elemente de automatizare, clasa a X-a
Rezultate ale învățării vizate	Rezultate ale învățării integrate
Cunoștințe:	
11.1.1. Sisteme de reglare automată	6.1.7. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice): - traductoare; - elemente de comparație; - reglatoare automate; - elemente de execuție.
Abilități	
11.2.1. Reprezentarea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată 11.2.2. Citirea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată	6.2.13. Decodificarea simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare. 6.2.14. Selectarea elementelor de automatizare.
Atitudini	
11.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă 11.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită 11.3.3. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate 11.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate	6.3.5. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor / sarcinilor încredințate. 6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate. 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.
Conținut vizat (XI):	Conținut integrat (X):
Schema bloc a unui sistem de reglare automată - simboluri și semne convenționale	Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice - simboluri standardizate, părți componente, mărimi caracteristice, rol funcțional
OBIECTIVE	
1. Identificarea elementelor de automatizare din instalațiile electromecanice 2. Identificarea elementelor componente ale unui SRA 3. Definirea mărimilor caracteristice ale schemei bloc al unui sistem de automatizare 4. Precizarea rolului funcțional al elementelor de automatizare	

5. Explicarea principiului de funcționare al elementelor de automatizare
6. Reprezentarea schemei de principiu a unui sistem de automatizare

SUGESTII METODOLOGICE

UNDE PREDĂM?

Conținutul poate fi predat în cabinet, laboratorul sau sală de clasă dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.

Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.

CUM PREDĂM?

Classroom: încărcare material documentar - „ciorchinele” prezentat în acest exemplu.

Prezentare se poate realiza prin expunere, conversație euristică, observație dirijată etc.

Pentru feed-back, se pot distribui fișele de lucru pentru elevi în variantă online, a fișelor de lucru pentru elevi pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe

ORGANIZAREA CLASEI

Clasa poate fi organizată frontal sau pe grupe de 3-4 elevi în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online).

Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilități de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.

ACTIVITĂȚI

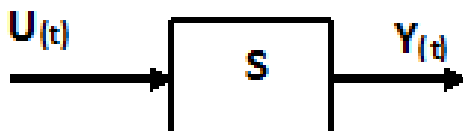
După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc. Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse în modul cel mai facil lor (eventual pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).

EVALUAREA CUNOȘTINȚELOR

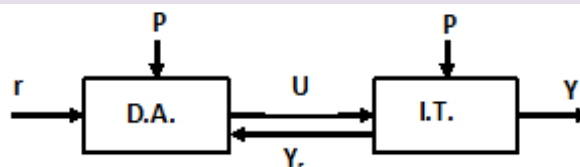
Evaluarea se poate realiza prin fișă de evaluare individuală sau online, în care elevul să identifice elementele constructive ale unui SRA și mărimile de intrare/ieșire ale SRA sau, prin fișe de lucru colective, pentru grupuri de 3-4 elevi

Scheme funcționale și structurale

Schema funcțională a unui sistem



Modelul structural al unui sistem de reglare automată



Mărimi caracteristice:

S - sistem;

$U(t)$ - mărime de intrare;

$Y(t)$ - mărime de ieșire.

r - mărimea de referință;

U - mărimea de comandă;

Y - mărimea de ieșire;

Y_r - mărimea de reacție inversă;

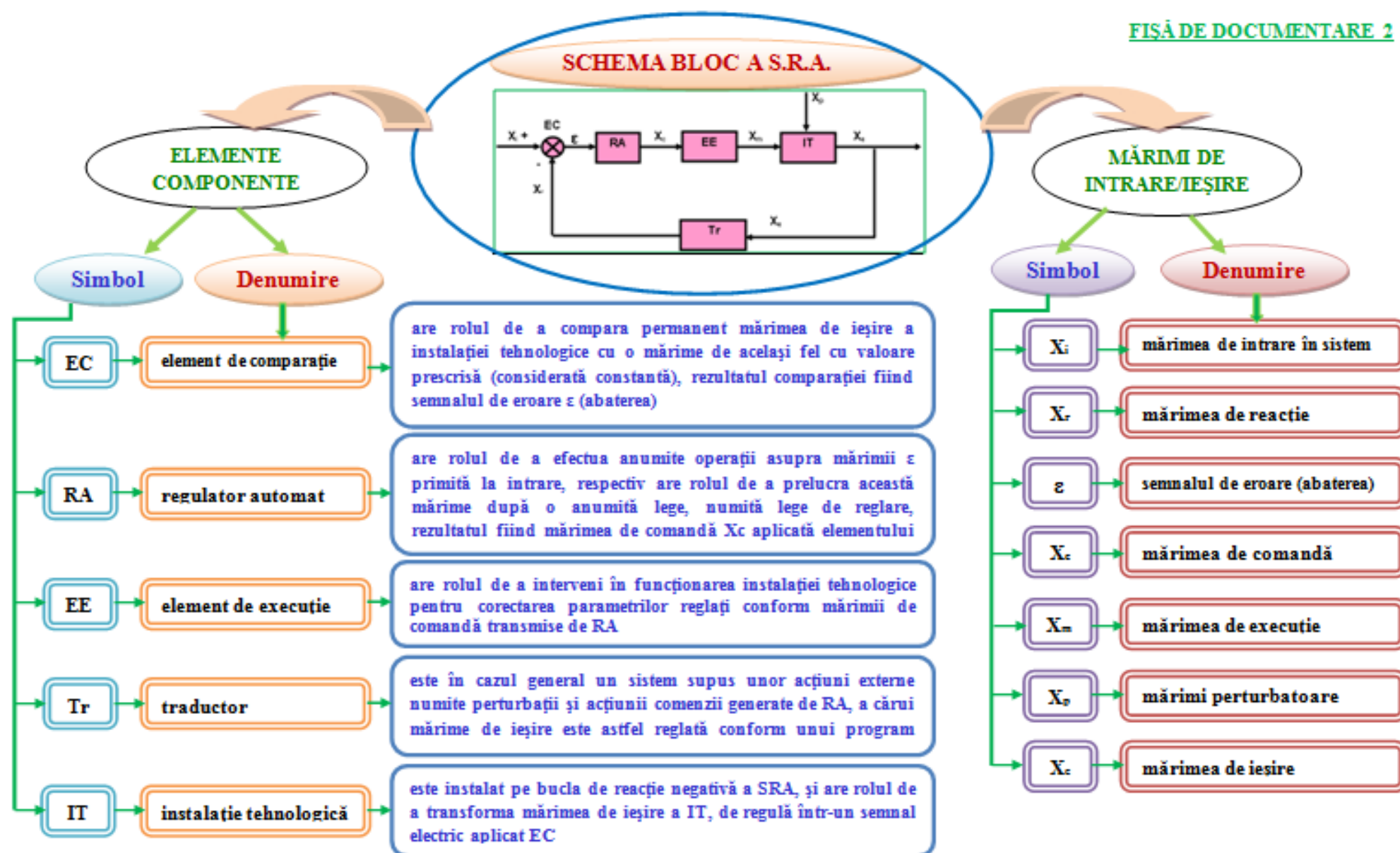
P - mărimea perturbatoare.

Particularități:

Comportarea dinamică a sistemului poate fi definită prin relațiile: $R_{(U(t), Y(t), t)} = 0$.

Structural, un SRA reprezintă o reuniune a două subansamble:

- dispozitivul de automatizare (D.A.);
- instalația tehnologică (I.T.).



FIȘĂ DE LUCRU 1
(varianta pentru Google Forms)

Fișă de lucru 1 - Structura și elementele SRA

Rezolvați cerințele de mai jos.

Your email address (elena@ctmb.ro) will be recorded when you submit this form. Not you?
[Switch account](#)

In schema functională a unui sistem de reglare automată (S.R.A.), elementul de măsurare este plasat:

10 points

- ☐ între elementul de execuție E.E. și instalația tehnologică I.T.
- ☐ pe calea de reacție negativă.
- ☐ în serie cu regulatorul automat R.A.
- ☐ între regulatorul automat R.A. și elementul de execuție E.E.

Intr-un sistem automatizat, rolul traductorului electric este de a:

10 points

- ☐ limita semnalul de măsurat
- ☐ amplifică semnalul de măsurat
- ☐ măsoară direct o mărime
- ☐ transformă semnalul de măsurat în semnal electric

Intr-un sistem de reglare automata marimea de comanda actioneaza asupra:

10 points

- ☐ instalatiei tehnologice
- ☐ elementului de executie
- ☐ elementului de comparatie
- ☐ traductorului

Selecteaza raspunsul care completeaza spatiile libere notate cu cifrele 1,2,3,4 din enunțurile de mai jos.

40 points

- a. Regulatorul automat are rolul de a prelucra operational semnalul de1..... și de a da la ieșire un semnal de2..... pentru elementul de executie.
- b. Caracteristica statică a traductoarelor reprezintă dependența între mărimea de3..... și mărimea de4.....

	1	2	3	4
iesire	☐	☐	☐	☐
intrare	☐	☐	☐	☐
comanda	☐	☐	☐	☐
eroare	☐	☐	☐	☐

Intr-un sistem de reglare automata, marimea de comanda este marimea obtinuta la iesirea:

10 points

- ☐ traductorului
- ☐ elementului de executie
- ☐ elementului de comparatie
- ☐ regulatorului automat

Elementul component al SRA care permite obtinerea abaterii este:

10 points

- ☐ regulatorul automat
- ☐ elementul de executie
- ☐ instalatia tehnologica
- ☐ elementul de comparatie

Pe calea de reactie a unui sistem de reglare automata se afla:

10 points

- ☐ instalatia tehnologica
- ☐ elementul de executie
- ☐ elementul de comparatie
- ☐ traductorul

FIȘĂ DE LUCRU 2
(varianta pentru Google Docs)

Timp de lucru: 20 minute

Nume și prenume elev:

Clasa:

Răspundeți la următoarele cerințe alegând varianta corectă:

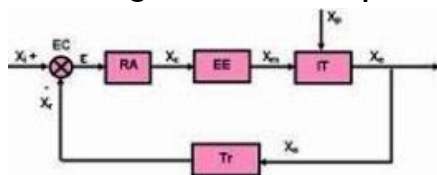
1. Schema bloc a unui traductor folosit în sistemele de reglare automată, poate cuprinde:

- a. detector, regulator
- b. detector, transformator
- c. detector, instrument de măsură
- d. detector, adaptor

Răspuns:

1 -

2. Schema din figura alăturată reprezintă:



- a. schema bloc a unui SRA;
- b. schema bloc a unui traductor;
- c. schema bloc a unui regulator.
- d. un traductor de temperatură;

Răspuns:

2 -

3. Funcția elementului de execuție este aceea de a:

- a. executa comenzile primite de la instalația tehnologică;
- b. modifica valoarea parametrilor din proces;

- c. transforma o energie de o anumită formă în altă formă de energie;
- d. compara ,ărima de intrare cu mărimea de reacție inversă.

Răspuns:

3 -

4. Asociați corespunzător elementele din coloanele A si B.

În coloana A sunt enumerate elementele SRA, iar în coloana B sunt enumerate mărimile de intrare corespunzătoare.

A.	B
1. traductorul	a. mărimea de intrare
2. element de comparație	b. eroarea
3. regulator automat	c. mărimea de comandă
4. instalație tehnologică	d. mărimea relativă
5. element de execuție	e. mărimea de ieșire
	f. mărimea măsurată

Răspuns:

1 -

2 -

3 -

4 -

5 -

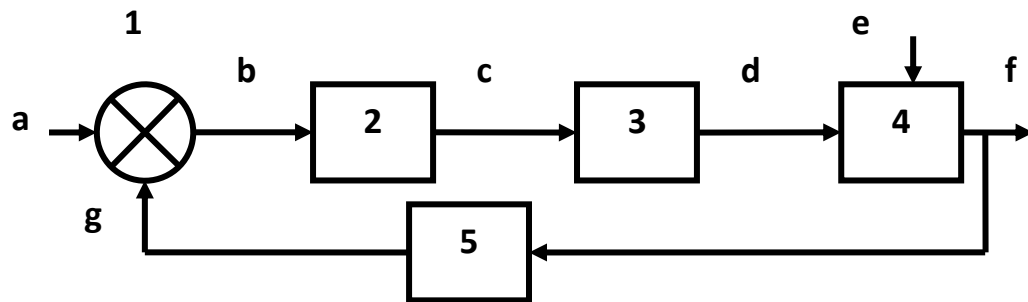
4. Transcrieți pe foaia de caiet, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals.

- a. Traductorul este un dispozitiv care convertește, de obicei, mărimea electrică de la intrarea sa într-o mărime neelectrică obținută la ieșire.
- b. Elementul component al SRA care permite obținerea abaterii este elementul de comparație.
- c. Într-un sistem de automatizare mărimea prescrisă se obține la ieșirea traductorului.
- d. Legile de reglare se realizează în cadrul instalației tehnologice.
- e. Sistemul automat reprezintă reuniunea a două subsisteme: instalația tehnologică și dispozitivul de automatizare

Răspuns:

a -
b -
c -
d -
e -

5. Identificați elementele componente și mărimile caracteristice din schema bloc a sistemului de automatizare.



Răspuns:

Elementele componente sunt:

1 -
2 -
3 -
4 -
5 -

Mărimile caracteristice sunt:

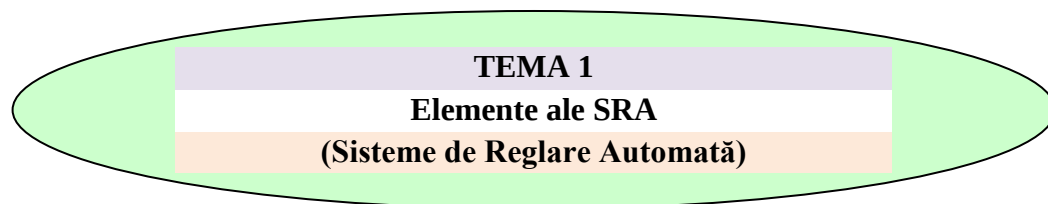
a -
b -
c -
d -
e -
f -
g -

<i>Barem de notare:</i>							
Cerință	1	2	3	4	5	6	Oficiu
Puncte acordate	4 p	4 p	4 p	15 p	15 p	48 p	10 p
				5x3p	5x3p	12x4p	

TEMĂ PROPUȘĂ

Distribuire temă pe classroom, în format Docs, pentru fiecare elev.

Fiecare elev va avea posibilitatea de a completa, personaliza și trimite răspunsul.



Nume și prenume elev:

Clasa:

Răspundeți la următoarele cerințe:

1. Definiți sistemul de reglare automată / automatizarea.

2. Definiți:

a. Elementul de comparație

.....

b. Elementul de execuție

c. Regulatorul automat

d. Instalația tehnologică

e. Traductorul

IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE
propuse a se desfășura online pe platforma educațională Classroom

ACTIVITATEA DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE 1

TEMA: Traductoare de mărimi neelectrice

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

Clasa a XI-a

MODUL III

Sisteme de automatizare în instalații electromecanice, clasa a XI-a

Rezultate ale învățării vizate

Cunoștințe:

11.1.1. Sisteme de reglare automată

Abilități

11.2.3. Alegerea componentelor sistemelor de reglare automată potrivit unor criterii date utilizând diverse surse de documentare

Atitudini

11.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru., în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

11.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită

11.3.3. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate

11.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Conținut vizat (XI):

4. Elementele sistemelor de reglare automată:

- traductoare, amplificatoare (electronice, pneumatice, hidraulice).

OBIECTIVE

1. Identificarea traductoarelor utilizate în sistemele de automatizare din instalațiile electromecanice
2. Precizarea rolului funcțional al traductoarelor
3. Explicarea principiului de funcționare a traductoarelor pentru mărimi electrice
4. Alegerea traductoarelor pentru sisteme de automatizare în instalații electromecanice în funcție de parametrii caracteristici

SUGESTII METODOLOGICE

UNDE PREDĂM?

Conținutul poate fi predat în cabinet, laboratorul sau sala de clasă, toate spațiile fiind dotate cu sistem audio-video și conexiune internet pentru a acoperi atât învățarea în clasă cât și cea online.

Utilizăm aplicațiile platformei educaționale Google Suite for Education.

De exemplu:

Meet: vizualizare ecran pentru elevii care lucrează online.

CUM PREDĂM?

Classroom: încărcare material documentar - „ciorchinele” prezentat în acest exemplu.

Prezentare se poate realiza prin expunere, conversația euristică, observație dirijată, problematizare, prelucrare independentă a informației, joc de rol etc.

Pentru feed-back, se pot distribui fișele de lucru pentru elevi în variantă online, a fișelor de lucru pentru elevi pentru activitățile de fixare a noilor cunoștințe.

ORGANIZAREA CLASEI

Clasa poate fi organizată frontal sau pe grupe de 3-4 elevi în funcție de nivelul clasei și modul de desfășurare a activității didactice (cazul învățământului desfășurat online).

Elevii vor primi fișele documentare și le vor analiza împreună cu cadrul didactic. Sunt recomandate sesiunile video, utilizând aplicațiile Google Meet, Zoom, Whats App etc., în funcție de disponibilități de conexiune internet și dispozitivele din dotarea elevilor care participă în forma online a lecției.

ACTIVITĂȚI

După studiul efectiv pe fișe documentare, elevii vor completa fișele de lucru. Acestea pot fi propuse în format Docs, Forms etc. Pentru elevii care nu au posibilitatea de a răspunde în timp real, din motive subiective/obiective, se pot trimite aceleași formulare cu conținut documentar și de lucru în format pdf/jpeg/ppt etc., ei urmând să rezolve sarcinile propuse în modul cel mai facil lor (eventual pe caiete, cu returnarea răspunsurilor în format foto, respectând termenii de predare a temelor).

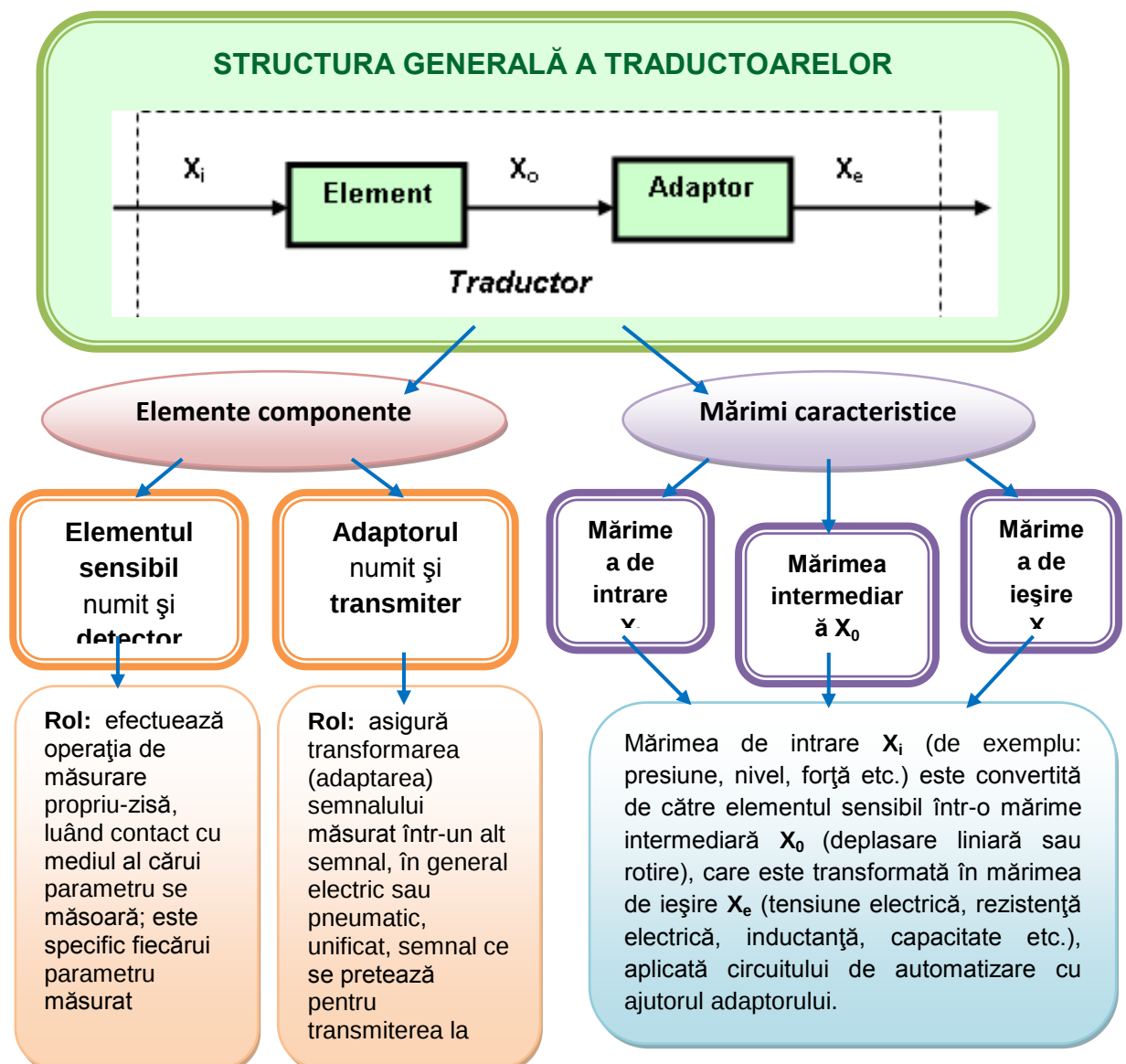
EVALUAREA CUNOȘTIINȚELOR

Evaluarea se poate realiza prin fișă de evaluare individuală sau online, în care elevul să identifice tipuri de traductoare, să le selecteze și să explice funcționarea acestora în cadrul unui SRA după scheme date, prin fișe de lucru colective, pentru grupuri de 3-4 elevi

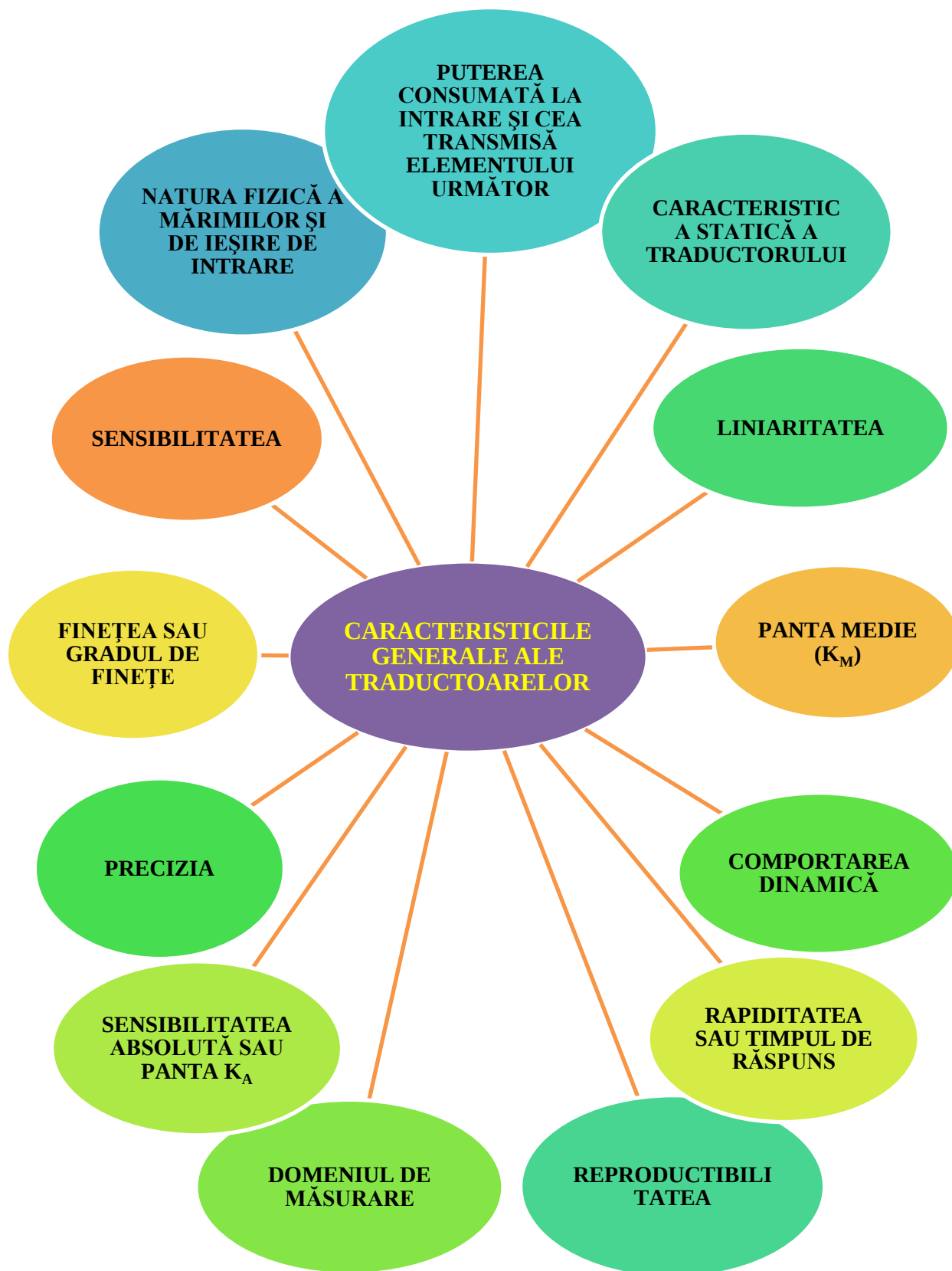
A. TRADUCTOARE - GENERALITĂȚI

Traductoarele

- ✚ Sunt elemente din structura sistemelor automate care au rolul de a măsura valorile parametrului reglat și de a converti acest parametru (de obicei o mărime fizică neelectrică) într-o mărime fizică (de obicei electrică) dependentă de prima, compatibilă cu mărimea de intrare în elementul următor al sistemului.
- ✚ Sunt cunoscute și sub denumirea de **elemente de măsură**, destinate măsurării mărimilor conduse și a unor mărimi semnificative, pe baza cărora se pune în evidență echilibrul proceselor
- ✚ Prin intermediul **traductoarelor** putem obține informațiile necesare conducerii automate a proceselor în circuit închis
- ✚ Sunt montate de regulă pe bucla de reacție.
- ✚ În structura **traductoarelor** există, în general, o serie de subelemente constructive ca, de exemplu: convertoare, elemente sensibile, adaptoare etc.



CARACTERISTICILE GENERALE ALE TRADUCTOARELOR



CLASIFICAREA TRADUCTOARELOR

a. După natura mărimii de intrare	Traductoare de mărime	Mărimi neelectrice	temperatură
			debit
			presiune
			nivel
			umiditate
			viteză etc.
		Mărimi electrice	tensiune
			curent
	Traductoare de calitate (caracteristici ale compoziției corpurilor)	rezistență	
		frecvență etc.	
gazoanalizoare			
b. După natura mărimii de ieșire	Traductoare parametrice (transformă o mărime neelectrică într-un parametru de circuit electric)	traductoare de pH	
		spectrografe etc.	
		rezistive	
		inductive	
	Traductoare generatoare (transformă o mărime neelectrică într-o forță electromotoare)	capacitive	
		fotoelectrice etc.	
		de inducție	
		sincrone	
	piezoelectrice		
	termoelectrice etc.		

TRADUCTOARE PARAMETRICE

Mărimi fizice de bază	Mărimi fizice derivate	Elemente sensibile tipice
Deplasare	- deplasare liniară; - deplasare unghiulară - lungime (dimensiuni geometrice); - grosime; - straturi de acoperire; - nivel - deformație (indirect forță, presiune sau cuplu); - altitudine.	✓ rezistive; ✓ inductive; ✓ fotoelectrice; ✓ electrodinamice (de inducție, selsine, inductosine).
Viteză	- viteză liniară; - viteză unghiulară; - debit.	✓ electrodinamice (de inducție); ✓ fotoelectrice.
Forță	- efort unitar; - greutate - acelerație (vibrație); - cuplu; - presiune (absolută, relativă, vacuum, nivel, debit); - vâscozitate.	✓ termorezistive; ✓ termistoare; ✓ rezistive; ✓ inductive; ✓ capacitive; ✓ piezorezistive; ✓ magnetorezistive.
Temperatură	- temperatură (pentru solide, fluide, de suprafață); - căldură (flux, energie); - conductibilitate termică.	✓ termorezistențe; ✓ termistoare; ✓ termocupluri.
Masă	debit de masă	✓ complexe (dilatare și deplasare)
Concentrație	- densitate; - componente în amestecuri de gaze; - ioni de hidrogen în soluții.	✓ idem ca la forță; ✓ termorezistive; ✓ electrochimice; ✓ conductometrice.
Radiație	- umiditate; - luminoasă; - termică; - nucleară.	✓ fotoelectrice; ✓ detectoare în infraroșu; ✓ elemente sensibile bazate pe ionizare.

TRADUCTOARE GENERATOARE

Mărimea fizică de măsurat	Efectul utilizat	Mărimea de ieșire
Temperatura	⚡ Termoelectricitate	✓ Tensiune
	⚡ Piroelectricitate	✓ Sarcina
Flux de radiație optică	⚡ Foto-emisie	✓ Curent
	⚡ Efect fotovoltaic	✓ Tensiune
	⚡ Efect foto-electric	✓ Tensiune
Forța	⚡ Piezo-electricitate	✓ Sarcina electrică
Presiune	⚡ Piezo-electricitate	✓ Sarcina electrică
Accelerație	⚡ Piezo-electricitate	✓ Sarcina electrică
Viteza	⚡ Inducție electromagnetică	✓ Tensiune
Poziție (Magnet)	⚡ Efect Hall	✓ Tensiune

ACTIVITATE DE ÎNVĂȚARE

Tema: Exemple de SRA de reglare a temperaturii

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:

1. Tehnician electromecanic,
2. Tehnician aviație,
3. Tehnician instalații de bord (avion)

Clasa a XI-a
MODUL III Sisteme de automatizare în instalații electromecanice, clasa a XI-a
Rezultate ale învățării vizate
Cunoștințe:
11.1.1. Sisteme de reglare automată
Abilități
11.2.1. Reprezentarea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată 11.2.2. Citirea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată 11.2.3. Alegerea componentelor sistemelor de reglare automată potrivit unor criterii date utilizând diverse surse de documentare 11.2.4. Urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice conform tehnologiilor
Atitudini
11.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru., în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de munca 11.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită 11.3.3. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate 11.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
Conținut vizat (XI):
6. Tipuri de sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (temperatură, debit, presiune).
OBIECTIVE
1. Identificarea elementelor componente ale unei scheme funcționale a unui sistem de reglare automată a temperaturii pentru un fier electric de călcat 2. Elaborarea unei scheme bloc corespunzătoare schemei funcționale analizate 3. Precizarea rolului funcțional al elementelor componente 4. Explicarea principiului de funcționare a sistemului de reglare automată a temperaturii pentru schema dată

5. Identificarea tipului de reglare utilizată.

FIȘA DE DOCUMENTARE
(Varianta Google Docs)

EXEMPLE DE SRA DE REGLARE A TEMPERATURII

1. Pentru obținerea unor performanțe superioare la reglarea automată a temperaturii se poate adopta un **sistem de reglare în cascadă**.

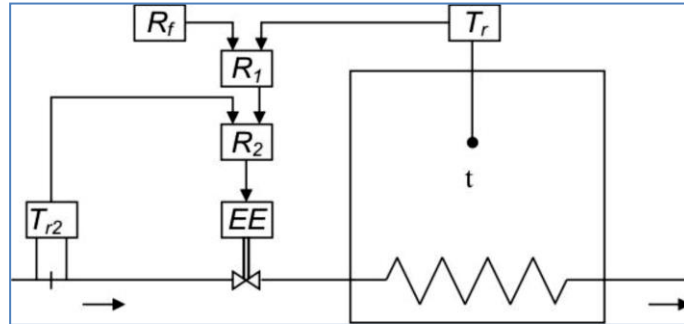


Fig. 1. Reglarea automată a temperaturii

Funcționare:

Bucula de reglare automată a temperaturii, conținând traductorul de temperatură $Tr1$ și regulatorul $R1$, include o buclă de reglare a debitului, formată din traductorul de debit $Tr2$, regulatorul $R2$ și elementul de execuție EE .

Dacă temperatura t tinde să scadă față de valoarea prescrisă, regulatorul de temperatură $R1$ impune o valoare prescrisă mai mare la regulatorul de debit $R2$.

Bucula de reglare interioară stabilește debitul la noua valoare prescrisă, astfel încât temperatura t crește, revenind la valoarea impusă.

Sistemul de reglare în cascadă reacționează foarte eficient la o perturbație de tipul unei variații a presiunii agentului termic la intrare.

Dacă presiunea crește brusc, crește și debitul agentului termic, existând tendința ca temperatura t să crească.

Creșterea debitului este sesizată de traductorul $Tr2$ și, în consecință, regulatorul $R2$ acționează imediat, dând comanda de micșorare a secțiunii de trecere a organului de reglare.

Debitul este adus la valoarea impusă înainte ca temperatura din incintă să aibă variații importante.

2. Schema funcțională a sistemului de reglare a temperaturii în cazul unui fier de călcat este redată mai jos.

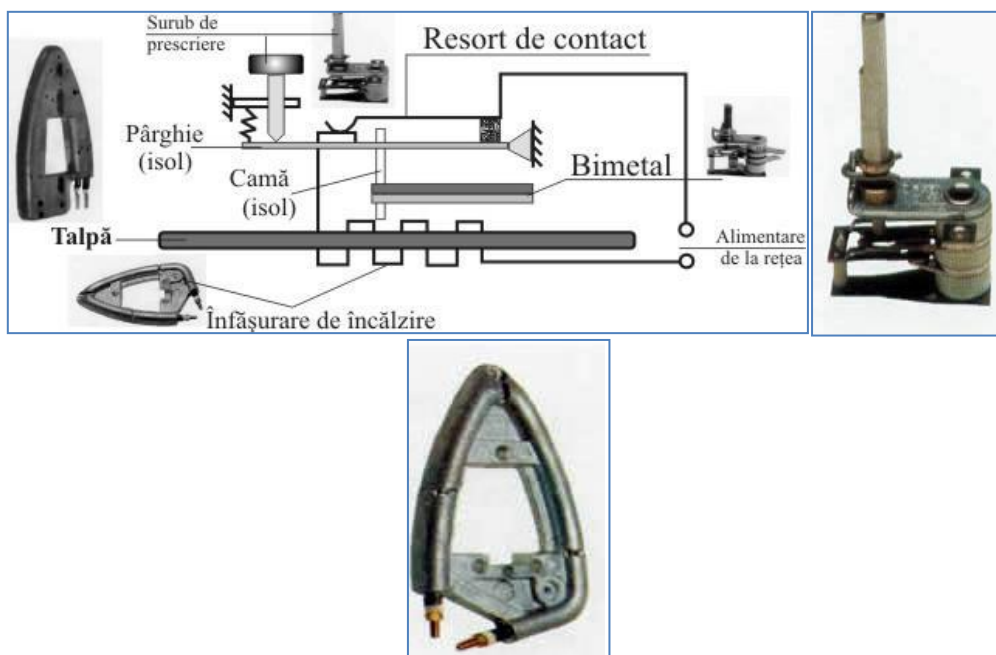


Fig. 2. Sistem de reglare automată a temperaturii unui fier electric de călcat

Schema bloc a SRA cu schema funcțională din figura 2 este prezentată în figura 3. Resortul de contact se comportă ca un comutator bipozițional, iar reglarea este bipozițională.

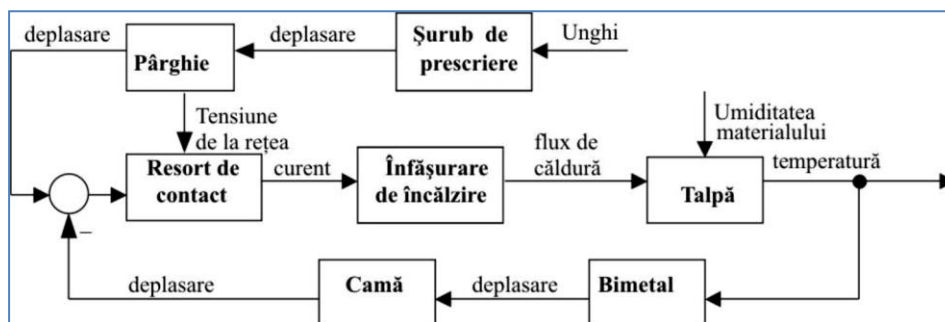


Fig. 3. Schema bloc a SRA cu schema de funcțională din figura 2.

3. Schema *sistemului de reglare a temperaturii la un cazan încălzit cu abur*.

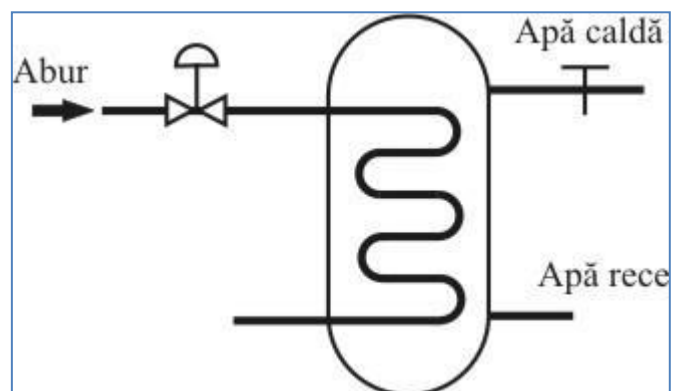


Fig. 4. Schema funcțională a unui cazan încălzit cu abur.

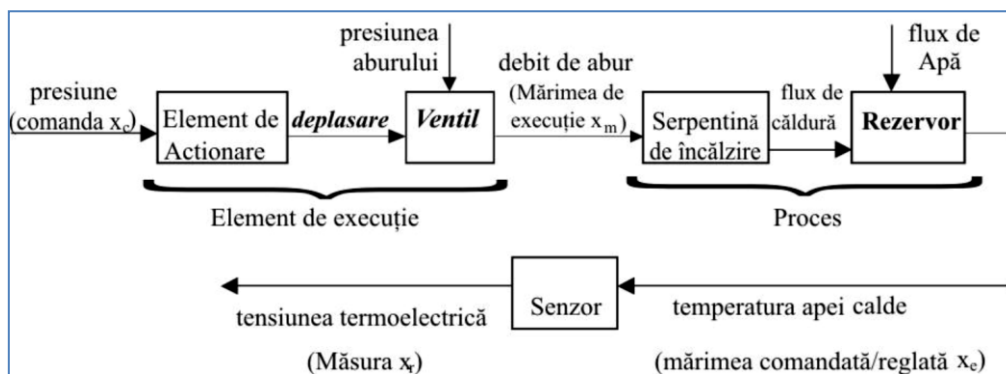


Fig. 5. Schema bloc a cazanului încălzit cu abur din fgura 4

FIȘĂ DE LUCRU
(Varianta Google Docs)

SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ A TEMPERATURII

Obiectivele evaluării

1. Să analizeze schema funcțională a unui sistem de reglare automată a temperaturii pentru un fier electric de călcat;
2. Să elaboreze o schemă bloc corespunzătoare schemei funcționale analizate;
3. Să precizeze tipul de reglare realizat cu schema dată;
4. Să precizeze ce element din schema funcțională se comportă ca un comutator bipozițional.

Prezentare: Acest test poate fi utilizat atât la sfârșitul fișei suport corespunzătoare, cât și la sfârșitul modulului, ca parte a unei evaluări sumative.

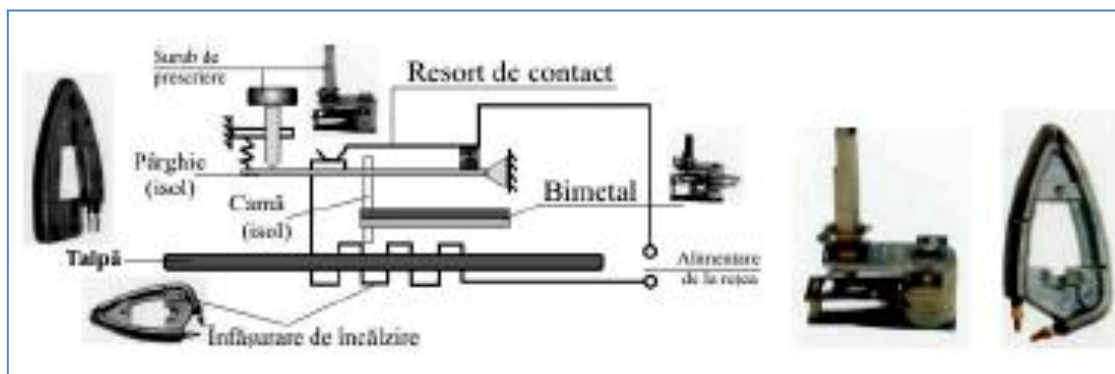
Tipul testului: Tema de lucru / Probă scrisă și orală sau practică

Durata evaluării: 30 minute

Condițiile în care se recomandă a fi realizată evaluarea: Se poate lucra individual sau în grupe de 2, maxim 3 elevi.

Resursele necesare

Materiale necesare: cerințel/sarcinile de lucru prezente, (după caz - fier de călcat și scule pentru demontare și montare, multimetru pentru identificarea circuitelor componente).



Sistem de reglare automată a temperaturii unui fier electric de călcat

Observație: Testul se încarcă și se salvează în Google Docs. Poate fi trimis și foto/pdf acelor elevi care nu au conexiune internet/dispozitive fiabile

Sarcină de lucru:

Analizați cu atenție schema funcțională a unui fier electric de călcat prezentată în figura dată.

Se cere:

- a) Să elaborați o schemă bloc corespunzătoare schemei funcționale analizate ;
- b) Să precizați tipul de reglare realizat cu schema dată;
- c) Să precizați ce element din schema funcțională se comportă ca un comutator bipozițional.

Observație: În situația în care dispuneți de un fier de călcat cu termostat, scule pentru demontare și montare și multimetru pentru identificarea circuitelor componente verificați legăturile electrice dintre unele blocuri ale schemei pe care ați elaborat-o și măsurați temperaturile celor două trepte de reglare pentru diferite poziții ale șurubului de prescriere. Prezentați concluziile atât în scris pe fișa de test cât și oral dacă vi se solicită.

Instrucțiuni pentru elevi

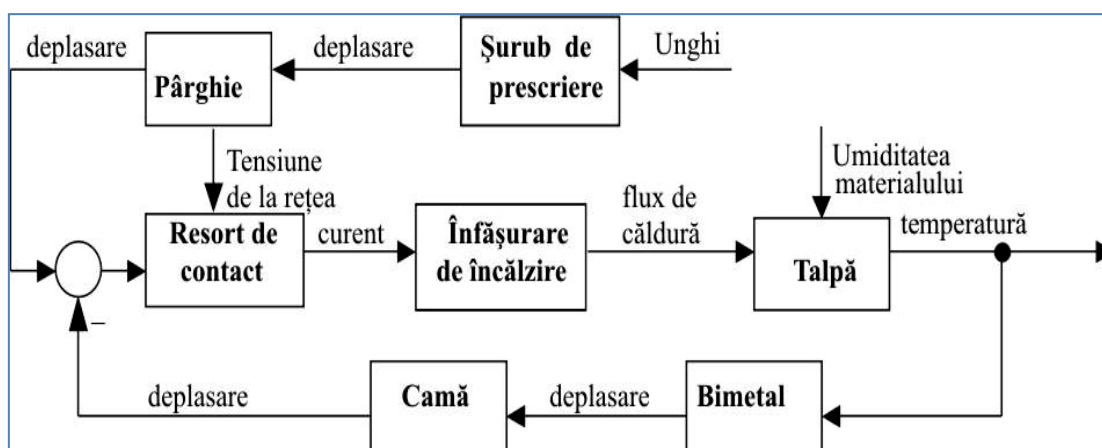
Trebuie să luați în calcul toate aspectele importante, cum ar fi:

- ✓ rolul fiecărui element al schemei funcționale în comportarea fierului de călcat ca un SRA pentru reglarea temperaturii;
- ✓ echivalența funcțională între elementele studiate și blocurile funcționale ale schemei bloc tipice pentru un SRA;
- ✓ tipul de regulator neliniar utilizat (după numărul de valori pe care le poate lua mărimea de comandă).

Criteriile de evaluare și notare

a) Schema bloc a SRA cu schema de funcțională dată.

6 puncte



b) reglarea este bipozițională:

2 puncte

c) Resortul de contact se comportă ca un comutator bipozițional:

2 puncte

Total: 10 puncte

Observație: Nu se alocă puncte separate pentru soluții optime (dacă cineva are o soluție prin care se obține o altă configurație valabilă a schemei bloc nu se alocă puncte în plus).

TEST DE EVALUARE FORMATIVĂ
(Varianta Google Docs)

SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ A PRESIUNII

Obiectivul evaluării

- Să verifice dobândirea de către elevi a cunoștințelor necesare conform criteriilor de performanță și condițiilor de aplicabilitate din standardul de pregătire profesională.

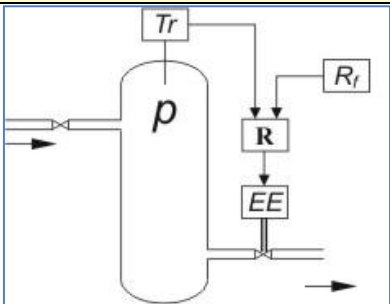
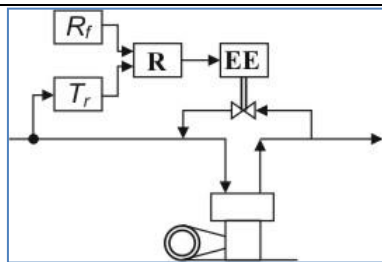
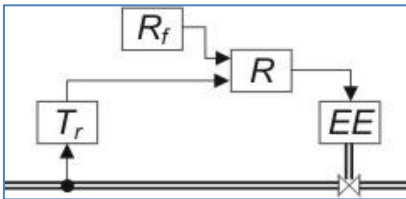
Tipul testului: Probă scrisă

Durata evaluării: 50 minute

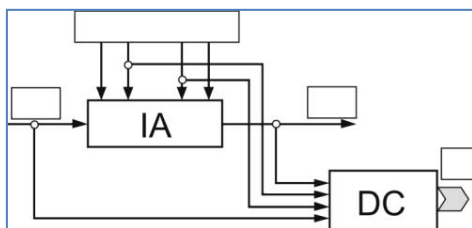
Condițiile în care se recomandă a fi realizată evaluarea: Se va lucra individual.

SARCINI DE LUCRU

1. În coloana A a tabelului de mai jos sunt prezentate câteva scheme pentru reglarea presiunii, iar în coloana B sunt enumerate tipurile de scheme. Faceți asocierea literelor din coloana A cu cifrele corespunzătoare răspunsului corect din coloana B.

A		B	
a		1	Schema de tip aval pentru reglarea presiunii gazelor în conducte
b		2	Schema de tip amonte pentru reglarea presiunii gazelor în conducte
c		3	Schema pentru reglarea presiunii de aspirație a compresoarelor din instalațiile frigorifice, prin cuplarea și decuplarea motorului de antrenare

4. În figura alăturată este reprezentat un sistem de control automat/



Se cere:

- Completați figura cu mărimile specifice fiecărei săgeți, specificând denumirea mărimii
- Specificați destinația unui sistem de control automat
- Enumerați trei operații realizate de dispozitivul de control automat

Instrucțiuni pentru elevi

Trebuie să luați în calcul toate aspectele importante, cum ar fi:

- Citiți cu atenție a cerințelor fiecărui subiect;
- Solicitați explicații suplimentare de rezolvare dacă nu înțelegeți cerințele;
- Urmăriți încadrarea în timpul alocat pentru rezolvare;
- Verificați cu atenție modul de evaluare pentru a înțelege eventualele greșeli și a nu le mai repeta.

Criteriile de evaluare și notare

Conform baremului de evaluare:

- a- 4, b-5, c-1, d- 2, e-3, f-6

5x3=15 puncte

2

- Elementul de execuție este format din elementele 6, 7, 8

6 - cilindru

7 - piston cu două fețe active

8 - clapetă de închidere

4x3=12 puncte

- Elementul de execuție este neelectric: hidraulic

3 puncte

- Când presiunea lichidului din conductă crește peste valoarea nominală p_n , membrana 1 se deplasează în sus, comprimă resortul 2 și punctul A se deplasează în A1, B în B1, C în C1, pistonul 7 se deplasează în jos și clapeta 8 obturează secțiunea de trecere a fluidului din conductă. În acest fel presiunea p scade până ajunge la presiunea normală p_n și elementul 4 revine în poziția inițială.

8 puncte

- a - element de execuție cu membrană; b - motor de execuție pneumatic cu o față activă; c - Motor de execuție pneumatic cu ambele fețe active.

3x4=12puncte

4.

- I - informații transmise operatorului;

X_m - mărime de execuție;

Xp - mărime perturbatoare;

Xe - mărime de ieșire. **4x4=16 puncte**

b) Sistemele de control automat realizează supravegherea instalației automatizate **IA**, prin transmiterea la dispozitivul de automatizare, numit și dispozitiv de control automat, a tuturor mărimilor măsurabile din instalație, care prezintă interes din punct de vedere tehnologic. **10 puncte**

c) Operațiile realizate de dispozitivul de control automat pot fi: măsurarea mărimilor, înregistrarea acestora, integrarea (totalizarea) unor mărimi - debit, energie - într-o perioadă dată, compararea cu anumite limite de funcționare normală și semnalizarea - acustică sau optică - a depășirii acestor limite, calculul unor bilanțuri și al unor indicatori sintetici privind funcționarea instalației tehnologice, cum sunt: bilanțuri materiale și de energie, consumuri specifice, randament. **14 puncte**

Puncte din oficiu: 10 puncte

TOTAL 100 puncte

Instrucțiuni pentru evaluatori

Se va lua în considerare orice mod corect de rezolvare, fără a se acorda puncte separate unei optimizări a rezolvării.

Modul de transmitere și sugestii de valorizare a rezultatelor evaluării

- Trebuie neapărat să se ia în considerare modul în care a fost analizat enunțul și modul în care a fost formulată soluția.

- Trebuie prezentate elevilor criteriile de evaluare astfel încât fiecare elev să fie capabil să verifice și să accepte (convins de corectitudinea lui) punctajul obținut.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bălășoiu, D.; Bălășoiu T. *Mașini și aparate electrice. Auxiliar curricular*. MECT, 2008, p. 37-65.
- [2]. Bichir, N.; Mihoc, D.; Boțan, C.; Hilohi, S.; Simulescu, D. *Mașini, aparate, acționări și automatizări. Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a*. Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1993, p. 70-88.
- [3]. PEARSICĂ, M.; PETRESCU, M. *Mașini electrice*. Editura Academiei Forțelor Aeriene, Brașov, 2007, p. 107.
- [4]. http://tvvet.ro/Anexe/4.Anexe/Aux_Phare/Aux_2004/Tehnic/
- [5]. Mareș, F.; Cosma D.I.; ș.a. - *Sisteme de acționare electrică. Manual pentru clasa a XI-a*. Editura CD PRESS, 2009.
- [6]. Dumitrescu, I - *Electrotehnică și mașini electrice* - Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
- [7]. Lichiardopol, G., s.a., *Sănătatea și securitatea muncii*, Editura CD PRESS , București, 2011
- [8]. Oprea, C.-L. - *Strategii didactice interactive*. Ediția a III-a, EDP, București, 2008
- [9]. MEN; CNDIPT - *Anexa 1 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018 - Curriculum pentru clasa a XI-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică. Calificarea profesională: Tehnician electromecanic. Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică*, 2018.
- [10]. MEN; CNDIPT - *Anexa 2 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018 - Curriculum pentru clasa a XII-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică. Calificarea profesională: Tehnician electromecanic. Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică*, 2018.
- [11]. MENCS; CNDIPT - *Anexa 4 la OMENCS nr. 4121/13.06.2016 - Standarde de Pregătire Profesională. Calificarea profesională: Tehnician electromecanic. Nivel 4. Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică*, 2016.
- [12]. MEN - *Ordin nr. 3.502/ 29.03. 2018 privind aprobarea Orientărilor metodologice generale pentru elaborarea curriculumului în dezvoltare locală pentru clasele a XI-a și a XII-a ciclul superior al liceului, filiera tehnologică, și pentru clasa a XI-a învățământ profesional*. Publicat în MO nr. 468 din 6 iunie 2018
- [13]. *Auxiliare curriculare pentru nivelul 4, domeniile: Eletromecanica, Electric, Electronică automatizări*. Disponibil online: www.tvet.ro

EXEMPLUL 7

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: MAȘINI, APARATE, ELEMENTE DE AUTOMATIZARE, clasa a X-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a X analizat) RI doar din perioada COVID			Conținuturi ale modulului 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
Modulul analizat - M1 - clasa a X-a - MAȘINI , APARATE ȘI ELEMENTE DE AUTOMATIZARE					
CUNOȘTINȚE	ABILITAȚI	ATITUDINI		M1 - Sisteme de acționare - cls. a XI - a	
6.1.5. Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice (semne convenționale, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) - mașini de curent continuu - transformatorul electric - mașini de curent alternativ 6.1.6. Documentație	6.2.9 Selectarea componentelor mașinilor electrice conform documentațiilor din instalațiile electromecanice 6.2.10 Verificarea componentelor mașinilor electrice 6.2.11. Selectarea mașinilor electrice în funcție de domeniul de utilizare și de documentația tehnică	6.3.3 Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate 6.3.4 Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 6.3.5 Responsabiliza rea în asigurarea calitatii lucrărilor și sarcinilor încredințate	Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice: Transformator electric : monofazat trifazat convertorul electric Mașina de curent continuu generatorul de curent continuu motor de curent continuu Mașina de curent alternativ mașina de curent alternativ sincronă mașina de curent	Elemente componente din sistemul de acționare (descriere, rol funcțional, parametrii): motoare de curent continuu, motoare de curent alternativ, Rolul funcțional al elementelor de circuit: de comandă, de protecție, de reglaj Simbolizarea elementelor componente: semne convenționale utilizate pentru elementele componente ale unei acționări electrice Sisteme de acționare electrică: Clasificare în funcție de motor (electrice, hidraulice,	În descrierea construcției și funcționării sistemelor de acționare electrică este foarte important să se cunoască construcția, funcționarea și parametrii funcționali ai elementelor componente ale acționărilor, respectiv mașinile și aparatele electrice. Ex.1 : Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice pot fi studiate ca și construcție și funcționare fie în cadrul orelor care vizează descrierea Elementelor componente din sistemul de acționare și a rolului pe care îl au în cadrul acționărilor, fie la predarea clasificărilor Sistemelor de acționare electrică, când se

tehnică specifică mașinilor electrice 6.1.10 Norme de Securitate si Sănătate în Muncă și Prevenirea și stingerea incendiilor pentru lucrări în instalații electromecanice 6.1.11 Noțiuni de Legislație pentru Protecția mediului înconjurător în instalații electromecanice	6.2.12. Utilizarea semnelor convenționale în diverse aplicații	6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ in argumentarea soluțiilor tehnice abordate	alternativ asincronă Norme de sănătate și securitate în muncă și PSI specifice funcționării și întreținerii mașinilor electrice Documentație tehnică și specifică funcționării și întreținerii mașinilor electrice: cataloage, manual de utilizare, scheme electrice Scheme electrice de forță - Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron - Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi.	pneumatice) componentele sistemelor de acționare electrică: mașina de lucru, motorul de acționare, organul de transmisie, instalația de comandă condiții de funcționare a motoarelor: mediul de lucru, proces tehnologic, caracteristica mecanică a mașinii de lucru (tip de motor, schemă de comandă), regimul de funcționare a mașinii de lucru, condiții de ordin economic. Scheme de forță și de comandă: - scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând semnele convenționale ale elementelor componente	studiază tipurile de acționări și regimurile de funcționare ale mașinilor de lucru. Ex.2 : Tipurile de mașini electrice pot fi studiate și în cadrul orelor de laborator, când se studiază condițiile de funcționare, cu machete funcționale sau cu ajutorul softurilor educaționale. În proiectarea temei, profesorul elaborează și folosește pentru fiecare elev fișe de lucru, studii de caz, fișe de evaluare, fișe de documentare și fișe de observare care să aibă ca obiective obținerea rezultatelor învățării prevăzute pentru M1 din clasa a X-a și M1 din clasa a XI-a. Parcurgerea cunoștințelor se face în ordinea redată în „Conținuturile învățării” la care se vor adăuga conținuturile parcurse în semestrul al II-lea al anului 2019 - 2020, în ordinea logică a desfășurării lor, respectiv atunci când este necesară descrierea construcției, funcționării sau definirea parametrilor funcționali care intervin în conținuturile modulului anului în curs . Ex.3. Scheme electrice de forță pentru motorul asincron se vor studia în cadrul capitolului
6.1.9 Scheme electrice de forta continand aparate electrice, masini electrice si elemente de automatizare 6.1.10 6.1.11	6.2.17 Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicatii conform documentatiilor tehnice 6.2.18 Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice 6.2.19.Executarea de scheme electrice de forta	6.3.3 6.3.5 6.3. 7. Asumarea in cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită 6.3.8. Respectarea normelor de sănătate si			

	continand aparate electrice, masini electrice si elemente de automatizare 6.2.20 Prelucrarea matematica a datelor măsurate - tensiune de alimentare, intensitatea curentului electric, rezistența de izolație, putere electrică	securitate in muncă si de protectia mediului specifice sarcinilor de lucru incredințate			Scheme de forță și de comandă, unde se vor include între celelalte scheme de acționare
Modulul analizat - M1 - clasa a X-a - Mașini , aparate și elemente de automatizare					
CUNOȘTINȚE	ABILITAȚI	ATITUDINI		M5- Acționări în instalații electromecanice - din clasa a XI - a	
6.1.5 6.1.6 6.1.10 6.1.11	6.2.9 6.2.10 6.2.11. 6.2.12.	6.3.3 6.3.4 6.3.5 6.3.6.	Lucrări de verificare a componentelor mașinilor electrice : - verificarea vizuală a elementelor mașinilor electrice: carcasa, rulmenți, arbore, ventilator, colector, perii,	Scheme funcționale a unui sistem de acționare (realizare, funcționalitate, caracteristici): - Circuite pentru pornirea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone. - Circuite pentru frânarea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone.	Conținuturile din perioada COVID se vor prelua și se vor studia /aprofunda anterior sau ulterior studierii conținuturilor propuse pentru studiu la modulul M5 - Acționări în instalații electromecanice , în anul școlar 2020 - 2021, pentru a pregăti elevii pentru realizarea circuitelor și a întreținerii acestora. Ex. 1. Modulul are alocate 120 de

			cutii de borne. - verificarea continuității circuitului electric - verificarea legăturii de împământare, de masă - verificarea stării siguranțelor - verificarea stării releelor de protecție - verificarea stării conductoarelor - curățarea fără demontare a inelelor colectorului și a înfășurărilor - verificarea fixării prin buloane, șuruburi și strângerea piulițelor de la fundație, capace, scuturi, de la mecanismele portperii și de la instalațiile de legare la pământ - verificarea portperiilor și periilor	- Circuite pentru reglarea vitezei și turației acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone. Protecția motoarelor electrice de acționare: - contra suprasarcinilor - contra scurtcircuitelor - contra punerilor la pământ ale unei faze a circuitului statoric - contra căderilor de tensiune - Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare	ore de instruire practică, deci se pot realiza circuitele de la Scheme funcționale a unui sistem de acționare, după care se fac verificările : - verificarea continuității circuitului electric - verificarea legăturii de împământare, de masă - verificarea continuității circuitului electric - verificarea stării conductoarelor Ex.2. La începutul modulului se pot face recapitulări despre mașinile electrice, după care se pot face lucrări practice de verificare : verificarea vizuală a elementelor mașinilor electrice: carcasa, rulmenți, arbore, ventilator, colector, perii, cutii de borne verificarea fixării prin buloane, șuruburi și strângerea piulițelor de la fundație, capace, scuturi, de la mecanismele portperii și de la instalațiile de legare la pământ verificarea portperiilor și periilor verificarea lagărelor Ex. 3. În cadrul laboratoarelor (30 de ore) se pot face activități practice, vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD - uri) care se pot obține și de la
--	--	--	---	--	---

			- verificarea lagărelor		agentul economic partener sau vizite de documentare ce urmăresc înțelegerea lucrărilor de întreținere și protecție și etapele de verificare a unei lucrări. Se pot utiliza metode de informare și de documentare independentă : - studiul individual - investigația științifică, - metoda referatului, - metoda proiectului - utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală. De exemplu, în urma studiului individual elevul poate să : • elaboreze o listă cu norme de sănătatea și securitatea muncii la efectuarea unui anumit proces tehnologic (demontare motor electric, reparare a unui transformator); • indice operații de control și verificare pe care trebuie să le efectueze la sfârșitul unui proces tehnologic.
Modulul analizat - M1 - clasa a X-a - Mașini , aparate și elemente de automatizare					
CUNOȘTINȚE	ABILITĂȚI	ATITUDINI		M3 - Sisteme de automatizare în instalațiile electromecanice - clasa a XI - a	
6.1.7. Elemente de automatizare	6.2.13 Decodificarea	6.3.5 6.3.6.	Elemente de automatizare din	Sisteme de reglare automată 1.Funcțiile sistemelor	Deoarece modulul M3 - Sisteme de automatizare în instalațiile

din instalațiile electromecanice (simboluri, parti componente, utilizare, rol functional, mărimi caracteristice) - traductoare - elemente de comparație - reglatoare automate - elemente de execuție 6.1.8 Documentație tehnică specifică elementelor de automatizare 6.1.10 6.1.11	simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare 6.2.14 Selectarea elementelor de automatizare 6.2.15 Utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației 6.2.16 Identificarea și urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice	6.3.7.	instalații electromecanice - Traductoare - Elemente de comparație - Reglatoare automate - Elemente de execuție - Instalații de automatizare a proceselor tehnologice: tipuri de instalații de automatizare în funcție de parametrul reglat (debit, presiune, nivel de lichid, temperatură); rol funcțional al elementelor în cadrul instalațiilor de automatizare.	automate: de măsurare, de comandă, de reglare, de semnalizare, de control, de protecție, de conducere 3. Schema bloc a unui sistem de reglare automată: - simboluri și semne convenționale, - mărimi caracteristice, 4. Elementele sistemelor de reglare automată: - traductoare, amplificatoare (electronice, pneumatice, hidraulice), reglatoare (liniare, neliniare, specializate, unificate, electronice, pneumatice, hidraulice), elemente de execuție (electrice, pneumatice, hidraulice) - identificarea și alegerea componentelor sistemelor de reglare automată 5. Documentație tehnică pentru componentele sistemelor de reglare automată: cataloage de specialitate, alte surse de documentare și informare. 7. Norme de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor în instalații electromecanice	electromecanice este un modul de aprofundare a cunoștințelor din clasa a X-a, respectiv a capitolului de Elemente de automatizare din cadrul modulului M1- Mașini, aparate și elemente de automatizare, conținuturile acestuia se integrează perfect, urmând ca noțiunile să fie preluate, predate și aprofundate în cadrul aceluiași modul. Ex. 1. La Schema bloc a unui SRA se pot defini și expune rolul blocurilor componente : e Elemente de comparație Reglatoare automate Elemente de execuție Instalații de automatizare a proceselor tehnologice De asemeni se pot da exemple de SRA (debit, presiune, nivel de lichid, temperatură). Ex. 2. La Elementele sistemelor de reglare automată se pot include noțiuni care să explice rolul funcțional al elementelor în cadrul instalațiilor de automatizare. Activități de evaluare: Fișe de lucru; Fișe de autoevaluare; Lucrări practice;
--	---	--------	--	--	---

					Proiectul; Portofoliul; Studiul de caz - situații în care se află anumite elemente ale instalațiilor electromecanice Teste de verificare a cunoștințelor.
--	--	--	--	--	---

II. EXEMPLE DE INSTRUMENTE DE EVALUARE

TEST DE EVALUARE ÎNȚIAL

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: TEHNICIAN ELECTROMECHANIC

Anul de studiu: Clasa a XI - a

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe

6.1.5. Mașini electrice utilizate în instalații electromecanice (semne convenționale, părți componente, rol funcțional)

6.1.9 Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare.

Abilități

6.2.9. Selectarea componentelor mașinilor electrice conform documentațiilor din instalațiile electromecanice.

6.2.11. Selectarea mașinilor electrice în funcție de domeniul de utilizare și de documentația tehnică.

6.2.12. Utilizarea semnelor convenționale în diverse aplicații.

Atitudini

6.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate.

Obiectivele evaluării :

1. Identificarea elementelor constructive ale mașinilor electrice .

2. Precizarea rolului funcțional al mașinilor electrice în cadrul instalațiilor electromecanice.

3. Explicarea principiului de funcționare al mașinilor electrice.

4. Analizarea construcției, funcționării și utilizării mașinilor electrice .

Toate subiectele sunt obligatorii.
Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

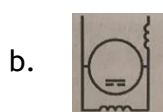
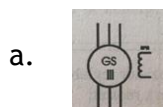
30 puncte

A.

15 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Într-o schemă electrică, motorul de curent continuu cu excitație separată este simbolizat cu :



2. Dacă frecvența curentului din înfășurarea statorului este $f_1 = 50$ Hz , $p = 1$, cât este n_1 [rot/min]?

- a. 3000
- b. 1500
- c. 1000
- d. 900

3. La motorul asincron carcasa e prevăzută cu nervuri pentru :

- a. mărirea suprafeței de răcire;
- b. micșorarea câmpului învârtitor;
- c. evitarea rostogolirii;
- d. fixarea mai bună .

4. Statorul și rotorul constituie armăturile mașinii electrice și sunt separate între ele de un spațiu numit:

- a. pas polar;
- b. întrefier;
- c. creștătură;
- d. spațiu interpolar.

5. La mașina de curent continuu comutația e realizată cu ajutorul :

- a. conservatorului;
- b. inelelor colectoare;
- c. stegulețelor;
- d. colectorului.

B.

15 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate elemente constructive ale mașinilor electrice, iar în coloana B sunt enumerate mașinile din care acestea sunt parte.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

Coloana A	Coloana B
1. Inele colectoare	a. Transformator de putere
2. Colector	b. Motor asincron
3. Înfășurare primară	c. Motor cu rotor în scurtcircuit
4. Rotor în colivie	d. Convertizor
5. Conservator	e. Motor de curent continuu
	f. Transformatoare

SUBIECTUL II

30 puncte

1.

10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu litere de la a la e :

- Motoarele transformă energia electrică în energie mecanică.
- Satorul este partea mobilă a mașinilor electrice.
- Randamentul mașinilor electrice, indiferent de tipul de transformare de energie, este supraunitar.
- Sistemul de înfășurări (format din înfășurările statorice și rotorice) alcătuiește suportul material prin care se închide circuitul electric al mașinii.
- Transformatoarele funcționează în curent electric continuu și alternativ.

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

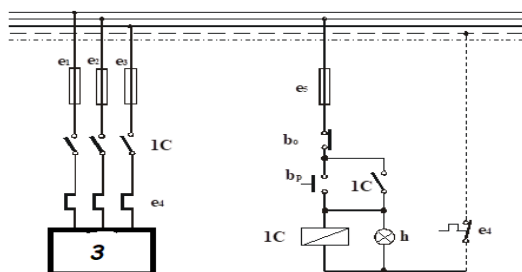
2.

12 puncte

Scrieți pe foaia de examen informația corectă care completează spațiile lipsă.

a. Pe miezul polilor inductori sunt așezate bobinele de(1)..... realizate din conductor de(2)..... izolat cu email, bumbac, fibre de sticlă etc.

b. Care este elementul lipsă , notat cu (3), din schema de mai jos ?



3.

8 puncte

Calculați alunecarea s a unui motor asincron , la $f_1 = 50$ Hz, cu turația $n = 600$ rot/min și două perechi de poli.

1. Răspundeți, pe scurt, la următoarele întrebări :

- a. Care sunt elementele constructive ale transformatorului de putere ?
- b. Care sunt tipurile de circuite ce apar în schema electrică a unei porniri, indiferent de tipul motorului ? (Specificați din ce sunt constituite, în general)
- c. În funcție de transformarea energetică, ce tipuri de mașini electrice cunoașteți ?

2. Un motor de c.c excitație derivație are următorii parametri:

tensiunea de alimentare $U = 220\text{V}$,

turația $n = 1050 \text{ rot/min}$,

t.e.m indusă $E = 210 \text{ V}$,

rezistența rotorică $R_a = 0,2 \Omega$

rezistența înfășurării de excitație $R_e = 44 \Omega$.

Se cere:

schema și sensurile curenților;

curentul din înfășurarea indusului I_a ;

curentul din înfășurarea de excitație I_e ;

curentul absorbit de la rețea I ;

curentul de pornire I_p , în cazul cuplării directe la sursa de alimentare;

valoarea rezistenței de pornire înseriate cu rotorul pentru limitarea curentului la pornire la valoarea $I_p = 2 \cdot I$.

turația de mers în gol.

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

Subiectul I

TOTAL: 30 puncte

A. Se acordă câte 3 puncte pentru fiecare răspuns corect. - 15 puncte

1- c, 2 - a, 3 - a, 4 - b, 5 - d

B. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare asociere corectă. - 15 puncte

1 - b, 2 - e, 3 - f, 4 - c, 5 - a.

Subiectul II

TOTAL: 30 puncte

II.1. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect - Total : 10 puncte

a - A; b - F; c - F; d - A; e - F.

II.2. Se acordă câte 4 puncte pentru fiecare răspuns corect - Total : 12 puncte

(1) - excitație; (2) - cupru; (3) - motor asincron.

II.3. Total 8 puncte, din care :

se acordă câte 2 puncte pentru fiecare formulă corectă - Total : 4 puncte

se acordă câte 2 puncte pentru fiecare rezultat corect obținut - Total : 4 puncte

$$n_0 = (60 \cdot f_1) / p = (60 \cdot 50) / 2 = 1500 \text{ rot/min}$$

$$n = n_0 (1 - s) \Rightarrow 1 - s = n / n_0 \Rightarrow s = 1 - (n / n_0) = 1 - (600 / 1500) = 1 - 0,4 = 0,6$$

Subiectul III

TOTAL: 30 puncte

1. Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare cerință tratată corect 15 puncte

a. În principal, transformatorul este constituit dintr-un miez magnetic, pe care sunt așezate două înfășurări, izolate între ele, înfășurarea primară, care primește energia electrică, și înfășurarea secundară care cedează energia electrică unei rețele sau unui consumator. Înfășurarea care corespunde cu tensiunea cea mai mare se numește înfășurare de înaltă tensiune (IT), iar înfășurarea corespunzătoare tensiunii mai mici se numește înfășurare de joasă tensiune (JI). Tipul cel mai utilizat de transformator - transformatorul trifazat în ulei, este construit din următoarele părți principale : miezul magnetic, schelet, înfășurările, capacul cu izolatoarele de trecere și cuva de ulei cu conservatorul.

b. În schemele de acționare se disting două tipuri de circuite :

- circuitul de forță care cuprinde :
 - fazele de alimentare R,S,T;
 - elemente ale aparatelor de comandă și protecție;
 - mașina electrică acționată.
- circuitul de comandă care cuprinde :
 - elemente de protecție;
 - butoane de comandă;
 - elemente de comandă.

c. Mașinile electrice sunt părți componente ale sistemelor energetice având rolul de a transforma :

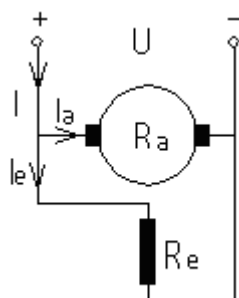
- energia mecanică în energie electrică (generatoare);
- energia electrică în energie mecanică (motoare);
- energia electrică având anumiți parametri, în energie electrică cu alți parametri. Astfel de mașini electrice sunt:

Transformatoarele - energia electrică de la o anumită tensiune (curent) se transforma în energie electrică cu o altă tensiune (curent).

Convertoarele - energia electrică de la o anumită tensiune (curent) și frecvență, se transforma în energie electrică cu o altă tensiune (curent) și frecvență.

Ondulatoarele - (invertoare) - energia electrică de curent continuu se transformă în energie electrică de curent alternativ.

2. Se acordă 3 puncte pentru schema electrică și câte 2 puncte pentru formule și calcul corect. 15 puncte



Schema corectă - 3 puncte

Câte 2 puncte pentru :

$$I_a = (U - E) / R_a = 50 \text{ A},$$

$$I_e = U / R_e = 5 \text{ A},$$

$$I = I_a + I_e = 55 \text{ A},$$

$$I_p = U / R_a = 1100 \text{ A},$$

$$R_p = U / I_p - R_a = 2,4 \Omega,$$

$$K_e \Phi = E / n \Rightarrow n_0 = U / K_e \Phi = 1100 \text{ rot/min} \quad (K_e \Phi = 0,2 - \text{ct. la } \Phi = \text{ct.}) - \text{Total 12 puncte}$$

Varianta online a testului este la adresa de mai jos :

https://docs.google.com/forms/d/1N_AgrNxeg-9cwjNuD7jTKO9AqFeDCH-dqr48xcvV9dc/edit

Programul colectează adresele de mail ale elevilor, iar ei pot vedea rezultatul testului și răspunsurile corecte, după rezolvarea integrală a testului.

III. EXEMPLE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE, în relație directă cu analiza de la punctul I

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Modulul: Sisteme de acționare

Tema: Scheme de comanda pentru pornirea motoarelor electrice

Clasa: a XI-a - învățământ liceal

Rezultate ale învățării:

Cunoștințe:

6.1.9. Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare / clasa a X-a

8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică / clasa a XI-a

8.1.2. Scheme electrice de acționare/ clasa a XI-a

Abilități:

6.2.17. Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice/ clasa a X-a

6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare/ clasa a X-a

8.2.4. Selectarea elementelor pentru circuitul de forță, comandă, protecție și reglaj ale acționărilor electrice/ clasa a XI-a

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică/ clasa a XI-a

Atitudini:

6.3.3. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate / clasa a X-a

6.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme / clasa a X-a

8.3.1. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită/ clasa a XI-a

Etape:

1. Se anunță titlul lecției și obiectivele temei

Obiective:

1. Identificarea simbolurilor utilizate în scheme electrice de acționare
2. Precizarea elementelor constructive și caracteristicile mașinilor și aparatelor utilizate în scheme

3. Explicarea modului de funcționare al schemelor

4. Realizarea unei scheme electrice de pornire

2. Elevii primesc **fișa 1 de documentare** care conține noțiuni generale despre schemele de acționare și, în anexă - simboluri standardizate ale mașinilor și aparatelor utilizate în scheme. Se discută cu aceștia despre tipul, caracteristicile, rolul funcțional al mașinilor și aparatelor simbolizate în fișă, ca și despre modul în care acestea sunt reprezentate în scheme.

Fișa 1 de documentare

Scheme de comandă pentru pornirea motoarelor electrice. Noțiuni generale.

Schemele de comandă trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- siguranță în funcționare;
- simplitate;
- elasticitate (să permită trecerea cu ușurință de la un sistem de comandă la altul);
- să permită o exploatare ușoară și comodă etc.

Simbolurile standardizate pentru aparatele și mașinile din schemele de acționare electrică sunt prezentate în ANEXA 1 a fișei .

O schemă de comandă cuprinde în general un ansamblu format din elemente:

- de execuție;
- de măsurare și control;
- de protecție;
- intermediare.

Pentru ca o schemă de comandă să fie cât mai ușor de urmărit și mai clară, diferitele elemente din schemă se reprezintă prin simboluri.

Dacă într-o schemă există mai multe elemente de același fel (contactoare, rele etc.) , pentru a le diferenția, acestea se vor nota cu câte o literă în spațiul interior(notat cu x) .

Exemplu : bobina unui contactor de linie cu L, bobina unui contactor de accelerare cu A, etc..

Dacă în schemă există mai multe elemente care îndeplinesc același rol (ex. contactor de accelerare), ele se notează cu aceeași literă, precedată de o cifră : 1A, 2A....

În schemele de acționare se disting două tipuri de circuite :

- circuitul de forță, care cuprinde :
 - fazele de alimentare R,S,T;
 - elemente ale aparatelor de comandă și protecție;
 - mașina electrică acționată.
- circuitul de comandă, care cuprinde :
 - elemente de protecție;
 - butoane de comandă;
 - elemente de comandă.

Deoarece în ambele circuite avem elemente componente ale aceluiași aparat, acestea se vor nota cu aceeași literă (ex. în circuitul de comandă avem bobina contactorului L, iar în circuitul de forță avem contactele normal deschise ale contactorului L).

Starea unui contact , normal închis sau normal deschis , corespunde stării nealimentate a bobinei aparatului respectiv. - ANEXA 1- pag. 24 - 31 din Manualul pentru clasa a XI-a - Sisteme de acționare electrică, Autori - Mareș F., Cosma D.- I., Editura CD Press.

3. Profesorul prezintă principalele scheme de comandă pentru pornirea motoarelor asincrone: scheme electrice, caracteristici și rol funcțional (prin intermediul unei fișe de documentare 2, prezentare Power Point, film documentar, soft educațional etc).

Fișă de documentare 2

Scheme de comandă pentru pornirea motoarelor asincrone

Pornirea motoarelor electrice asincrone se poate face fie prin cuplare directă la rețea , fie prin metode care să scadă curentul absorbit la pornire.

Pornirea directă (cuplare directă la rețea) - se utilizează frecvent acolo unde rețelele de alimentare și mecanismele antrenate permit acest lucru. Curentul de pornire este de 4 - 7 ori mai mare decât curentul nominal, ceea ce face ca această metodă să fie indicată pentru motoare de puteri mici (cu curenți nominali mici). În aceste scheme se folosesc aparate de comandă manuală sau contactoare. Schema de principiu a acestui tip de pornire este dată în ANEXA 2.

Dupa cum se observă, pornirea se realizează cu ajutorul unui contactor de linie L, ale cărui contacte L din circuitul de forță realizează cuplarea statorului motorului la rețea. Întrerupătorul manual I are rolul de a cupla toata schema la rețea, fără a realiza însă pornirea, doar pregătind-o.

Comanda pornirii se face apăsând butonul de pornire P. În acest caz, întrerupătorul I fiind închis, între faza S și T de la rețea se închide circuitul de comandă astfel:

- de la faza S, prin siguranța fuzibilă S1, prin butonul de oprire O (normal închis), prin butonul de pornire P(apasat de noi - închis), prin bobina contactorului L, prin contactul releului termic R_θ (normal închis), prin siguranța fuzibilă S2, la faza T.

Daca se închide circuitul bobinei contactorului L , acesta funcționează și își închide contactele L din circuitul de forță, realizând cuplarea statorului motorului la rețea, deci pornirea motorului.

Odata cu închiderea celor 3 contacte L din circuitul de forță , se închide și contactul L care este montat în paralel cu butonul de pornire P. Acest contact L este necesar deoarece asigură menținerea continuității circuitului în cazul in care butonul de pornire P nu mai este apăsător. Dacă acest contact nu ar exista, odată cu deschiderea butonului de pornire (nu mai ținem mâna pe buton), se vor deschide și celelalte contacte și motorul se va opri. Contactul L , în derivație cu P se numește contact de blocare a butonului de pornire, și are și rol de protecție în cazul dispariției tensiunii de la rețea, adică schema poate fi repornită numai după apăsarea butonului P, evitându-se pornirea neașteptată a motorului.

Se observă că cele două circuite ale schemei sunt protejate astfel:

- circuitul de comandă - prin siguranțele fuzibile S1 si S2;
- circuitul de forță - prin sigurantă fuzibilă S de la rețea spre întrerupătorul manual I, pe fiecare fază, pentru a evita rămânerea în două faze și a suprasolicita rețeaua, și prin montarea pe două dintre faze a elementelor de încălzire ale unui releu termic R_θ, care vor comanda deschiderea contactului R_θ din circuitul de comandă - dacă sarcina motorului crește peste limita admisă- și motorul va fi oprit.

Motorul poate fi oprit prin apăsarea butonului de oprire O, care deschide circuitul bobinei contactorului L.

Pornirea motorului în ambele sensuri se poate face utilizând două contactoare de linie:

- unul pentru mers direct (D)- cand se realizează legăturile între fazele R- U, S- V si T- W ale rețelei;
- unul pentru mers invers (I)- cand se realizează legăturile între fazele R- V, S- U si T- W ale rețelei.

Înseamnă că la acest tip de pornire, pentru inversarea sensului de rotație a unui motor asincron, trebuie să se inverseze legăturile a două faze ale motorului la rețea.

Schema completa a acestui tip de pornire este data în ANEXA 3.

Fața de schema din ANEXA 2, aici apar două contactoare, D (pornire directă) și I (pornire inversă), fiecare comandat de câte un buton de pornire, PD (pornire directă) și PI (pornire inversă).

În circuitul bobinei contactorului D s-a introdus un contact normal închis al contactorului I, iar în circuitul bobinei contactorului I s-a introdus un contact normal închis al contactorului D. Aceste contacte evită scurtcircuitarea fazelor R și S ale rețelei.

Astfel, când schema este pe pornire directă, nu se poate acționa butonul de pornire inversă, și când funcționează pe pornire inversă, nu se poate acționa butonul de pornire directă.

Pentru a porni direct, după ce a pornit invers, trebuie mai întâi să se apese butonul de oprire și după aceea să se pornească prin apăsarea butonului de pornire directă.

Oprirea motorului, indiferent de sensul în care se rotește, se face prin acționarea butonului de oprire O.

Pornirea cu trepte de rezistență - se poate utiliza numai în cazul motorului asincron cu rotorul bobinat, deoarece aceste trepte se introduc în circuitul rotoric al motorului.

Schema de pornire este dată în ANEXA 4.

La pornire, se alimentează bobina contactorului L, motorul se cuplează la rețea (prin închiderea contactelor L) împreună cu treptele de rezistență 1R și 2R.

În cazul în care contactoarele de linie sunt prevăzute cu relee pendulare de timp, adică au contacte normal deschise cu temporizare la închidere, în momentul în care se închid contactele L, după un timp t_1 , se închide contactul temporizat L din circuitul contactorului de accelerare 1A. Acesta funcționând, își închide contactele 1A din circuitul rotoric, scurtcircuitând treptele de rezistență 1R pe toate cele trei faze rotorice. După un timp t_2 se închide și contactul temporizat din circuitul 3-3' care închide circuitul bobinei contactorului de accelerare 2A. Acesta funcționând, scurtcircuitează și cea de-a doua treaptă de rezistență 2R, prin închiderea contactelor 2A, iar motorul funcționează în continuare ca un motor asincron în scurtcircuit, accelerând până la atingerea vitezei sale de regim n_r .

Observație :- în lipsa contactelor prevăzute cu relee pendulare de timp, schema poate fi realizată cu contactoare obișnuite de c.a., folosindu-se separat și relee de timp, ca în ANEXA 5.

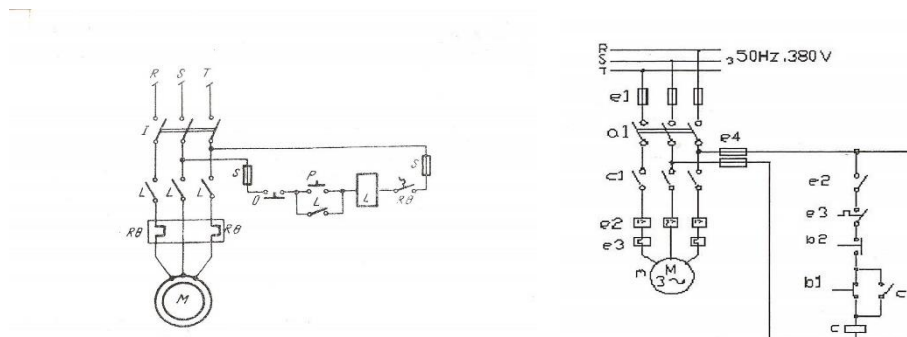
Alte metode de pornire a motoarelor asincrone cu rotor în colivie (în scurtcircuit):

- cu bobina de reactanță - ANEXA 6;
- cu comutator stea - triunghi - ANEXA 7;
- cu autotransformator - ANEXA 8.

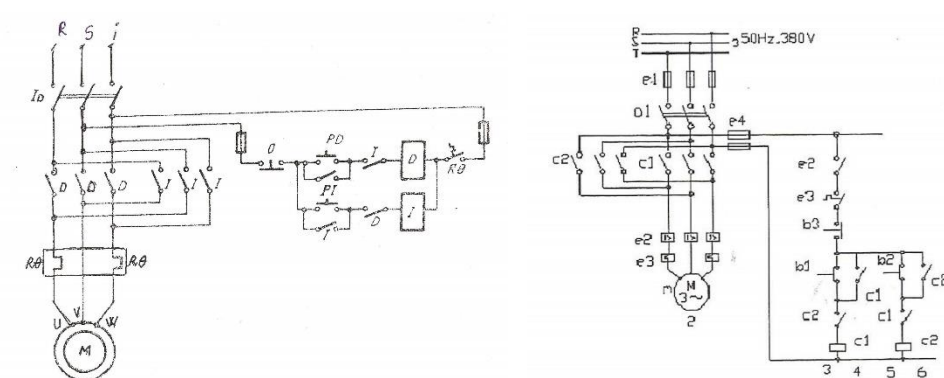
Anexele sunt prezentate fie pe suport fizic - fișe de documentare, fie electronic - trimise pe grupul clasei, sau pe platformele educaționale de unde pot fi accesate atunci când e necesar.

ANEXA 1 pag. 24 - 31 din Manualul pentru clasa a XI-a - Sisteme de acționare electrică,
 Autori - Mareș F., Cosma D.- I., Editura CD Press sau orice alt tabel cu simboluri
 utilizate în electromecanică

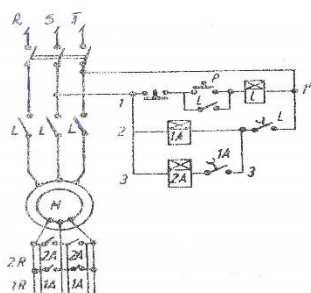
ANEXA 2



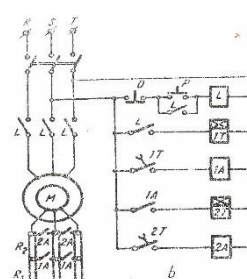
ANEXA 3



ANEXA 4



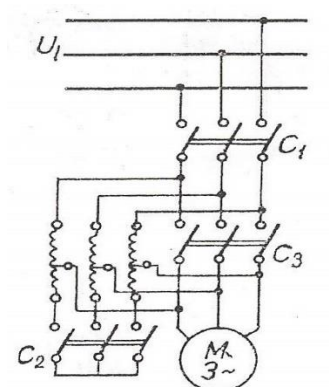
ANEXA 5

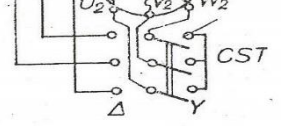
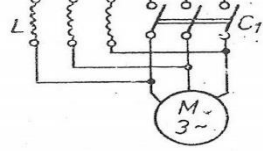


ANEXA 6

ANEXA 7

ANEXA 8





4. Pe baza unei **fișe de lucru**, elevii vor avea de realizat planșe cu schemele de pornire ale motoarelor electrice - metoda „**Turul galeriei**” - care presupune evaluarea interactivă și profund formativă a produselor realizate de grupuri de elevi.

FIȘA DE LUCRU:

Utilizând fișele de documentare, notițele și cunoștințele voastre din practică:

1. Identificați tipul de schema de pornire din fișa anexată, precum și pentru ce tip de mașină electrică se utilizează.
2. Desenați simbolurile aparatelor/ mașinilor lipsă (fișele conțin o schemă „lacunară” mărită (planșă) , din care se vor elimina anumite elemente, diferite de la grupă la grupă, la fel cum sunt și schemele - diferite)
3. Marcați cu culori diferite schema de forță și cea de comandă .
4. Scrieți pe foaia de răspuns care este rolul aparatelor pe care le-ați identificat.
5. Într-o prezentare scurtă, explicați modul de funcționare al schemei.

Etape:

- a. Elevii lucrează în grupuri mici (4 - 5 elevi) la o problemă, materializând soluția într-un produs: diagramă, planșă etc.;
- b. Se expun produsele;
- c. Toate grupurile examinează și discută produsele expuse;
- d. După „turul galeriei”, grupurile își reexaminează propriile produse și citesc comentariile făcute pe produsul lor.
- e. Evaluarea se face pe baza observațiilor membrilor grupei și ale profesorului și a completărilor aduse de ceilalți colegi . Se poate face fișă de observare pentru fiecare grupă sau se completează o fișă de evaluare similară cu cea de mai jos, utilizată la realizarea practică a temei.

Metoda poate fi utilizată cu succes mai ales în faza de fixare a cunoștințelor sau de verificare a lor. Exemplu : „ Scheme de pornire a motoarelor electrice “, „Elemente constructive ale mașinilor electrice “, „Tipuri de sisteme de reglare automată “ - elevii sunt solicitați să realizeze niște planșe cu tema dată , după care susțin în fața colegilor ceea ce au rezolvat, iar la final se realizează un „tur” al „galeriei” realizată cu planșele tuturor grupelor, se consemnează și discută observațiile celor din grupele concurente.

Dacă tema este realizată practic, fie în cadrul orelor de laborator, fie în cadrul atelierului, la instruire practică, evaluarea se face cu ajutorul unei fișe de evaluare /autoevaluare, care poate avea următoarea formă :

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare realizare practică	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator	Punctaj acordat	
				Autoevaluare	Evaluator
1.	Organizează punctul de lucru (20 p)	Alegerea componentelor necesare realizării instalației	10 p		
		Alegerea sculelor, dispozitivelor și materialelor necesare	5 p		
		Organizarea locului de muncă	5 p		
2.	Realizează sarcina de lucru (50 p)	Montarea componentelor pe o panoplie	15 p		
		Realizarea legăturilor electrice	20 p		
		Verificarea continuității circuitului	5 p		
		Verificarea funcționării montajului	5 p		
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă	5 p		
TOTAL MAXIM REALIZARE PRACTICĂ			70 p		
Nr. crt.	B. Criterii de apreciere a prezentării rezultatului	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator	Punctaj acordat	
				Autoevaluare	Evaluator
1.	Prezentarea sarcinii de lucru (30 p)	Utilizarea vocabularului de specialitate	10 p		
		Precizarea rolului funcțional al elementelor componente din instalație	10 p		
		Descrierea stărilor de funcționare ale instalației	10 p		
		TOTAL MAXIM PREZENTARE ORALĂ	30 p		
PUNCTAJ TOTAL			100 p		

PUNCTAJ FINAL	
---------------	--

IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE, cu accent pentru forma ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Modulul: Sisteme de automatizare în instalațiile electromecanice - clasa a XI - a (cu revenie la noțiunile de la M1 - Mașini, aparate și elemente de automațizare - clasa a X-a)

Tema: Schema bloc a unui sistem de reglare automată: simboluri și semne convenționale, mărimi caracteristice

Clasa: a XI - a - învățământ liceal

Rezultate ale învățării: Supravegherea sistemelor de automatizare din instalațiile electromecanice

Cunoștințe:

11.1.1. Sisteme de reglare automată

Abilități:

11.2.1.Reprezentarea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată

11.2.2.Citirea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată

11.2.3.Alegerea componentelor sistemelor de reglare automată potrivit unor criterii date utilizând diverse surse de documentare

Atitudini:

11.3.3.Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate

11.3.4.Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Obiective:

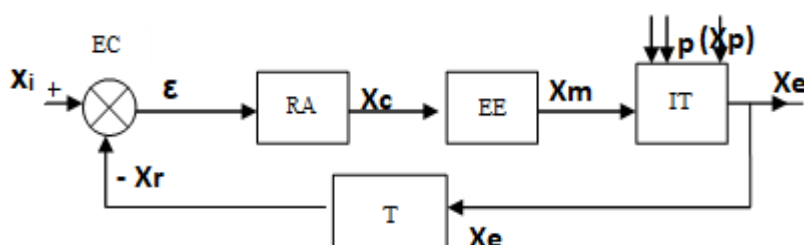
1. Reprezentarea schemei de principiu a unui sistem de reglare automată
2. Identificarea mărimilor de intrare și de ieșire din elementele componente ale schemei bloc.
3. Precizarea rolului funcțional al elementelor componente ale schemei bloc.
4. Analizarea componenței, funcționării și utilizării sistemelor de reglare automată .

Etape de lucru:

1. Elevii primesc fișa de documentare - online, prin intermediul platformelor.

FIȘA DE DOCUMENTARE 1

Schema -bloc a unui S.R.A. (Sistem de Reglare Automată)



Unde :

Elemente componente sunt :

EC - element de comparație

RA - regulator automat

EE - element de execuție

IT - instalație tehnologică
T (Tr) - traductor

Mărimile de intrare /ieșire sunt :

X_i - mărime de intrare în S.R.A.
 X_r - mărime de reacție
 ε - mărime de abatere (eroare)
 X_c - mărime de comandă
 X_m - mărime de execuție
 X_e - mărime de ieșire
 p (X_p) - perturbații (mărimi perturbatoare)

Rolul elementelor componente :

Elementul de comparație (EC) are rolul de a compara permanent mărimea de ieșire a instalației tehnologice cu o mărime de același fel cu valoare prescrisă (considerată constantă), rezultatul comparației fiind semnalul de eroare ε (abaterea); este de regulă un comparator diferențial;

Regulatorul automat (RA) are rolul de a efectua anumite operații asupra mărimii ε primită la intrare, respectiv are rolul de a prelucra această mărime după o anumită lege, numită lege de reglare, rezultatul fiind mărimea de comandă X_c aplicată elementului de execuție;

Elementul de execuție (EE) are rolul de a interveni în funcționarea instalației tehnologice pentru corectarea parametrilor reglați conform mărimii de comandă transmise de RA;

Instalația tehnologică (IT) este în cazul general un sistem supus unor acțiuni externe numite perturbații și acțiunii comenzii generate de RA, a cărei mărime de ieșire este astfel reglată conform unui program prescris;

Traductorul (T /Tr) este instalat pe bucla de reacție negativă a SRA, și are rolul de a transforma mărimea de ieșire a IT, de regulă într-un semnal electric aplicat EC;

Convertorul electro/pneumatic sau pneumo/electric (CONV I/P sau P/I) are rolul de a converti semnalul obținut la ieșirea RA într-un semnal de altă natură fizică, necesar pentru comanda EE, atunci când acestea sunt diferite; dacă semnalul de la ieșirea RA și cel necesar pentru comanda EE sunt de aceeași natură fizică, atunci convertorul poate să lipsească;

2. Elevilor li se transmite pe platforme fișa de lucru :

FIȘĂ DE LUCRU:

Utilizând toate sursele de documentare (fișe de documentare, manual, notițe, Internet), găsiți soluțiile pentru următoarele cerințe :

1. Completați spațiile libere cu informația corectă:

(20p)

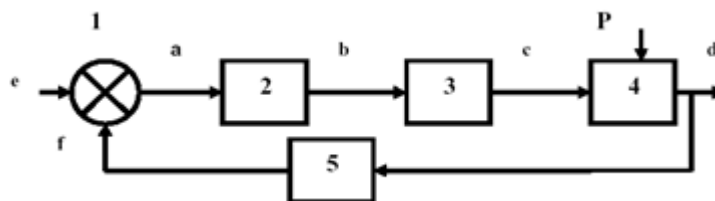
- Regulatorul automat are rolul de a prelucra operațional semnalul(1)..... și de a da la ieșire un semnal de comandă pentru elementul de execuție.
- Mărimea de la intrarea elementului de execuție din cadrul unui sistem de reglare automată este cunoscută sub denumirea de mărime de(2).....
- Traductoarele se folosesc la măsurarea mărimilor(3).....pe cale electrică.
- Elementul de(4).....reprezintă partea prin care dispozitivul de automatizare acționează asupra instalației tehnologice.
- Mărimile care acționează din afara procesului tehnologic și pot produce abateri de la parametrii prescriși sunt.....(5)..... .

2. În coloana A sunt enumerate **blocuri componente ale SRA**, iar în coloana B sunt enumerate **mărimi de ieșire** din blocurile componente. Scrieți în dreptul cifrelor din coloana A, litera corespunzătoare din coloana B pentru a stabili asocierile corecte între blocurile componente și mărimile de ieșire din acestea. (20p)

A.	B.
1. regulatorul automat	a. mărime de execuție
2. traductorul	b. mărime de comandă
3. elementul de execuție	c. mărime de ieșire
4. elementul de comparație	d. mărime de reacție
5. instalația tehnologică	e. abatere
	f. mărime comparată

3. În figura de mai jos este reprezentată schema bloc a sistemului de reglare automată (SRA).

(50p)



- Indicați denumirile elementelor notate cu 2, 3, 4 și ale mărimilor e, b, c și P. (21p)
- Precizați rolul elementelor notate cu 1, 3 și 5. (9p)
- Descrieți, pe scurt, modul de funcționare al schemei. (20p)

BAREM DE CORECTARE SI NOTARE :

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru 20 de minute.

1. Se acordă câte 4 puncte pentru fiecare răspuns corect. Total 20 puncte

- a) (1)- de abatere / eroare
- b) (2)- de comandă
- c) (3) - neelectrice
- d) (4) - execuție
- e) (5) - perturbațiile

2. Se acordă câte 4 puncte pentru fiecare asociere corectă. Total 20 puncte

1 - b, 2 - d, 3 - a, 4 - e, 5 - c.

3. Se acordă punctajul specificat la fiecare subpunct în parte. Total 50 puncte.

a. Se acordă câte 3 puncte pentru fiecare element și mărime identificate corect.

21 puncte

- 2 - Regulator automat
- 3 - Element de execuție
- 4 - Instalație tehnologică
- e - mărime de intrare
- b - mărime de comandă
- c - mărime de execuție
- P - perturbații

b. Se acordă câte 3 puncte pentru fiecare element definit corect. 9 puncte

1 - Elementul de comparație (EC) are rolul de a compara permanent mărimea de ieșire a instalației tehnologice cu o mărime de același fel cu valoare prescrisă (considerată constantă), rezultatul comparației fiind semnalul de eroare ε (abaterea); este de regulă un comparator diferențial;

3 - Elementul de execuție (EE) are rolul de a interveni în funcționarea instalației tehnologice pentru corectarea parametrilor reglați conform mărimii de comandă transmise de RA;

5 - Traductorul (T /Tr) este instalat pe bucla de reacție negativă a SRA, și are rolul de a transforma mărimea de ieșire a IT, de regulă într-un semnal electric aplicat EC.

c. Se acordă punctele pentru descrierea integrală a funcționării. 20 puncte

Pentru descrierea rolului fiecărui element în funcționare se acordă câte 4 puncte.

Mărimile perturbatoare X_p acționează asupra instalației tehnologice IT, determinând variații ale mărimii reglate.

Variațiile mărimii reglate sunt măsurate, semnalizate și prelucrate, prin intermediul traductorului Tr, cuplat în sistem pe legătura de reacție negativă, obținându-se la ieșirea acestuia un semnal de reacție X_r , de aceeași natură fizică cu semnalul de intrare în sistem;

Prin intermediul elementului de comparație EC, semnalul de reacție X_r de la ieșirea traductorului este comparat cu mărimea de intrare X_i , proporțională cu valoarea prescrisă a mărimii de referință X_0 , rezultând la ieșirea comparatorului (de regulă diferențial, aflat în construcția RA, pe intrarea acestuia), un semnal de eroare $\varepsilon = X_i - X_r$;

Semnalul de eroare ε este amplificat prin intermediul unui amplificator din construcția regulatorului automat RA și transformat într-un semnal de comandă X_c (prin circuitul de reacție care fixează legea de reglare, circuit aflat în RA), la ieșirea RA;

Semnalul de comandă X_c , acționează asupra servomotorului elementului de execuție EE, punând în mișcare organul de reglare, în sensul anihilării erorii de funcționare ε ;
Dar mărimile perturbatoare X_p continuă să-și exercite influența asupra parametrului reglat din instalația tehnologică IT, ale cărei variații sunt percepute și prelucrate de traductorul Tr (de regulă, cuplat local pe IT), și procesul de reglare se reia (continuă).

FORMA ONLINE A FIȘEI DE LUCRU ESTE LA ADRESA :

<https://docs.google.com/forms/d/1sUGAmwEXEMfrRxqSX7K0JXCSx6lj0czFLv8mXKHRpWs/edit>

3. Se discută fișa de lucru, după primirea rezultatelor, și sunt clarificate noțiunile din fișă la care elevii au avut dificultăți.

BIBLIOGRAFIE:

1. Curriculum clasa a X-a - învățământ liceal - Anexa 4 la OMEN nr. 3915 din 18.05.2017.
2. Curriculum clasa a XI-a - învățământ liceal - Anexa 1 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018.
3. Standarde de pregătire profesională niv. 4, Calificarea profesională Tehnician Electromecanic - Anexa 4 la OMENCS nr. 4121 din 13.06.2016.
4. Manual pentru clasa a XI-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic - Sisteme de acționare electrică - Autori: Florin Mareș și Dragoș Ionel Cosma și -Editura CD Press.
5. Manual pentru învățământul liceal și postliceal, Filiera tehnologică, Profil tehnic - Sisteme de reglare automată - Autori: Dragoș Ionel Cosma , Irina Aura Manolache, Aurelian Chivu - Editura CD Press.
6. Manual pentru clasa a XI-a, licee industriale și școli profesionale - Instalații electrice industriale. Întreținere și reparații. Autori : Mira, N., ș.a. - Editura Didactică și Pedagogică, București, 1986
7. Manual pentru clasa a X-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic, domenii de pregătire de bază Electromecanică - Electrotehnică și măsurări electrice - Autori: -Dragoș Ionel Cosma și Florin Mareș -Editura CD Press.
8. Manual pentru clasa a XI-a și a XII-a, licee tehnologice - Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată - Autori : Sabina Hilohi, Doinița Ghinea - Editura Didactică și Pedagogică, București, 2016

EXEMPLUL 8

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: MAȘINI, APARATE, ELEMENTE DE AUTOMATIZARE, clasa a X-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a X -a 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
Modulul analizat: I. Mașini, aparate și elemente de automatizare			
		M2.Încercarea și testarea utilajelor și echipamentelor electrice din clasa XI	
RI 6.1.7 Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) - traductoare - elemente de comparație - regulatoare automate - elemente de execuție RI 6.1.8 Documentație tehnică specifică elementelor de automatizare	Conținutul 1 4.1. Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri standardizate, părți componente, mărimi caracteristice, rol funcțional, domenii de utilizare) a. Traductoare -parametrice (rezistive, capacitive, inductive) -generatoare -de mărimi neelectrice (temperatură, deplasare, viteză, debit, presiune) -de mărimi electrice (curent, frecvență, putere, fază) b. Elemente de comparație c. Regulatoare automate (electrice, hidraulice, pneumatice, mixte) d. Elemente de execuție (electrice, hidraulice, pneumatice) 4.2.Documentație tehnică specifică	1.Încercare/testarea utilajelor și echipamentelor electrice (mașini electrice, transformatoare elec., aparate electrice) 2.Verificarea utilajelor și echipamentelor electrice din instalațiile industriale -Modalități de alegere a aparatelor și echipamentelor electrice din utilaje -Verificarea concordanței între echipamentele de acționare și de execuție.	Se poate face studiu de caz pentru fiecare element de automatizare în parte (traductor, element de comparație, regulator automat și element de execuție). Elevii pot lucra pe grupe (formăm patru grupe cu câte trei elevi, deoarece la profesională avem câte 12-14 elevi în clasă), fiecare grupă primește o temă, iar după trei săptămâni fiecare grupă prezintă tema primită. La sfârșitul capitolului se aplică un test sumativ.

	elementelor de automatizare 4.3. Instalații de automatizare a proceselor tehnologice -tipuri de instalații de automatizare în funcție de parametrul reglat (debit, presiune, nivel de lichid, temp.) -rol funcțional al elementelor în cadrul instalațiilor de automatizare		
		M3. Punerea în funcțiune a utilajelor și echipamentelor industriale din clasa XI	
RI 6.1.9 Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare	Conținutul 2 5.1. Scheme electrice de forță (conțin aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare) -Pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron, selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei -Comanda și protecția unui motor asincron cu pornire stea-triunghi selectarea elementelor componente, descrierea montării acestora, desenarea schemei 5.2. Documentație tehnică specifică schemelor electrice de forță cataloage aparate electrice, mașini electrice, elemente de automatizare, manual de utilizare, programe informatice pentru desenarea și simulare funcționării circuitelor electrice de forță.	II. Montarea aparatului de protecție (siguranțe fuzibile și automate, întreruptoare și comutatoare, relee termice, șiruri de cleme, butoane, contactoare, relee electromagnetice) -Protecția la suprasarcină -Protecția la supratensiuni -Protecția la supracurenți III. Lucrări electrice în vederea instalării și punerii în funcțiune (execuție, verificare condiții) V. Lucrări de verificări executate după montarea utilajului și echipamentului electric Norme de sănătate și securitatea muncii în cadrul proceselor de punere în funcțiune.	Se pot aplica fișe de lucru în care sunt desenate scheme electrice de forță și comandă pentru acționarea mașinilor electrice. Elevii trebuie să știe să citească schemele de acționare electrică, și să cunoască care este rolul elementelor componente folosite în schema electrică.

II. EXEMPLE DE INSTRUMENTE DE EVALUARE

TEST DE EVALUARE ÎNȚĂLĂ FACE TO FACE/ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Electromecanic utilaje și instalații industriale

Anul de studiu: clasa a X-a, profesională

Modulul: M1. Mașini, aparate și elemente de automatizare

Rezultate ale învățării vizate:

- RI 6.1.7 Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice): traductoare, elemente de comparație, regulatoare automate, elemente de execuție

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea elementelor de automatizare
2. Precizarea rolului funcțional al fiecărui element de automatizare
3. Explicarea principiului de funcționare a fiecărui element de automatizare
4. Analizarea fiecărui element de automatizare

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Motorul de execuție reprezintă

- a) elementul de comparație al unui sistem de reglare automat;
- b) o parte constructivă a instalației tehnologice;
- c) o componentă a regulatorului automat;
- d) o parte constructivă a elementului de execuție.

2. După agentul purtător de semnal regulatoarele automate sunt

- a) directe, indirecte;
- b) unificate, specializate;
- c) rapide, lente;
- d) electronice, electromagnetice, hidraulice, pneumatice.

3. Schema bloc a unui traductor folosit în sistemele de reglare automată poate cuprinde

- a) detector, regulator;
- b) detector, transformator;
- c) detector, adaptor;
- d) detector, instrument de măsurat.

4. Un exemplu de traductor de presiune este traductorul

- a) cu plutitor;
- b) cu membrană elastică;
- c) capacitiv;
- d) de tip transformator.

5. Elementele de execuție pneumatice nu pot fi realizate

- a) cu membrană;
- b) cu electromagnet;
- c) cu piston;
- d) cu distribuitor.

B.

10 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt indicate *Tipuri de traductoare*, iar în coloana **B**, *Principiul de funcționare*.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A. Tipuri de traductoare

- 1. rezistive
- 2. termorezistive
- 3. tensometrice
- 4. capacitive
- 5. termoelectrice

B. Principiul de funcționare

- a. variația capacității unui condensator în funcție de dimensiunile geometrice ale condensatorului
- b. modificarea lungimii δ a întrefierului
- c. transformă variația de temperatură a mediului măsurat în variație de tensiune termoelectromotoare
- d. variația rezistenței unui rezistor
- e. variația atât a lungimii (l) cât și a secțiunii (S) unui element rezistiv
- f. variația rezistivității electrice (ρ) cu temperatura

C.

10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5

- 1. Elementele de execuție hidraulice folosesc ca agent motor un lichid sub presiune, de obicei, ulei hidraulic.
- 2. Traductoarele parametrice transformă mărimea de măsurat direct într-o tensiune electrică, fără sursă suplimentară de energie.
- 3. Termistorul este un traductor de forță.
- 4. La regulatoarele neliniare, dependența dintre mărimea de comandă și abatere este neliniară.
- 5. Traductoarele inductive sunt traductoare generatoare.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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

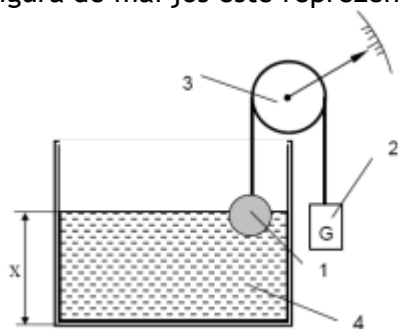
30 puncte

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

10 puncte

- a. Elementele de acționare hidraulică sunt mai avantajoase decât cele pneumatice deoarece acționează mai, datorită incompresibilității uleiului.
- b. Elementul unui traductor care convertește semnalul primit și-l adaptează cerințelor impuse de utilizarea sa în schema de automatizare se numește
- c. Elementele de acționare pneumatice sau servomotoarele pneumatice se construiesc în două variante: cu și cu piston.
- d. Regulatoarele utilizate numai pentru o mărime caracteristică a unui anumit proces se numesc regulatoare
- e. Robinetele și sunt organe de execuție de natură neelectrică.

II.2. În figura de mai jos este reprezentată schema unui traductor de nivel. 20 puncte



- | | |
|--|----------|
| a. Precizați tipul traductorului de nivel. | 2 puncte |
| b. Identificați elementele notate cu 1, 2, 3, 4. | 8 puncte |
| c. Precizați semnificația notației X de pe desen. | 2 puncte |
| d. Explicați modul de funcționare a acestui traductor. | 8 puncte |

SUBIECTUL III

30 puncte

III.1. Realizați un eseu cu tema: „Sistemul de reglare automat”, respectând următoarea structură:

- Desenați schema sistemului de reglare automat;
- Precizați denumirea elementelor componente ale sistemului de reglare automat;
- Explicați rolul lor funcțional.

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	30 puncte
--------------------	------------------

A.	10 puncte
-----------	------------------

1 - d; 2 - d; 3 - c; 4 - b; 5 - b.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

B.	10 puncte
-----------	------------------

1 - d; 2 - f; 3 - e; 4 - a; 5 - c.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

C.	10 puncte
-----------	------------------

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 - A; 2 - F; 3 - F; 4 - A; 5 - F.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II	30 puncte
---------------------	------------------

II.1	10 puncte
-------------	------------------

a- rapid; b- adaptor; c- membrană; d- specializate; e- vanele.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.2	20 puncte
-------------	------------------

a) traductor de nivel cu plutitor 2p

b) 1- plutitor 2p

2- contragreutate 2p

3- tambur 2p

4- rezervorul cu lichid 2p

c) x- nivelul de lichid 2p

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

d) Funcționarea traductorului cu plutitor se bazează pe legea lui Arhimede. Plutitorul (1), aflat pe suprafața lichidului, este legat cu un fir ce trece peste tamburul (3), de o contragreutate (2). Odată cu modificarea nivelului în rezervor, plutitorul se deplasează, se modifică poziția relativă a tamburului și acului indicator, care indică nivelul lichidului.

8 puncte

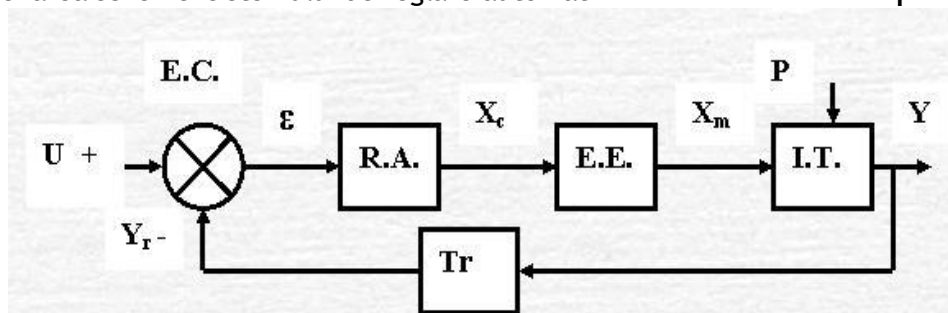
Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

III.1

a) Desenarea schemei sistemului de reglare automat

10 puncte



Pentru desenarea corectă a schemei se acordă **10 puncte**. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte **5 puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

b)

10 puncte

EC- element de comparație

RA- regulator automat

EE- element de execuție

IT- instalație tehnologică

Tr- traductor

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **2 puncte**. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte **1 punct**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

c)

10 puncte

Elementul de comparație compară permanent mărimea de ieșire a instalației tehnologice cu o mărime de același fel cu valoare prescrisă.

Regulatorul este acel element de automatizare la intrarea căruia se aplică o mărime numită eroare (sau abatere) ε și la a cărei ieșire rezultă mărimea de comandă X_c care determină acționarea elementului de execuție.

Elementul de execuție reprezintă partea prin care dispozitivul de automatizare acționează asupra instalației tehnologice.

Traductorul permite convertirea ("traducerea") unei mărimi fizice de obicei neelectrică într-o altă mărime fizică de obicei electrică dependentă de prima, în scopul introducerii acesteia într-un circuit de automatizare.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **2 puncte**. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte **1 punct**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă **2 puncte**.

III. EXEMPLE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE ÎN RELAȚIE DIRECTĂ CU ANALIZA EFECTUATĂ LA PUNCTUL I.

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
6.1.7 Elemente de automatizare din instalațiile electromecanice (simboluri, părți componente, utilizare, rol funcțional, mărimi caracteristice) - traductoare - elemente de comparație - reglatoare automate - elemente de execuție 6.1.8 Documentație tehnică specifică elementelor de automatizare	6.2.13 Decodificarea simbolurilor standardizate ale elementelor de automatizare 6.2.14 Selectarea elementelor de automatizare 6.2.15 Utilizarea elementelor de automatizare în instalații electromecanice conform documentației 6.2.16 Identificarea și urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice	6.3.6. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate 6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită 6.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate

Activitatea de învățare 1: Bazată pe comunicare Față în față

Modulul: M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare
Activitate realizată prin **metoda gupului de experți** (peer learning)

Obiective:

- Identificarea elementelor de automatizare
- Precizarea rolului funcțional al fiecărui element de automatizare
- Analizarea schemei bloc a fiecărui element de automatizare

Mod de organizare a activității:

Pe grupe

Resurse materiale:

Fișe de documentare, internet, manuale de specialitate

Durată: 40 minute

Etape de lucru:

Fiecare grupă trebuie să completeze câte o linie a tabelului. Pentru acest lucru aveți la dispoziție 20 minute. După ce ați devenit experți în subtema studiată, reorganizați grupele astfel încât în grupele nou formate să existe cel puțin o persoană din fiecare grupă

inițială. Timp de 20 minute veți împărtăși cu ceilalți colegi din grupa nou formată cunoștințele acumulate la pasul anterior.

Elementele componente ale unui sistem de reglare automat	Denumire	Rol funcțional	Schema bloc al fiecărui element	Clasificare
TR				
EC				
RA				
EE				

Activitatea de învățare 2: Bazată pe experiență (reală sau simulată) Online

Modulul: M1 Mașini, aparate și elemente de automatizare
Activitate realizată prin metoda -studiu de caz

Obiective:

- Identificarea tipurilor de traductoare
- Precizarea elementelor component ale diferitelor traductoare
- Analizarea principiului de funcționare

Mod de organizare a activității:

Pe grupe

Resurse materiale:

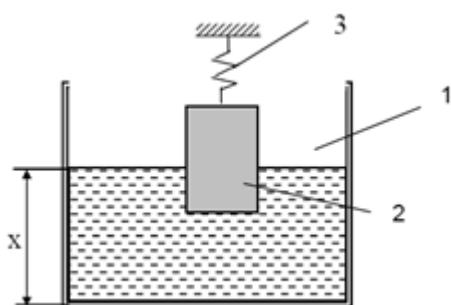
Fișe de documentare, internet, manuale de specialitate

Durată: 30 minute

Etape de lucru:

Scenariu:

În figura alăturată este reprezentată schema unui traductor de nivel.

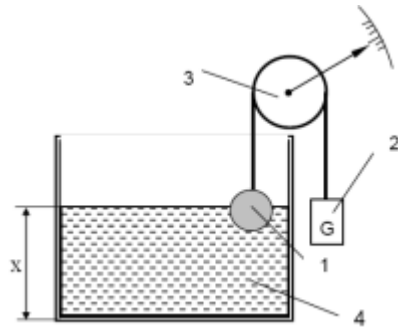


Sarcini de lucru:

- Precizați tipul traductorului de nivel.
- Identificați elementele notate cu 1, 2, 3.
- Descrieți principiul de funcționare

Scenariu:

În figura alăturată este reprezentată schema unui traductor de nivel.

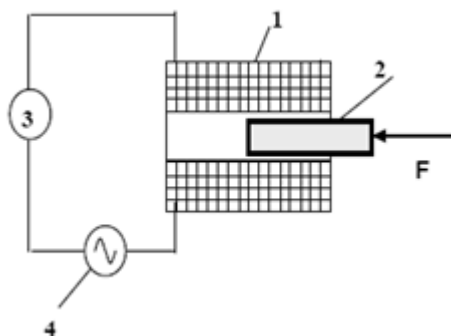


Sarcini de lucru:

- Precizați tipul traductorului de nivel.
- Identificați elementele notate cu 1, 2, 3, 4.
- Descrieți principiul de funcționare

Scenariu:

În figura alăturată este reprezentată schema unui traductor inductiv

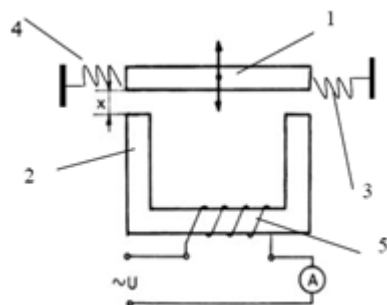


Sarcini de lucru:

- Precizați tipul traductorului inductiv.
- Precizați denumirea elementelor din schemă notate cu 1,2,3,4.
- Descrieți principiul de funcționare

Scenariu:

În figura alăturată este reprezentată schema unui traductor inductiv



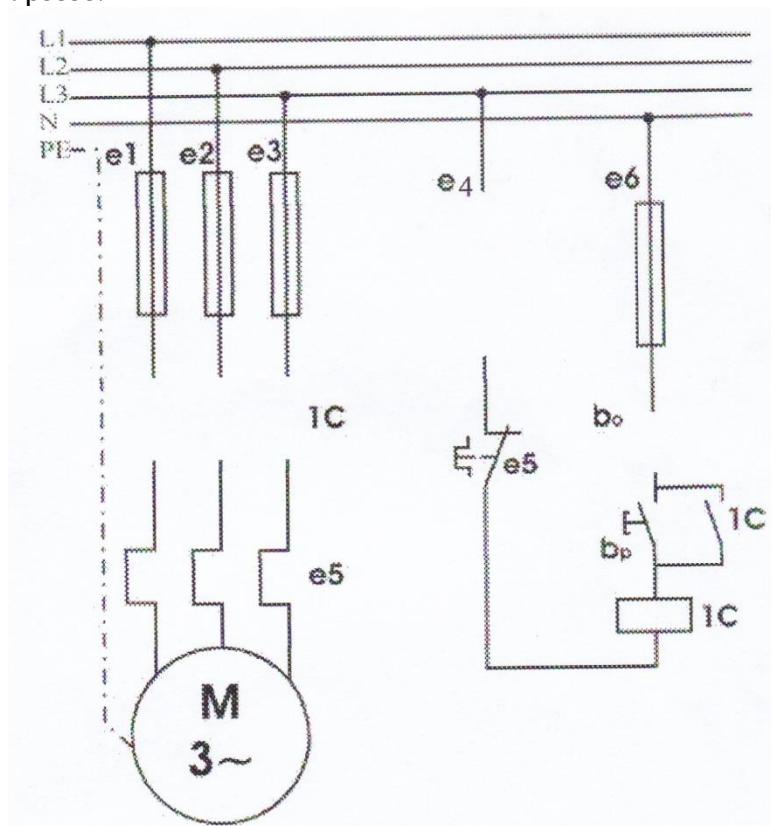
- Precizați tipul traductorului inductiv.
- Precizați denumirea elementelor din schemă notate cu 1,2,3,4, 5.
- Descriviți principiul de funcționare

În activitățile desfășurate online, am elaborat prezentări power point, fișe de documentare, fișe de lucru și teste sumative, care le-am pus la îndemâna elevilor pe platforma classroom a liceului.

RI 6.1.9 Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare

40 puncte

1. Completați pe foaie schema de acționare de mai jos cu elementele de circuit care lipsesc.



15 puncte

3. Scrieți rolul componentelor e1, e2, e3 respectiv e5 din schema de acționare. **8 puncte**
4. Ce condiție trebuie să îndeplinească motorul pentru a putea fi pornit în acest mod. **2 puncte**

Subiectul II	50 puncte
II. 1.Executați practic montajul pentru pornirea directă a motorului.	30 puncte
2. Explicați funcționarea montajului.	10 puncte
3. Funcționalitate montaj.	10 puncte

Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timp de lucru 50 min.

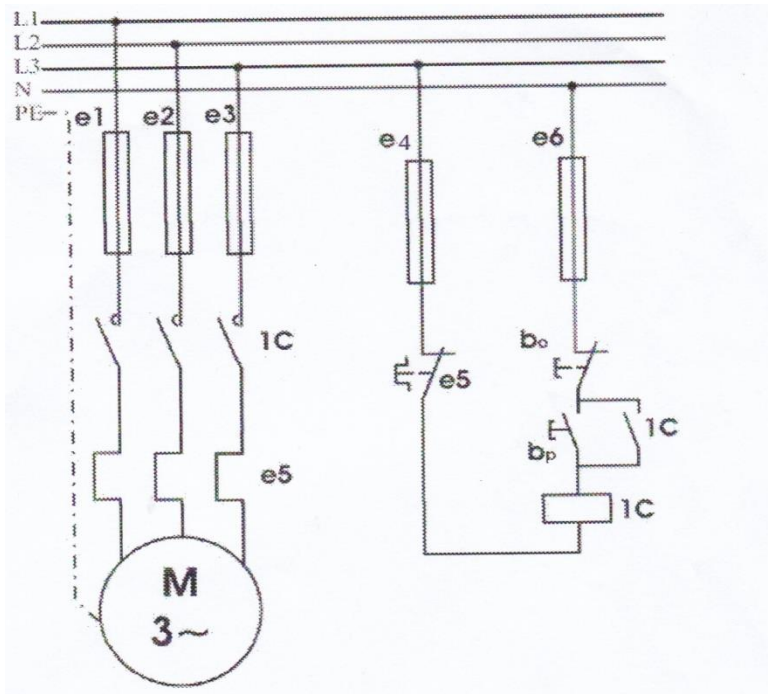
BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Subiectul I

40 puncte

1- schemă completă

15 puncte



Cele trei elemente lipsă care trebuie desenate sunt:

- contactele contactorului 1C din schema de forță 5p
- siguranța fuzibilă e_4 5p
- butonul de oprire b_o 5p

Pentru fiecare element lipsă desenat corect se acordă câte **5 puncte**.

Pentru lipsa fiecărui element component se acordă **0 puncte**.

2. Identificarea elementelor componente:

15 puncte

M_3 – motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit 2p

e_1, e_2, e_3, e_4, e_6 – siguranțe fuzibile 5p

1C – contactor 2p

e_5 – bloc relee termice 2p

b_o – buton de oprire 2p

b_p – buton de pornire 2p

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

3. e_1, e_2, e_3 - siguranțe fuzibile care au rolul de protecție la scurtcircuit.

4 puncte

e_5 – bloc relee termice care are rol de protecție la suprasarcină.

4 puncte

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **4 puncte**. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte **1 punct**.

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

4. Metoda de pornire directă se utilizează pentru motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit de puteri mici $P_N < 2,5 \text{ kW}$, în construcție normală.

2 puncte

Pentru răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Subiectul II

50 puncte

1. Pentru execuția practică a montajul de pornire directă a motorului. 30 puncte

2. Funcționarea montajului: 10 puncte

Pornirea motorului – se alimentează montajul de la rețeaua electrică ;

- se apasă butonul bp care provoacă anclășarea contactorului C ;

-prin contactul auxiliar, normal deschis își menține alimentarea (automenținerea) ;

-prin contactele principale din circuitul de forță pornește motorul.

Oprirea motorului

-se apasă butonul de oprire bo care provoacă declanșarea bobinei contactorului ;

-se deschid contactele principale ale contactorului din circuitul de forță, iar motorul se oprește.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 2 puncte

3. Funcționalitate montaj. 10 puncte

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Fișă pentru evaluarea activității

Nr. crt.	Criterii de realizare	Indicatori de realizare	Punctaj		Obs.
			Maxim	Acordat	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	Interpretarea schemelor electrice de forță din instalații electromecanice, conform documentației tehnice	10		
		Alegerea aparatelor electrice, mașinilor electrice, conform documentației tehnologice	15		
2.	Realizarea sarcinii de lucru	Respectarea indicațiilor tehnologice în realizarea sarcinii de lucru	15		
		Executarea sarcinii de lucru în conformitate cu normativele în vigoare, cu documentația tehnologică	15		
		Verificarea calității circuitului realizat	5		
		Respectarea normelor de protecția mediului, normelor de calitate, normelor de protecția muncii	10		
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	Argumentarea alegerii aparatelor, mașinilor utilizate	10		
		Respectarea calității lucrărilor/sarcinilor realizate	5		
		Folosirea corectă a termenilor de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru	5		
4.	Punctaj din oficiu		10		
5.	Total punctaj obținut		100		
6.	Notă propusă pentru evaluare		10		

EXEMPLE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE ÎN RELAȚIE DIRECTĂ CU ANALIZA EFECTUATĂ LA PUNCTUL I.

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
6.1.9 Scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare	6.2.17 Desenarea schemelor electrice pentru diverse aplicații conform documentațiilor tehnice	6.3.7. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită
	6.2.18 Utilizarea de programe informatice pentru desenarea schemelor electrice	6.3.8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate
	6.2.19. Executarea de scheme electrice de forță conținând aparate electrice, mașini electrice și elemente de automatizare	

**Activitatea de învățare 1: _ bazată pe experiență (reală sau simulată)
Față în față**

Modulul: M1. Mașini, aparate și elemente de automaizare
Activitate realizată prin **metoda observarea sistematică și independentă**

Obiective:

- Identificarea elementelor componente din schema de forță
- Precizarea rolului funcțional al fiecărui element component din schema de forță
- Analizarea principiului de funcționare a schemei de acționare a motorului

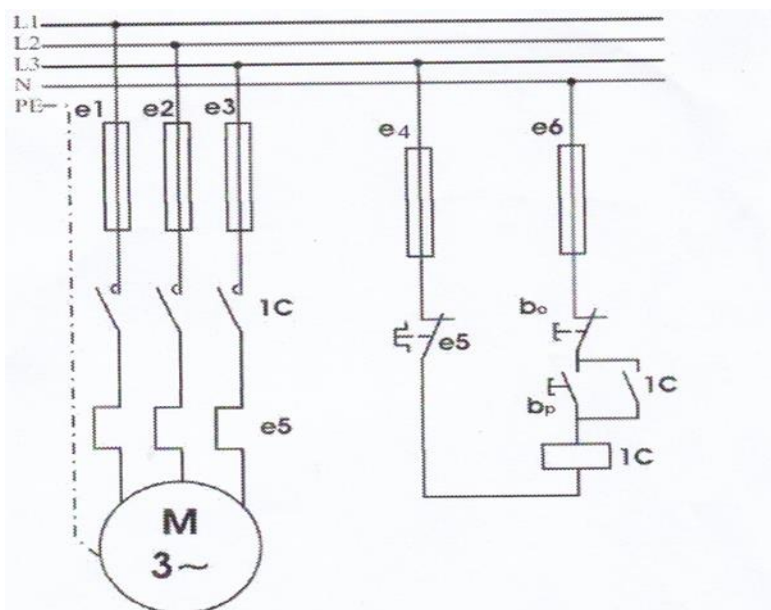
Mod de organizare a activității:
pe grupe

Resurse materiale:
Fișe de documentare, internet, manuale de specialitate

Durată: 50 minute

Etape de lucru:

În schema de pornire directă a unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit se observă legătura dintre elementele componente.
Urmăriți traseul de realizare a acestei conexiuni precizând următoarele:



1. Care sunt elementele componente ale schemei de acționare a motorului și rolul lor
2. Descrieți principiul de funcționare
3. Realizați practic acest montaj.

Activitatea de învățare 2: bazată pe experiență (reală sau simulată) Online

Modulul: M1. Mașini, aparate și elemente de automaizare
Activitate realizată prin **metoda proiectului**

Obiective:

- Identificarea elementelor componente din schema de forță
- Precizarea rolului funcțional al fiecărui element component din schema de forță
- Analizarea principiului de funcționare a schemei de acționare a motorului

Mod de organizare a activității:
pe grupe

Resurse materiale:

Fișe de documentare, internet, manuale de specialitate

Durată: 3 săptămâni

Etape de lucru:

Sarcina de lucru:

Folosiți surse diferite (internet, manuale de specialitate, fișe de documentare) pentru a aduna informații despre diferite scheme de acționare a motoarelor electrice. Întocmiți pe baza documentărilor făcute un proiect care să atingă următoarele puncte:

1. schema de acționare a motorului și rolul elementelor componente din schemă
2. principiului de funcționare a schemei de acționare a motorului electric
3. domenii de aplicabilitate

EXEMPLUL 9

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: SISTEME ELECTRO-HIDROPNEUMATICE, clasa a X-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a X analizat) RI doar din perioada COVID			Conținuturi ale modulului 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
Modulul analizat M III Sisteme electro -hidropneumatice din clasa X					
				M I Sisteme de acționare din clasa XI	
7.1.4. Sisteme de acționare electro-hidropneumatice conform documentației tehnice	7.2.12.Citirea schemelor structurale ale acționărilor hidropneumatice 7.2.13. Realizarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice 7.2.14. Utilizarea programelor informatice de realizare a schemelor electrice,	7.3.8.Grad de autonomie restrâns în executarea proceselor de măsurare și în executarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice, cu ajutorul programelor informatice	- Scheme de acționare electro-hidropneumatică - Programe informatice pentru desenarea schemelor de acționare	8.1.2. Scheme de forță și de comandă: -scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând semnele convenționale ale elementelor componente 8.1.3. Sisteme de acționare electrică: - tipuri de acționări: cu mișcare liniară, cu mișcare de rotație - clasificare în funcție de motor (electrice, hidraulice, pneumatice) 8.2.7.Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a	Integrarea temei “Scheme de acționare electro-hidropneumatică ” în cadrul lecției “Scheme de forță și de comandă”, deoarece acest tip de schemă de forță și comandă poate să includă și structura unei scheme de acționare electro-hidropneumatică, semnele convenționale ale elementelor componente, rolul acestora în cadrul schemei. Integrarea temei “Citirea schemelor structurale ale acționărilor hidropneumatice” în cadrul lecției “Sisteme de acționare electrică”,

	hidraulice, pneumatice 7.2.15. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate			caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone	deoarece se pot studia și schemele electro-hidropneumatice.(în funcție de tipuri de acționări, în funcție de clasificarea acționărilor). Integrarea temei “Programe informatice pentru desenarea schemelor de acționare” în cadrul temei “Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone”, deoarece se pot utiliza programe informatice pentru desenarea și simularea funcționării acționărilor (electrice, electro-hidropneumatice) Se recomandă aplicarea unor: - teste de evaluare inițială. - teste de evaluare care integrează și o probă practică (lucrare de laborator susținută online cu ajutorul programului FluidSim)
7.1.3. Conexiunile sistemelor	7.2.9. Conectarea circuitelor	7.3.7.Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor	-Circuite electrice și de fluid (modalități de conectare)	Nu pot fi preluate/integrate în cadrul unui modul din	Se recomandă elaborarea unui plan remedial la nivel de clasă

electro-hidropneumatice (conectare, reglare, verificare, localizare erori)	electrice și de fluid 7.2.10. Conectarea, verificarea și reglarea sistemelor pentru furnizarea de energie electrică, hidraulică, pneumatică 7.2.11. Verificarea și localizarea erorilor		-Sisteme pentru furnizarea de energie electrică, hidraulică, pneumatică -Erori în procesele de conectare și reglare sisteme electro-hidropneumatice	clasa a XI-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021	
--	--	--	---	--	--

II. INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a X-a

Modulul: M III Sisteme electro -hidropneumatice

Rezultate ale învățării vizate

7.1.4. Sisteme de acționare electro-hidropneumatice conform documentației tehnice

7.2.12. Citirea schemelor structurale ale acționărilor hidropneumatice

7.2.13. Realizarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice

7.2.14. Utilizarea programelor informatice de realizare a schemelor electrice, hidraulice, pneumatice

7.2.15. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

7.3.8. Grad de autonomie restrâns în executarea proceselor de măsurare și în executarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice, cu ajutorul programelor informatice

Obiectivele evaluării (exemple):

1. Identificarea elementelor componente ale unui sistem de acționare electro-hidropneumatice conform documentației tehnice.

2. Precizarea rolului funcțional al fiecărui element component al unui sistem de acționare electro-hidropneumatice.

3. Explicarea principiului de funcționare al fiecărui element component al unui sistem de acționare electro-hidropneumatice.

4. Utilizarea programelor informatice de realizare a schemelor electrice, hidraulice, pneumatice.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 40 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Reglarea debitului pe circuitele hidraulice se realizează cu:

- a) distribuitoare;
- b) drosele;
- c) motoare;
- d) pompe.

2. Compresorul face parte din categoria:

- a) elemente de procesare;
- b) elemente de preparare aer comprimat;
- c) elemente de execuție;
- d) elementelor de comandă.

3. Acumulatoarele hidraulice înmagazinează energie hidrostatică furnizată de:

- a) pompe;
- b) motoare;
- c) supape;
- d) drosele.

4. În schemele hidraulice trebuie să existe minim:

- a) 2 filtre;
- b) 4 filtre;
- c) 3 filtre;
- d) 1 filtru.

5. Supapele de presiune normal închise au rolul de:

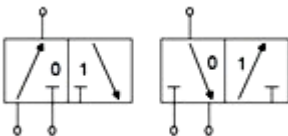
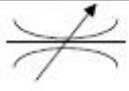
- a) Supape de deversare;
- b) Supape de reglare;
- c) Supape de control;
- d) Supape de siguranță;

B.

10 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate denumirile echipamentelor hidraulice și pneumatice, iar în coloana **B** sunt enumerate simbolurile acestora

Scrieți, pe foaia cu răsunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

Coloana A Denumirile echipamentelor hidraulice și pneumatice	Coloana B Simbolul echipamentelor hidraulice și pneumatice
1. Drosele reglabile	 a.
2. Motor hidraulic cu un orificiu de ieșire	 b.
3. Distribuitoare hidraulice și pneumatice 3/2	 c.
4. Supapă cu arc	 d.
5. Compresor	 e.
	 f.

C.

10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5

1. Motoarele pneumatice liniare transformă energia pneumatică în energie mecanică pe care o transmit prin organul activ de ieșire - tija motorului - mecanismelor acționate.
2. Motoarele hidraulice au rolul de a converti energia hidraulică de presiune a uleiului în energie electrică.
3. Conductele asigură circulația agentului motor către diferitele elemente ale schemei.
4. Cilindrul cu simplă acțiune efectuează cursa activă pe două direcții.
5. Cilindrul cu dublă acțiune are un singur orificiu dispus la un capăt.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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.

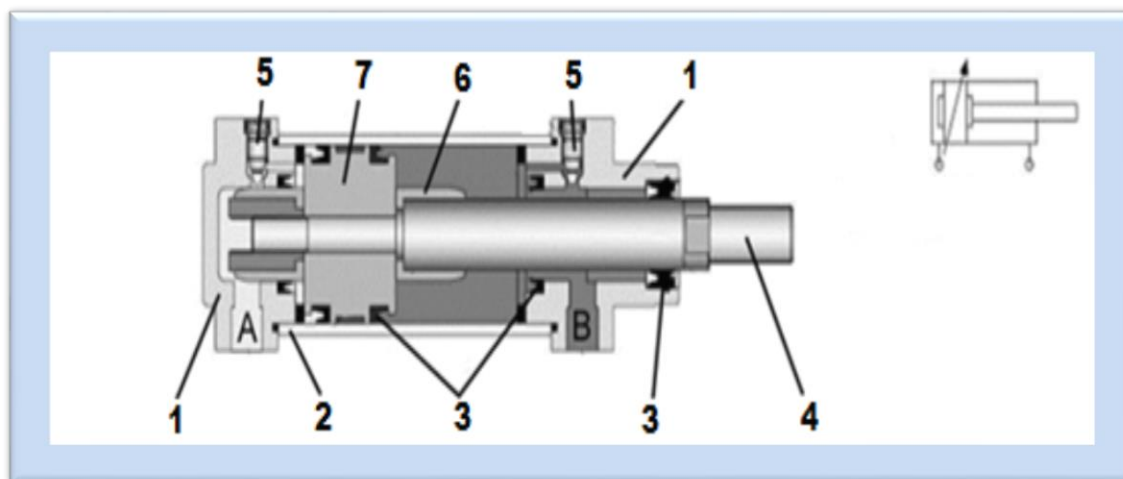
SUBIECTUL II

24 puncte

II.1 Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere: **10 puncte**

1. Distribuitorul este element pneumatic cu rol de aenergia pneumatică pe anumite circuite, în concordanță cu comenzile pe care le primesc.
2. Supapele sunt elemente pneumatice care au diferite funcții deși control a parametrilor agentului de lucru din circuit.
3. Conductele asigură circulațiamotor către diferitele elemente ale schemei.
4. Filtrele sunt elemente destinate agentului motor.
5. Simbolul distribuitorului este unîmpărțit într-un număr de căsuțe egal cu numărul de poziții pe care poate comuta; în fiecare căsuță este reprezentată schema de conectare corespunzătoare.

II.2 În figura de mai jos este reprezentat un cilindru cu simplă acțiune



Precizați denumirile părților componente ale cilindrului cu simplă acțiune numerotate de la 1 la 7. **14 puncte**

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....

SUBIECTUL III

36 puncte

Realizați un eseu cu tema „Distribuitor”, având în vedere următoarele:

- a. Definiția distribuitorului;
- b. Părțile componente ale distribuitorului;
- c. Simbolizarea distribuitorului;
- c. Rolul acestora în ansamblul pneumatic;

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	30 puncte
A.	10 puncte
1 - b; 2 -b ; 3 -a; 4-c; 5-;	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
B.	10 puncte
1 - f; 2 -d; 3 - a; 4 - e; 5 - c;	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
C.	10 puncte
Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor	
1 - A; 2 - F; 3 - A; 4- F; 5- F.	
<i>Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	

SUBIECTUL II	24 puncte
II.1.	10 puncte
1. dirija	
2. reglare	
3. agentului	
4. purificării	
5. dreptunghi	
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.</i>	
<i>Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
II.2.	14 puncte
1- Capac	
2- Cilindru	
3- Etanșare	
4- Tijă	
5- Drosel	
6- Manșon	
7- Piston	

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III	36 puncte
a)	9 puncte
<i>Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 8 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.</i>	
<i>Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct</i>	

- b) 9 puncte
Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 8 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.
Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct
- c) 9 puncte
Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 8 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.
Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct
- d) 9 puncte
Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 8 puncte. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.
Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 1 punct

INSTRUMENT DE EVALUARE APLICABIL ÎN ONLINE

LUCRARE DE LABORATOR - DESFASURATA ONLINE CU AJUTORUL PROGRAMULUI FLUIDSIM® (este necesară obținerea licenței pentru instalarea programului)

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a X-a

Modulul: M III Sisteme electro -hidropneumatice

Rezultate ale învățării vizate

7.1.4. Sisteme de acționare electro-hidropneumatice conform documentației tehnice .

7.2.12. Citirea schemelor structurale ale acționărilor hidropneumatice.

7.2.13. Realizarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice.

7.2.14. Utilizarea programelor informatice de realizare a schemelor electrice, hidraulice, pneumatice.

7.2.15. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate.

7.3.8. Grad de autonomie restrâns în executarea proceselor de măsurare și în executarea schemelor pentru diverse sisteme de acționare electro-hidropneumatice, cu ajutorul programelor informatice.

Conținuturi

- Elemente ale acționărilor hidro-pneumatice (motoare hidraulice, motoare pneumatice, pompă, compresor, ventil, distribuitoare, cilindri, sursă de aer comprimat, drosel, supape, filtre, ventuze pneumatice, mușchi pneumatic, generatoare de vid, etc).
- Simbolurile elementelor componente ale acționărilor hidro-pneumatice.
- Cataloage ilustrate pentru componente (IPC), repere, scule și echipamente.
- Programe informatice pentru desenare/simulare funcționalitate scheme electro-hidropneumatice.

Obiectivele evaluării (exemple):

1. Exerciții practice de identificare a elementelor componente ale unui sistem de acționare electro-hidropneumatice utilizând programul FluidSIM®. (biblioteca acestuia).
2. Exerciții practice de utilizare a programelor informatice pentru desenare/simulare funcționalitate scheme electro-hidropneumatice utilizând programul FluidSIM®.
3. Exerciții practice de realizarea schemelor electro-hidropneumatice

Etape de desfășurare/Metode de desfășurare a lecției: (este necesară obținerea licenței pentru instalarea programului FluidSIM®)

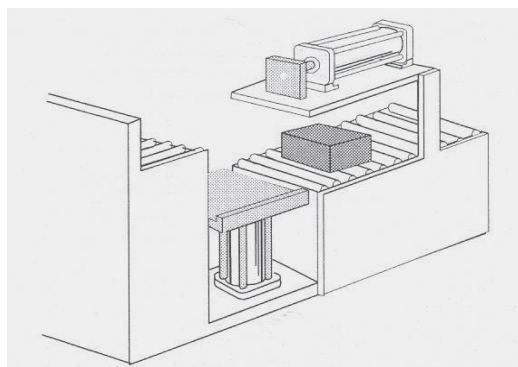
“Realizarea verificării funcțiilor pe baza schemei de conexiuni dată, la un transport automat al unei piese”

Timp de lucru - 40 minute

La un transport automat al unei piese (figura de mai jos), piesele, care vin pe banda rulantă din dreapta, trebuie să fie ridicate și redirectionate. După acționarea tastei de start (1S1 “Funcționare simplă” sau 1S2 “Funcționare continuă”) cilindrul 1A1 “prin evacuarea aerului” ridică cu dispozitivul de ridicare piesele până la nivelul 2. Cilindrul 2A1 va împinge pe banda rulantă superioară piesele prin evacuarea de aer. Când această succesiune de pași se încheie cu siguranță, cilindrul 1A1 se va retrage cât mai repede în poziția finală posterioară. Apoi, prin evacuarea aerului, cilindrul 2A1 se va retrage în poziția sa finală posterioară

FIȘĂ DE LUCRU

Activitatea 1

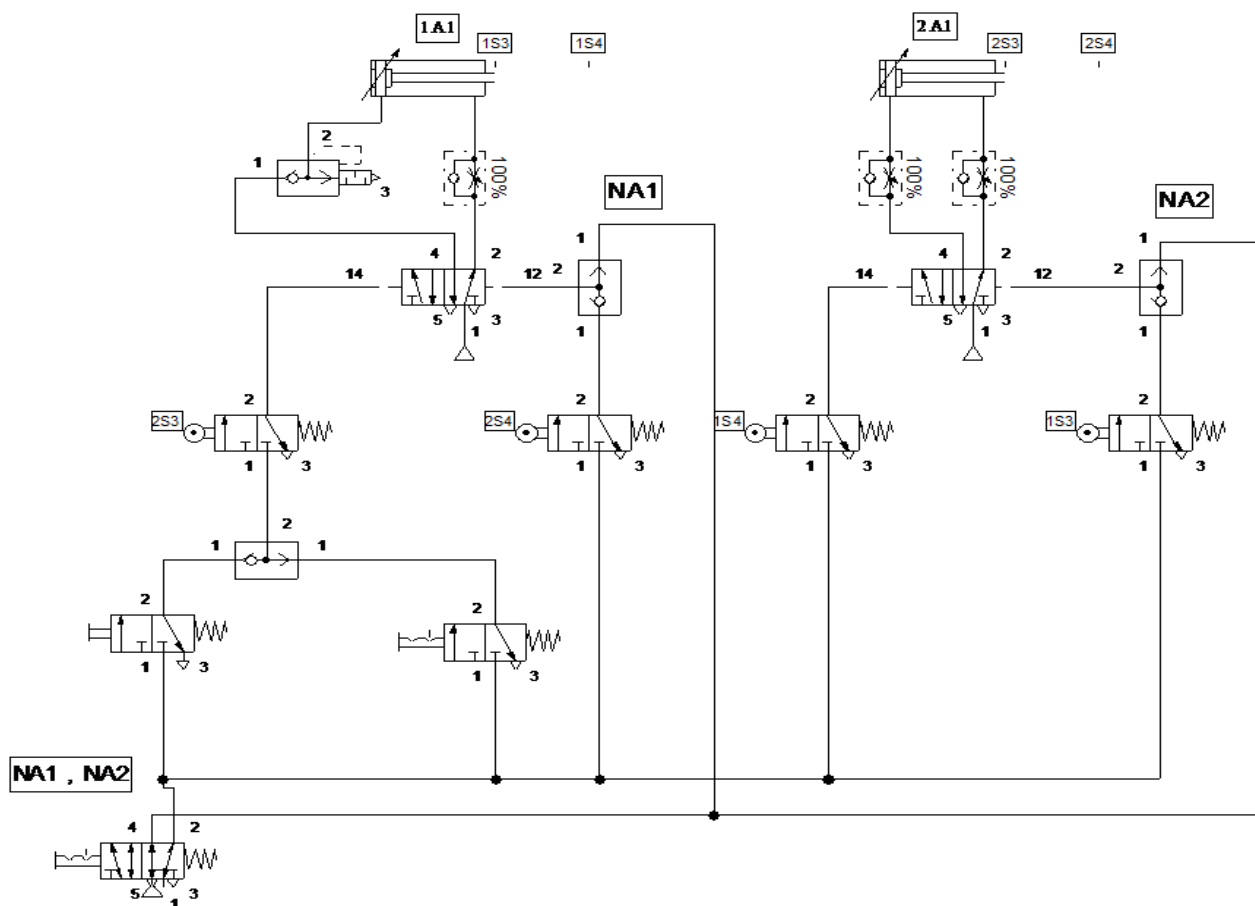


Identificarea elementelor componente ale schemei (utilizând biblioteca programului FluidSIM®)

1. cilindrii cu dublu efect
2. supape de strangulare și reținere cu drosel reglabil
3. valvă de evacuare rapidă
4. supapă reglabilă cu sens unic
5. element de declanșare 3 / 2 comandat mecanic în poziție normal închis
6. distribuitor pneumatic 5/ 2
7. element de declanșare 3/2 acționat de buton în poziție normal închisă
8. element de declanșare 3/2 cu autoreținere
9. element de declanșare 5/ 2 cu autoreținere
10. surse pneumatice

Activitatea 2

Realizarea cu ajutorul programului FluidSIM®. a schemei de conexiuni pneumatice funcțională (elevii trebuie să aibă instalat programul FluidSIM®)



Activitatea 3

Mod de funcționare:

Se va simula funcționalitatea schemei cu ajutorul programului FluidSIM®.

Etapele realizării schemei cu ajutorul programului FluidSIM® (elevii vor desena schema de mai sus cu ajutorul programului și vor simula funcționarea acesteia)

- deschidere proiect nou, deschidere element de pneumatică, alegerea unui element de acționare cilindru dublu efect.
- definirea parametrilor (ajustarea pozițiilor traductoarelor și numele lor, denumire elementA1), deschidere domeniu valve (organe de execuție), se selectează distribuitorul 5/2, se aduc elementele de declanșare 3/2 cu comandă mecanică
- se definesc pârghiile de acționare a acestor elemente care sunt legătură cu senzorii atașați cilindrilor
- se aduc elementele: 7, 8, 3, 4 2
- se aduc sursele de aer comprimat
- se modifică elementul 7 astfel încât să fie normal închis
- se aduce elementul 9
- se definitivează conexiunile pneumatice

- se rulează aplicația
- se observă încărcarea pneumatică a circuitelor (presiune mare albastru intens, presiune mică albastru deschis)
- se acționează butonul elementului 7 și se observă funcționarea succesivă a cilindrilor 1A1 și 2A2
- se acționează butonul elementului 8 și se observă funcționarea succesivă a cilindrilor 2A1 și 2A2
- se acționează butonul elementului 9 și se observă resetarea întregii instalații.

FIȘĂ DE DOCUMENTARE - sursa de documentare Internet (www.youtube.com) - necesită drepturi de autor, (animație grafică, videoclipuri, link-uri ale firmelor producătoare de echipamente pneumatice și hidraulice).

1. Simboluri elemente hidraulice - fișă de documentare

<https://www.festo-didactic.com/int-en/services/symbols/fluid-power-hydraulic>

Elemente hidraulice (supape, pompe și motoare, cilindrii, pachet de alimentare, dispozitive de măsurare și afișare, filtre și separatoare, schimbătoare de căldură, dispozitive de stocare a energiei)

2. Simboluri elemente pneumatice- fișă de documentare

<https://www.festo-didactic.com/int-en/services/symbols/fluid-power-pneumatics>

Elemente pneumatice (supape, compresoare și motoare, cilindrii, dispozitive de măsurare și afișare, filtre și separatoare, dispozitive de stocare a energiei, generatoare de vid și ventuze)

3. Cilindrii pneumatici- fișă de documentare

<https://www.youtube.com/watch?v=PyvazMpSYRk>

Animație grafică despre cilindru pneumatic.

4. Controlul sistemelor pneumatice- fișă de documentare

<https://www.youtube.com/watch?v=5q7YasmwXCs>

Acest videoclip ilustrează controlul în sistemele pneumatice. Videoclipul este realizat și deținut de Festo Didactic.

5. Realizarea schemelor cu ajutorul programului FluidSIM®- fișă de documentare

<https://www.youtube.com/watch?v=z1ft7RawO6A>

Filmul conține comanda unui cilindru cu dublă acțiune utilizând un distribuitor D 4/3 cu acționare manuală.

6. Realizarea schemelor cu ajutorul programului FluidSIM®- fișă de documentare

https://www.youtube.com/watch?v=_bENqBLGGbs

Filmul conține comanda pneumatică a unui cilindru cu dublu efect folosind limitatoare de cursă, simulare în FluidSIM® și realizarea schemei pe bancul de probă.

FIȘĂ DE EVALUARE A REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII

Nr.crt.	CRITERII DE REALIZARE	INDICATORI DE REALIZARE	PONDERE
1	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	Respectarea planificării sarcinii de lucru conform indicațiilor	10
		Respectarea relațiilor ierarhice în cadrul grupelor de lucru pe platforme și implicarea în îndeplinirea sarcinii	10
2	Realizarea sarcinii de lucru	Realizarea lucrării de laborator, conform schemelor electrice	20
		Colaborarea cu membrii echipei de lucru în scopul îndeplinirii sarcinii	10
		Verificarea funcționării schemei	30
3	Prezentarea și promovarea sarcinii	Folosirea corectă a termenilor de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru	10
	Punctaj alocat din oficiu		10

BIBLIOGRAFIE

1. M. Avram Acționări hidraulice și pneumatice, Editura Universitară București, 2005
2. V. Mătieș Mecatronică, Editura Dacia, Cluj-Napoca
3. V. Mătieș Tehnologie și educație mecatronică, Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2001
4. J. Florea Acționări și comenzi hidropneumatice, IPB, 1984
5. Valeriu Banu Echipamente hidropneumatice pentru automatizare, curs UPB, București, 2010
6. Standarde DIN ISO 1219 sau DIN EN 81346-2
7. Program cu licență FluidSIM®.
8. <https://www.festo-didactic.com/>
9. <https://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/software-e-learning/fluidsim>
10. https://www.labvolt.com/solutions/1_mechatronics
11. https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/fluidsim5_enus_v1.pdf

EXEMPLUL 10

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: SISTEME ELECTRO-HIDROPNEUMATICE, clasa a X-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a X analizat) RI doar din perioada COVID			Conținuturi ale modulului 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
Modulul analizat - M3 - clasa a X-a - Sisteme electro - hidropneumatice					
CUNOȘTINȚE	ABILITĂȚI	ATITUDINI		M3 - Sisteme de automatizare în instalațiile electromecanice - clasa a XI - a	
7.1.1. Elemente de circuit hidraulic si pneumatic (rol, functionare, simboluri, selectare conform documentatiilor tehnice) - Motor hidraulic, pompa, compresor,	7.2.1. Selectarea elementelor componente si specifice ale circuitelor hidraulice si pneumatice in functie de rol si functionare 7.2.2 Utilizarea documentatiei tehnice pentru selectarea elementelor de circuit hidraulic	7.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, in scopul indeplinirii sarcinilor de la locul de muncă 7.3.2. Demonstrarea spiritului creativ in argumentarea solutiilor tehnice abordate 7.3.3. Asumarea, in cadrul echipei	Elemente de automatizarea instalațiilor - citirea schemelor - senzori - reglarea circulației fluidelor - scheme de reglare - Modalități de recuperare a fluidelor uzate - Normele de sănătate și securitate a muncii și apărare împotriva incendiilor, de	Sisteme de reglare automată 3.Schema bloc a unui sistem de reglare automată: -simboluri și semne convenționale, -mărimi caracteristice, -desenarea schemei de principiu a sistemului de reglare a temperaturii, debitului sau a presiunii. 4. Elementele	În descrierea construcției și funcționării sistemelor de reglare este foarte important să se cunoască construcția, funcționarea și parametrii funcționali ai elementelor componente ale acționărilor, respectiv mașinile și aparatele electrice, hidraulice și pneumatice ce conduc la buna funcționare a sistemelor electro- hidropneumatice. În proiectarea temei, profesorul elaborează și

distribuitor, ventil, rezistența hidraulică, supapă, filtru, rezervor, drosel, cuplă, cilindru, burduf pneumatic, sursa de aer comprimat, mușchi pneumatic, generator de vid, ventuza pneumatică, senzor, actuator 7.1.2. Tehnici de măsurare a proceselor de comandă și control (semnale, valori de măsurat) -Presiunea în sistemele cu fluid -procedee de măsurare și de reglare -Norme specifice / Legislație de protecția mediului în	și pneumatic 7.2.3. Utilizarea simbolurilor elementelor de circuit hidraulic și pneumatic în diverse aplicații 7.2.4. Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a diverse/or elemente de circuit hidraulic și pneumatic 7.2.5. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate 7.2.6. Măsurarea și reglarea presiunii în sistemele cu fluid 7.2.7. Utilizarea normelor specifice/ legislație de protecția mediului în procesele de măsurare 7.2.8.	de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită 7.3.4. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor /sarcinilor încredințate 7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 7.3.6. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate 7.3.7. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor	protecție a mediului la transportul fluidelor Tehnici de măsurare a proceselor de comandă și control - presiune - debit - temperatură Conexiunile sistemelor electro-hidropneumatice sisteme hidropneumatice automatizate circuite electrice și de fluid interconexiunea dintre instalația hidraulică și instalația electrică de comandă și control - sisteme de reglare automată a debitului a presiunii sisteme de comandă a	sistemelor de reglare automată: -traductoare, amplificatoare (electronice, pneumatice, hidraulice), regulatoare (liniare, neliniare, specializate, unificate, electronice, pneumatice, hidraulice), elemente de execuție (electrice, pneumatice, hidraulice) -identificarea și alegerea componentelor sistemelor de reglare automată 5.Documentație tehnică pentru componentele sistemelor de reglare automată: cataloage de specialitate, alte surse de documentare și informare. 6.Tipuri de sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (temperatură, debit, presiune) -verificarea parametrilor tehnici	folosește pentru fiecare elev fișe de lucru, studii de caz, fișe de evaluare, fișe de documentare și fișe de observare. Conținuturile de la M3 (X) - Sisteme electro - hidropneumatice pot fi integrate în conținuturile de la M3 (XI) - Sisteme de automatizare în instalațiile electromecanice astfel : Ex.1 : Elemente de automatizarea instalațiilor pot fi studiate în cadrul Funcțiilor sistemelor automate și Tipuri de sisteme automate, ca exemple ale acestora. Ex. 2 : Senzori - la Elementele sistemelor de reglare automată Ex. 3 : Reglarea circulației fluidelor, măsurarea presiunii, debitului și a temperaturii - la Tipuri de sisteme de reglare automată Ex. 4 : Sisteme hidropneumatice automatizate, circuite electrice și de fluid, interconexiunea dintre instalația hidraulică și instalația electrică de comandă și control - la
--	---	---	---	---	---

procese de măsurare 7.1.3. Conexiunile sistemelor electro-hidropneumatice (conectare, reglare, verificare, localizare erori) -Circuite electrice si de fluid (modalități de conectare) -Sisteme pentru furnizare de energie electrică, hidraulică și pneumatică - Erori în procesele de furnizare, conectare și reglare a sistemelor electro-hidropneumatice	Prelucrarea matematică a datelor măsurate (a presiunii în sistemele de fluid) 7.2.9. Conectarea circuitelor electrice și de fluid 7.2.10. Conectarea, verificarea si reglarea sistemelor pentru furnizarea energiei electrice, hidraulice și pneumatice 7.2.11. Verificarea și localizarea erorilor		fazelor de lucru sisteme de semnalizare avarie	supravegheați 7.Norme de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor în instalații electromecanice	Elementele sistemelor de reglare automată (SRA) și Tipuri de SRA Ex. 5 : Normele de sănătate și securitate a muncii și apărare împotriva incendiilor, de protecție a mediului la transportul fluidelor se pot studia în cadrul Normelor de securitate și sănătate în muncă și de prevenire și stingere a incendiilor în instalații electromecanice Ex. 6 : Sisteme de comandă a fazelor de lucru și Sisteme de semnalizare avarie se pot integra în conținuturile predate în cadrul Tipurilor de sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (temperatură, debit, presiune) , verificarea parametrilor tehnici supravegheați
Modulul analizat - M3 - clasa a X-a - Sisteme electro - hidropneumatice					
CUNOȘTINȚE	ABILITAȚI	ATITUDINI		M1- Sisteme de acționare - cls. a XI - a	

7.1.4. Sisteme de acționare electro-hidropneumatice conform documentatiei tehnice (-Scheme de acționare electro-hidropneumatice -Programe informatice pentru desenarea schemelor de acționare)	7.2.12.Citirea schemelor structurale ale actionarilor hidropneumatice 7.2.13. Realizarea schemelor pentru diverse sisteme de actionare electro-hidropneumatice 7.2.14. Utilizarea programelor informatice de realizare a schemelor electrice, hidraulice, pneumatice 7.2.15. Comunicarea / Raportarea rezultatelor activitatilor profesionale desfășurate	7.3.8. Grad restrâns de autonomie proceselor de măsurare și în executarea schemelor pentru diverse sisteme de actionare electro-hidropneumatice, cu ajutorul programelor informatice	Sisteme de acționare electro-hidropneumatice conform documentației tehnice • scheme de acționare electro-hidropneumatice ciclograme • programe informatice pentru desenarea schemelor de acționare.	Sisteme de acționare: Clasificare în funcție de motor (electrice, hidraulice, pneumatice) • componentele sistemelor de acționare electrică: - mașina de lucru, motorul de acționare, - organul de transmisie, instalația de comandă • condiții de funcționare a motoarelor: mediul de lucru, proces tehnologic, caracteristica mecanică a mașinii de lucru (tip de motor, schemă de comandă), regimul de funcționare a mașinii de lucru, condiții de ordin economic.	În funcție de modul în care profesorul percepe progresul colectivului de elevi, se pot intercala conținuturile cu activități practice, de trasare a schemelor electrice, a ciclogramelor, vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD - uri) care se pot obține și de la agentul economic partener sau vizite de documentare în vederea formării deprinderii de a trasa scheme de acționare atât cu ajutorul programelor informatice cât și cu ajutorul reprezentărilor specifice desenului tehnic. De asemenea, se pot utiliza metode de informare și de documentare independentă : ▫ studiul individual ▫ investigația științifică, ▫ metoda referatului, ▫ utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală. De exemplu în urma studiului individual elevul poate să : • elaboreze o planșă care poate fi folosită ca material didactic. • completeze un portofoliu cu lucrările efectuate care
---	--	---	--	---	---

					poate fi evaluat la finalul anului sau/și adăugat la portofoliul personal. Ex. 1 : Scheme de acționare electro-hidropneumatice, ciclograme se pot integra în cadrul orelor de laborator în care sunt prevăzute noțiuni de predare a Condițiilor de funcționare a motoarelor. Ex. 2 : Programe informatice pentru desenarea schemelor de acționare - la laboratoarele de Sisteme de acționare unde se vor studia metodele de reprezentare grafică a componentelor sistemelor de acționare electrică și se vor da exemple de scheme de acționare. Se mai pot studia și în cadrul laboratoarelor modulului de Aplicații CAD.
--	--	--	--	--	--

II. EXEMPLE DE INSTRUMENTE DE EVALUARE

TEST DE EVALUARE ÎNȚIAL

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: TEHNICIAN ELECTROMECHANIC

Anul de studiu: Clasa a XI - a

Rezultate ale învățării vizate :

Cunoștințe

7.1.1. Elemente de circuit hidraulic și pneumatic (rol, funcționare, simboluri, selectare conform documentațiilor tehnice)

7.1.2. Tehnici de măsurare a proceselor de comanda și control (semnale, valori de măsurat)

7.1.3. Conexiunile sistemelor electro-hidropneumatice (conectare, reglare, verificare, localizare erori)

Abilități

7.2.1. Selectarea elementelor componente și specifice ale circuitelor hidraulice și pneumatice în funcție de rol și funcționare

7.2.3. Utilizarea simbolurilor elementelor de circuit hidraulic și pneumatic în diverse aplicații

7.2.6. Măsurarea și reglarea presiunii în sistemele cu fluid

7.2.9. Conectarea circuitelor electrice și de fluid

7.2.10. Conectarea, verificarea și reglarea sistemelor pentru furnizarea energiei electrice, hidraulice și pneumatice.

Atitudini

7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

7.3.7. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor

Obiectivele evaluării:

1. Identificarea elementelor constructive ale sistemelor electro-hidropneumatice .

2. Precizarea rolului funcțional al elementelor constructive în cadrul sistemelor electro-hidropneumatice.

3. Explicarea principiului de funcționare al sistemelor electro-hidropneumatice.

4. Analizarea construcției, funcționării și utilizării sistemelor electro-hidropneumatice.

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

30 puncte

A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Elementele care servesc la transportarea aerului comprimat într-o instalație de acționare pneumatică sau electropneumatică sunt:

- distribuitorii
- motoarele pneumatice
- compresoarele
- conductele

2. Regulatorii de presiune se mai numesc și:

- filtre

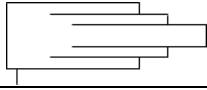
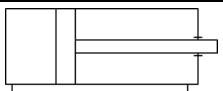
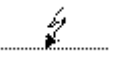
- b. supape de siguranță
 - c. rezervoare
 - d. amortizoare
3. Sistemele pneumatice rotative au ca element de execuție :
- a. motorul pneumatic liniar;
 - b. cilindrul pneumatic cu piston;
 - c. motorul pneumatic rotativ;
 - d. cilindrul pneumatic .
4. Principiul de funcționare al debitmetrelor electromagnetice se bazează pe:
- a. inducția electromagnetică;
 - b. efectul Doppler;
 - c. legea lui Joule;
 - d. fenomenul de transport de căldură.
5. Cele mai utilizate motoare hidraulice sunt cele:
- a. rotative;
 - b. cu roți dințate;
 - c. cu pistonase;
 - d. cu palete.

B.

20 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate elemente hidraulice și pneumatice, iar în coloana **B** sunt simbolurile standardizate ale acestora.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele simbolurilor corespunzătoare din coloana **B**.

Coloana A	Coloana B
1. cilindru cu dublu efect	a. 
2. regulator de temperatură	b. 
3. drosel reglabil	c. 
4. filtru	d. 
5. cilindru cu simplu efect	e. 
6. distribuitor 3/2 normal deschis	f. 
7. grup de preparare a aerului	g. 
8. sursă pneumatică de presiune	h. 
9. supapă de sens cu arc	i. 
10. legături între conducte și canale	j. 
	k. 

SUBIECTUL II**20 puncte****1. 10 puncte**

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu litere de la a la e :

- a. Nivelmetrele cu microunde se bazează pe proprietatea materialelor conductoare de a nu reflecta microundele.
- b. Vacuumetrele Pirani se bazează pe dependența conductivității termice a gazelor de presiunea acestora.
- c. Elementele de acționare hidraulice folosesc ca agent motor lichide sub presiune.
- d. Într-un mediu coroziv nu sunt indicate robinetele cu elemente elastice.
- e. Supapele de sens permit curgerea fluidului în ambele sensuri.

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

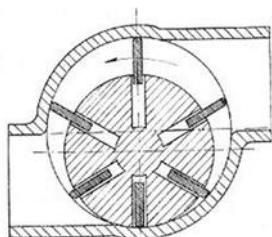
2. 10 puncte

Scrieți pe foaia de examen informația corectă care completează spațiile lipsă.

- a. Rezistențele pneumatice sunt elemente(1) de construcție specială, prin care aerul uscat și fără(2)..... circulă în regim de curgere(3)
- b. Distribuitorii de reglare sunt formate din rezistențe(4)reglabile, comandate(5).....

SUBIECTUL III**40 puncte**

1. Se dă următorul dispozitiv .

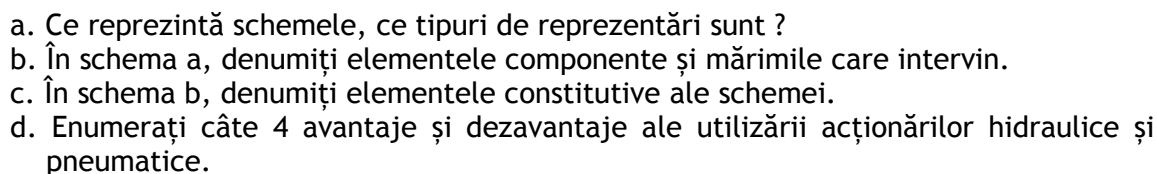


Răspundeți, pe scurt, la următoarele întrebări:

15 puncte

- a. Ce dispozitiv reprezintă și cum se definește ?
- b. Care sunt elementele constructive ?
- c. Care este modul de funcționare?

25 puncte



Niveluri cognitive Conținuturi	a-și aminti	a înțelege	a aplica	a analiza	a evalua	a creea	Pondere %
Elemente de automatizarea instalațiilor	I.I.A.2 I.II.1.c	I.I.A.1 I.I.A.3	I.I.B	I.I.A.4 I.I.A.5	-	-	35 %
Tehnici de măsurare a proceselor de comandă și control	I.III.2.a I.III.2.b	I.II.1.a I.II.1.e	-	I.II.1.b I.II.1.d	-	-	30 %
Conexiunile sistemelor electro-hidropneumatice	I.III.1.a I.III.2.c	I.II.2 a I.III.1.c	I.III.1.b	I.II.2 b I.III.2.d	-	-	35 %
Pondere %	30 %	30 %	10 %	30 %			100%

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

Subiectul I TOTAL: 30 puncte

A. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect. - 10 puncte

1- d, 2 - b, 3 - c, 4 - a, 5 - c.

B. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare asociere corectă. - 20 puncte

1 - e, 2 - f, 3 - h, 4 - j, 5 - b, 6 - a, 7 - d, 8 - c, 9 - g, 10 - k.

Subiectul II TOTAL: 20 puncte

II.1. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect - Total : 10 puncte

a - F; b - A; c - A; d - F; e - F.

II.2. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect - Total : 10 puncte

(1) - obturatoare; (2) - impurități; (3) - laminar; (4) - hidraulice; (5) - simultan.

Subiectul III TOTAL: 40 puncte

1. Se acordă punctajul specificat pentru fiecare cerință tratată corect.

Total - 15 puncte

a. Compresorul rotativ cu palete - mașină pentru producerea aerului comprimat - comprimă aerul din atmosferă, transformând energia mecanică primită la arbore în energie de presiune a aerului. **2 p**

b. Compresorul rotativ este compus dintr-un **stator (carcasă)** cilindric în care se rotește un **rotor** , așezat excentric față de stator, cu **palete** . Paletele sunt montate - cu joc mic - într-o serie de cavități oblice în corpul rotorului. **3 p**

c. Între rotor, palete, carcasă și capacele exterioare se formează camere de volum variabil (CVV), care, în faza de aspirație, închid etanș mase de aer. **2 p**

Când rotorul se învâрте, forța centrifugă împinge paletele spre suprafața interioară a carcasei, pe care se sprijină, camerele își micșorează volumul, iar presiunea aerului crește. **2 p**

Paletele rotorului trebuie să asigure etanșarea laterală (cu capacele), frontală (cu carcasa), și față de rotor. Etanșările depind de construcție (frontală - datorită forței centrifuge sau, la unele modele - datorită unor arcuri dispuse în canalele practicate în rotor) și de precizia de execuție. **4 p**

În timpul rotației aerul aspirat din exterior este „împins” cu presiune într-un rezervor (butelie), de unde apoi poate fi folosit conform necesităților. **2 p**

2. Se acordă punctajul specificat pentru fiecare cerință tratată corect.

Total - 25 puncte

a)

3 p

Schema unui sistem de reglare hidraulică

- a. Schema bloc
- b. Schema hidraulică echivalentă

b)

3 p

a. Schema bloc - EP - element de prescriere; EC - element de comparație; AE - amplificator de eroare; EE - element de execuție; IT - instalație tehnologică; T - traductor; i - mărimea de intrare; e - mărimea de ieșire; ε - eroarea; m - masa echivalentă a sarcinii redusă la tija pistonului;

c)

3 p

b. Schema hidraulică echivalentă - CHDE - cilindru hidraulic cu dublu efect; AEH - amplificator electrohidraulic; DE - bloc electronic; AHP - acumulator hidropneumatic; FR - filtru de refulare; SLP - supapa de limitare a presiunii; PV - pompa volumică.

d) Se acordă punctajul pentru oricare 4 avantaje și dezavantaje enumerate corect.

16 p

Avantaje : 8 puncte

1. *Întreținerea ușoară.* Toate elementele componente ale unei instalații de acționare pneumatică pot fi cu ușurință întreținute de către personalul însărcinat cu întreținerea generală a mașinilor dintr-o secție de fabricație sau chiar de către muncitorul care deservește mașina respectivă. Nu tot astfel se poate proceda cu aparatura electrică de acționare, la care toate lucrările trebuie în mod obligatoriu efectuate de personal calificat în instalații electrice.
2. *Pericolul de accidente redus.* Elementele acționărilor pneumatice nu pot provoca accidente de muncă decât în măsura în care părțile mobile nu sunt protejate.
3. *Posibilitățile de reglaj largi.* Viteza și forța sau cuplul unui motor pneumatic pot fi reglate, în limite largi, cu mijloace relativ simple, ceea ce constituie uneori un avantaj hotărâtor pentru acționarea unor mașini.
4. *Lipsa de influență asupra mediului în care funcționează.* Acționările pneumatice nu influențează de loc mediul în care funcționează, deoarece, chiar atunci când există unele neatențități, aerul care se pierde poate veni în contact cu mașinile sau materialele înconjurătoare fără nici o influență asupra acestora.
5. *Alimentarea comodă cu energie.* Existența unei rețele pneumatice în întreprinderile industriale oferă posibilitatea alimentării raționale cu aer comprimat, a instalațiilor de acționare pneumatică. În cazul acționărilor hidraulice, de obicei este necesară montarea unei pompe hidraulice la fiecare instalație de acționare.

Dezavantaje : 8 puncte

1. *Forțe de inerție mari* în timpul funcționării în cazul acționărilor pneumatice cu cilindru de forță la care se cere o mișcare rapidă a pistonului, când, la sfârșitul cursei acestuia apare o lovitură puternică, datorită izolării pistonului de peretele care limitează cursa.
2. Destinderea bruscă a aerului comprimat în motoarele pneumatice este însoțită de *scaderea temperaturii, fenomen care provoacă separarea și depunerea apei pe pereți, precum și favorizarea coroziunii elementelor pneumatice.*
3. Deplasarea aerului comprimat prin conducte lungi și cu multe coturi și schimbări de secțiune are loc cu *pierderi de presiune care reduc randamentul total al*

instalației. De aceea conductele instalației trebuie judicios dimensionate, iar traseul ales cu grijă, pentru a se reduce pierderile la minimum.

4. *O scădere importantă a randamentului poate fi determinată și de pierderile de aer prin neetanșeități. Aerul având vâscozitate redusă, cantitățile pierdute prin jocuri relativ mici pot căpăta valori mari. Pierderile de aer pot fi evitate printr-o întreținere atentă și o menținere în bună stare a îmbinărilor dintre elementele instalației pneumatice.*
5. *Neuniformizarea turației - stick - slip - la turații reduse motorul se oprește și repornește.*

Varianta online a testului este la adresa de mai jos :

<https://docs.google.com/forms/d/1UQDQgLQ5abbC5l1eWFTPZqQ40AVwQ6zMBcGgp5ZQdyY/edit>

Programul colectează adresele de mail ale elevilor, iar ei pot vedea rezultatul testului și răspunsurile corecte, după rezolvarea integrală a testului.

III. EXEMPLE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE, în relație directă cu analiza de la punctul I

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Modulul: Sisteme de automatizare

Tema: Elemente de execuție. Elemente de acționare hidraulice și pneumatice.

Clasa: a XI-a - învățământ liceal

Rezultate ale învățării:

Cunoștințe:

7.1.1. Elemente de circuit hidraulic și pneumatic (rol, funcționare, simboluri, selectare conform documentațiilor tehnice) / clasa a X-a

11.1.1. Sisteme de reglare automata/ clasa a XI-a

Abilități:

7.2.1. Selectarea elementelor componente și specifice ale circuitelor hidraulice și pneumatice în funcție de rol și funcționare/ clasa a X-a

7.2.3. Utilizarea simbolurilor elementelor de circuit hidraulic și pneumatic în diverse aplicații/ clasa a X-a

11.2.3. Alegerea componentelor sistemelor de reglare automata potrivit unor criterii date utilizând diverse surse de documentare/ clasa a XI-a

11.2.4. Urmărirea funcționării elementelor de automatizare în cadrul instalațiilor electromecanice conform tehnologiilor/ clasa a XI-a

Atitudini:

7.3.3. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită/ clasa a X-a

11.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate/ clasa a XI-a

11.3.5. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate/ clasa a XI-a

11.3.6. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor / clasa a XI-a

Obiective:

1. Identificarea componentelor hidraulice și pneumatice utilizate în sistemele de reglare automată

2. Precizarea elementelor constructive și caracteristicile elementelor utilizate în sistemele de reglare automată

3. Explicarea diferențelor dintre tipurile de elemente de execuție.

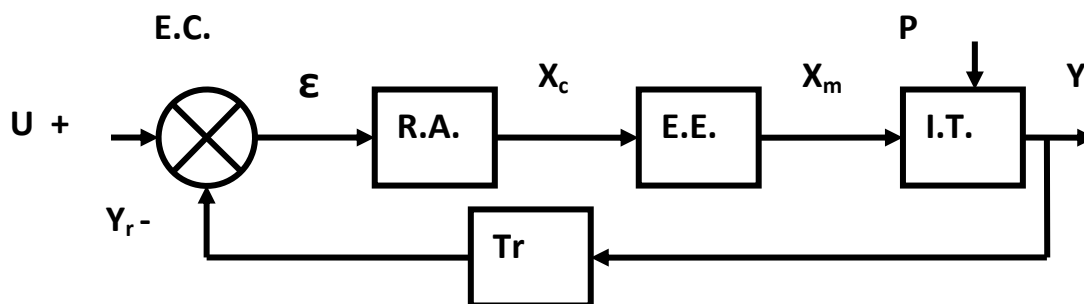
4. Realizarea unei prezentări pe teme date.

Elevii primesc **fișa 1 de documentare** care conține noțiuni generale despre elementele de execuție electrice, hidraulice și pneumatice utilizate în sistemele de reglare automată și, în anexă - simboluri standardizate ale mașinilor și aparatelor utilizate în scheme. Se discută cu aceștia despre tipul, caracteristicile, rolul funcțional al mașinilor și aparatelor simbolizate în fișă, ca și despre modul în care acestea sunt reprezentate în scheme.

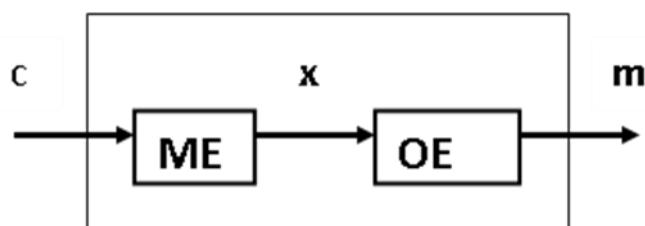
FIȘA 1 DE DOCUMENTARE

Automatizarea proceselor de producție se realizează prin sisteme automate, formate din elemente componente, care se realizează în schemele funcționale, simbolizate printr-un dreptunghi.

Elementele de execuție sunt componente ale sistemelor automate care primesc la intrare semnale de mică putere de la blocul de conducere și furnizează mărimi de ieșire, în marea majoritate a cazurilor, de natură mecanică (forțe, cupluri) capabile să modifice starea procesului în conformitate cu algoritmul de conducere stabilit.

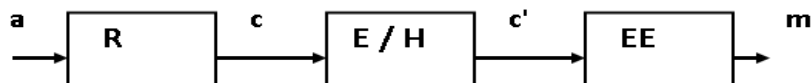


Având un dublu rol, informațional și de vehiculare a unor puteri importante, elementele de execuție au o structură complexă, reprezentând subsisteme în cadrul sistemelor automate. În general, elementul de execuție este format din două părți distincte: motorul de execuție ME (numit și servomotor) și organul de execuție OE.



Motor de execuție	Electric	Motor rotativ	De curent alternativ
		Solenoid	De curent continuu
		Cu membrană	
	Pneumatic sau Hidraulic	Cu piston	Cu 2 fețe active
			Cu o față activă
		Cu distribuitor	
	Mixt		
Organ de execuție	Electric	Reostat	
		Întreprupător	De joasă tensiune De înaltă tensiune
	Neelectric	Robinet	Cu dublă acțiune Cu simplă acțiune
		Vană	Clapetă
			Plană (fluture)

- Relația care se stabilește între mărimile m de la ieșirea EE (mărimia de execuție) și c mărimia de intrare a EE (provenită de la regulator) definește comportarea EE în regim staționar. Raportul dintre aceste mărimi, pentru orice valoare a lui c , ar fi ideal să fie constant, dar intervin în cursul funcționării EE anumiți factori care influențează mărimia m (frecări, reacții ale mediului ambiant, greutatea neechilibrată etc.).
- Există cazuri când trecerea de la regulator la EE trebuie adaptată, folosind un convertor care transformă mărimia de comandă, de exemplu din electrică în hidraulică, dacă intrarea în EE trebuie să fie hidraulică,



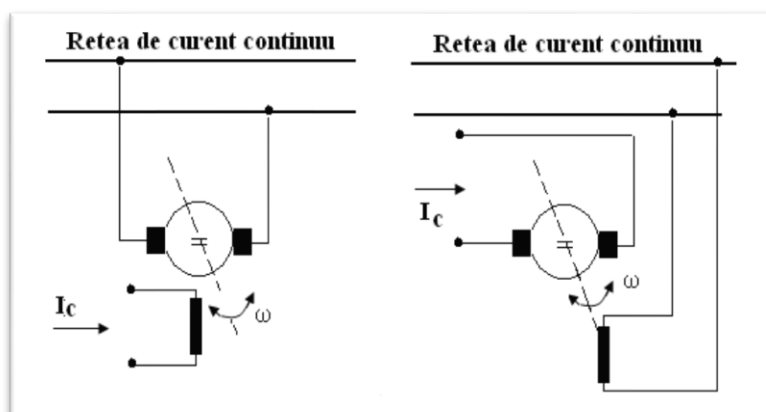
- EE poate acționa asupra modificării de energie în două moduri:
 - Continuu, dacă mărimia m poate lua orice valoare cuprinsă între două valori limită;
 - Discontinuu, dacă mărimia m poate fi modificată numai pentru două valori limită (dintre care cea inferioară este în general zero).
- Dacă intervenția asupra organului de execuție se realizează manual, partea motoare ME nu mai este necesară.
- După natura sursei de energie folosite pentru alimentarea părții motoare ME, EE se pot clasifica în:
 - Electrice;
 - Hidraulice;
 - Pneumatice.

Acționarea electrică a EE

- ✚ Acționarea electrică a organelor de execuție se realizează cu electromagneți sau cu motoare electrice de curent continuu sau de curent alternativ.
- ✚ Folosind electromagneți, se obține o acționare discontinuă, bipozițională, întrucât se pot obține la ieșire două poziții staționare (închis-deschis, dreapta-stânga); trecerea de la o stare la alta se face într-un timp scurt.
- ✚ În multe procese tehnologice cu reglare automată, pentru variația mărimii de acționare (de exemplu, pentru reglarea temperaturii, debitului, presiunii etc.) trebuie modificată poziția elementelor de reglare ale organului de execuție (vanelor, supapelor, cursorilor etc.), care determină valoarea fluxului de energie condus spre obiectul reglării. Această comandă se poate realiza și cu motoare electrice.
- ✚ Pentru organele de execuție de putere mică se folosesc în general motoare bifazate (asincrone) cu rotorul în scurtcircuit, iar pentru organe de execuție de puteri mari, motoare trifazate cu rotorul în scurtcircuit.
- ✚ Se construiesc servomotoare asincrone în următoarele variante: cu o singură rotație, cu mai multe rotații sau cu o cursă rectilinie. Cele cu mai multe rotații, la care cursa completă a elementului de reglare corespunde cu câteva rotații ale arborelui de ieșire, se folosesc mai frecvent pentru acționarea robinetelor sau a supapelor reglatoare.
- ✚ La servomotoarele cu mișcare rectilinie, arborele de ieșire este înlocuit printr-o tijă, a cărei cursă completă corespunde cu cursa completă a elementului de reglare. Parametrii principali, în funcție de care se aleg elementele, sunt: cuplul de rotație la arborele de ieșire sau forța la dispozitivul cu cursă rectilinie și durata unei rotații complete a arborelui de ieșire sau a unei curse complete a tijei.

Acționările electrice cu motoare se împart în două grupe:

- Cu viteză constantă;
 - Cu viteză variabilă.
- ✚ Pentru comanda motoarelor bifazate și trifazate asincrone se folosesc bobine de reactanță cu saturație (amplificatoare magnetice).
- ✚ Din punct de vedere constructiv, partea motoare a EE este construită din două subansambluri independente:
- Amplificatorul de execuție;
 - Motorul de execuție.
- ✚ În cazul motoarelor de curent continuu, comanda se poate face în două moduri:
- Variind curentul de excitație și menținând constant curentul din indusul motorului;
 - Variind curentul din indusul motorului și menținând constant curentul de excitație.



- ✚ În general, în SRA se întrebuițează metoda a doua, pentru că pierderile de energie sunt mai mici. Aceste motoare sunt folosite mai ales în SRA în care parametrul legat este turația sau un cuplu.

Avantajele utilizării servomotoarelor de c.c. decurg din cerințele de funcționare ale acestora:

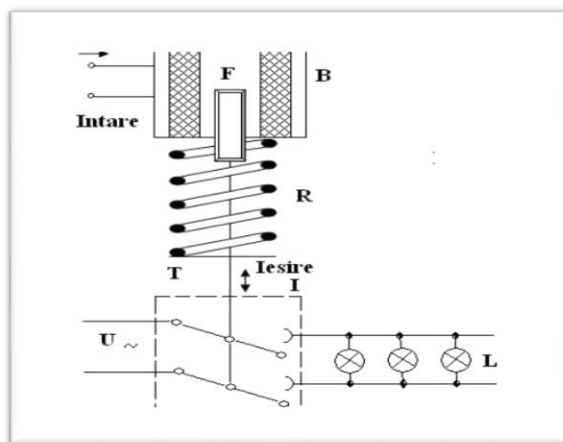
- Posibilitatea de reglaj în limite largi;
- Stabilitate a vitezei;
- Putere de comandă mică;
- Cuplu de pornire și viteză de răspuns mare.

Dezavantajul folosirii motoarelor de c.c. îl constituie apariția scânteilor la colector în timpul comutației, făcându-l nefolosibil în medii inflamabile sau explozive, precum și producerea de perturbații radiofonice.

Elemente de execuție cu electromagnet(SOLENOID)

- asigură o mișcare discontinuă, bipozițională;

Principal sunt executate ca în figură :



Cand bobina B primește curentul de comandă I_c , miezul feromagnetic F este supus unei forte de atracție și învingând forța resortului R deplasează tija T. Dacă tija este solidară cu axul întrerupătorului I, se produce închiderea unui circuit electric și aprinderea lămpilor L. La întreruperea curentului I_c prin bobină, resortul r aduce tija T în poziția anterioară și deschide întrerupătorul.

Acționarea hidraulică a EE

- + Acționările hidraulice au fost primele mecanisme din tehnica reglării automate destinate reglării proceselor, prin dezvoltarea sistemelor electrice de reglare, folosirea elementelor hidraulice a scăzut datorită neajunsurilor elementelor hidraulice (lipsa posibilității de comandă la distanță, necesitatea etanșării îngrijite a corpurilor și conductelor, dependența caracteristicilor de variațiile de temperatură ale mediului ambiant și necesitatea unei surse hidraulice).
- + În ultimul timp, elementele hidraulice cunosc o largă răspândire, întrucât prezintă unele avantaje față de cele electrice, de exemplu: bandă mare de trecere (frecvențe ridicate de lucru), raport putere/gabarit maxim, lipsa în majoritatea cazurilor a unui reductor de ieșire și varietatea mare a formelor de mișcare a axului de ieșire (rotativ, oscilant, liniar).
- + Caracteristicile statice principale ale elementelor de acționare hidraulice sunt caracterizate de viteză și de forță care determină viteza de ieșire și forța dezvoltată de motorul de execuție în funcție de elementul de comandă. Folosind presiuni înalte se pot comanda EE până la 200m, fără pierderi importante de presiune.
- + Deosebit de eficientă este hidraulica atunci când trebuie acționate, în același timp, mai multe EE (de exemplu: macazurile folosite în transporturi etc.).
- + În instalațiile de automatizare se folosesc, în majoritatea cazurilor, motoare hidraulice cu piston, care pot fi:
 - Cu mișcare liniară;
 - Cu mișcare de rotație (limitată la un unghi de 180°).

Acționarea pneumatică a EE

- ✚ Motoarele de execuție pneumatice se folosesc foarte mult pentru că prezintă următoarele avantaje:
 - Fluidul folosit (aerul) nu prezintă pericol de incendiu;
 - După utilizare, aerul este evacuat în atmosferă, nefiind necesare conducte de întoarcere ca la cele hidraulice;
 - Pierderile de aer în anumite limite, datorate neetanșietății, nu produc deranjamente;
 - Sunt simple, robuste, sigure în funcționare și necesită cheltuieli de întreținere reduse.
- ✚ Dezavantajele acestor motoare sunt următoarele:
 - Viteza de răspuns este mică (în medie $1/3 - 1/4$ din viteza de răspuns a motoarelor hidraulice);
 - Precizia motoarelor pneumatice este redusă.
- ✚ Se recomandă folosirea servomotoarelor pneumatice în următoarele cazuri:
 - Servomotorul are greutate redusă;
 - Temperatura mediului ambiant este ridicată și cu variații mari;
 - Mediul ambiant este exploziv;
 - Nu se cere precizie mare;
 - Nu se cer viteze de lucru mari.
- ✚ Motoarele pneumatice pot fi liniare sau rotative. Cele liniare se pot realiza cu piston sau cu membrană.

Profesorul prezintă elementele de execuție, schemele bloc, avantaje și dezavantaje ale utilizării elementelor electrice, hidraulice și pneumatice, modul de reprezentare în schemele de acționare (fișa 2 de documentare , prezentare Power Point etc).

Fișa 2 de documentare

Elementele de execuție pneumatice folosesc ca sursă de energie aerul comprimat. Ele sunt executate pentru mișcări de deplasare, de regulă translație. Cilindrul pneumatic este în majoritatea cazurilor elementul de acționare care produce lucru mecanic. El are sarcina de a realiza, prin transformarea energiei potențiale a aerului comprimat în lucru mecanic.

Principal sunt utilizate următoarele tipuri de elemente de execuție pneumatice: cu membrana (fig.1), cu piston (fig.2.1,2.2). Pot fi cilindri cu simplu efect și dublu efect. Cilindrii cu simplu efect nu pot efectua lucru mecanic decât într-un singur sens de deplasare.

Cilindrii cu simplu efect se realizează în mai multe variante constructive de bază. Una din cele mai simple soluții este aceea a cilindrului cu membrană

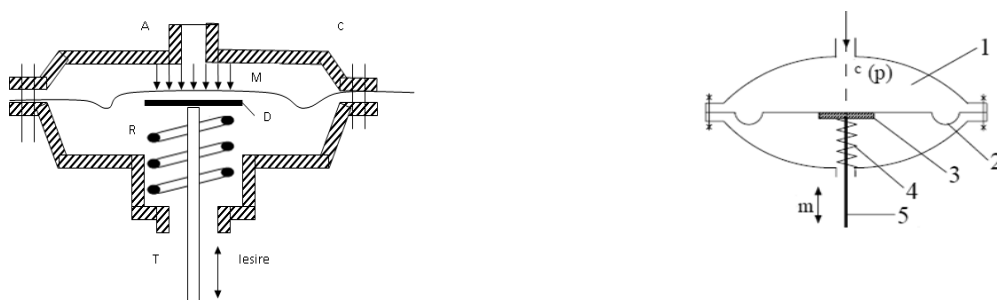


Fig. 1. Elemente de execuție pneumatice cu membrană

EE cu membrană este format dintr-o capsulă rotundă în interiorul căreia se află o membrană M, care împarte capsula în 2 camere A și B. În camera B se află o tijă T care preia mișcările membranei M prin intermediul unui disc D. Tijă și discul sunt menținute în poziție inițială de resortul R. Aerul pătrunde în capsulă, acționează asupra membranei și învingând rezistența resortului, împinge tija în jos. Cursa tijei indică gradul de deschidere al organului de execuție.

Dacă mișcarea de ieșire a motorului trebuie să fie unghiulară tija va fi articulată cu o pârghie așa încât când tija se deplasează liniar, la capătul liber al pârghiei se obține o deplasare unghiulară.

Elementele de execuție pneumatice cu membrană transformă energia potențială a aerului sub presiune în energie mecanică la deplasarea liniară a unui organ de execuție cu care se face intervenția în procesul automat.

Alimentarea elementelor de execuție pneumatice se face cu energie de la regulatoarele pneumatice (0.2 ÷ 1 bar), sau electronice, prin intermediul convertorului electro-pneumatic.

Elementele de execuție pneumatice sunt formate din motor de execuție (SP - servomotorul pneumatic) și organul de execuție (OE) (fig.2).

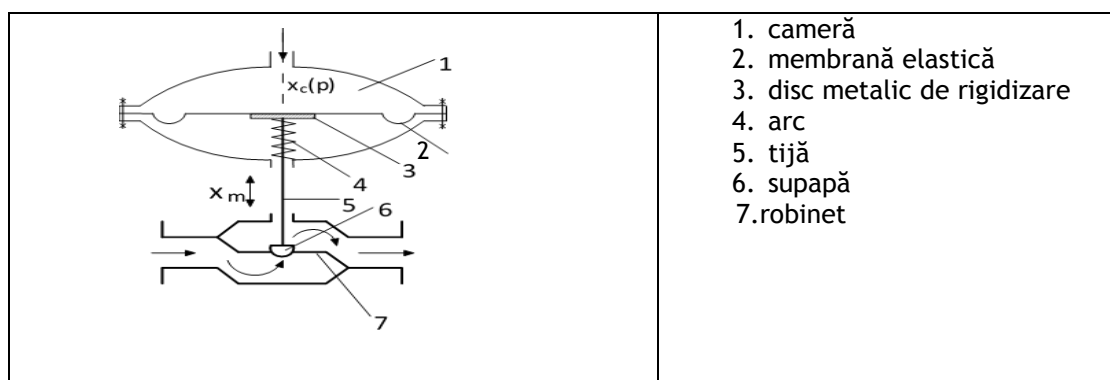


Fig.2. Element de execuție pneumatic cu membrană și resort

Mărimea de intrare x_c este o presiune care provine de la un regulator sau un convertor și are ca mărime de ieșire deplasarea x_m a tijei robinetului. Supapa 6 realizează închiderea robinetului în funcție de deplasarea axului 5. Această închidere depinde și de profilul supapei.

Motoarele de execuție pneumatice se folosesc foarte mult pentru că prezintă următoarele avantaje:

1. Fluidul folosit (aerul) nu prezintă pericol de incendiu;
2. După utilizare, aerul este evacuat în atmosferă, nefiind necesare conducte de întoarcere ca la cele hidraulice;
3. Pierderile de aer în anumite limite, datorate neetanșietății, nu produc deranjamente;
4. Sunt simple, robuste, sigure în funcționare și necesită cheltuieli de întreținere reduse.

Dezavantajele acestor motoare sunt următoarele:

1. Viteza de răspuns este mică (în medie $1/3 - 1/4$ din viteza de răspuns a motoarelor hidraulice);
2. Precizia motoarelor pneumatice este redusă.
3. Se recomandă folosirea servomotoarelor pneumatice în cazurile când: servomotorul are greutate redusă, temperatura mediului ambiant este ridicată;
4. Mediul ambiant este exploziv;
5. Nu se cer viteze de lucru mari.
6. Motoarele pneumatice pot fi liniare sau rotative. Cele liniare se pot realiza cu piston sau cu membrană.

Într-o instalație de acționare pneumatică, elementul de acționare propriu-zis este motorul pneumatic (cilindrul pneumatic).

Cilindrii pneumatici, denumiți și elemente de execuție, transformă energia pneumatică în energie mecanică, pe care o furnizează apoi mecanismului acționat.

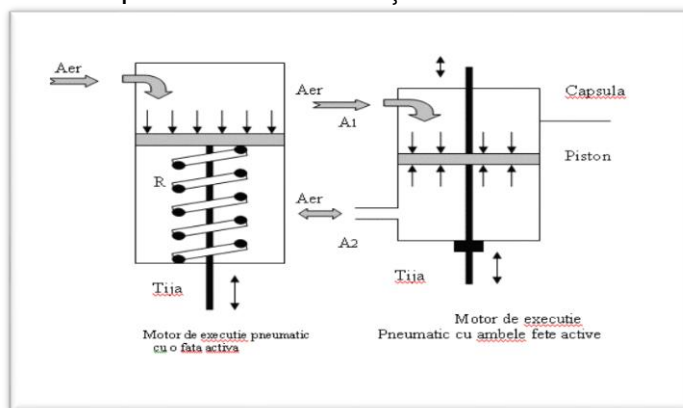


Fig.3. Elemente de execuție pneumatice cu piston (fig.3.1,3.2).

La motorul cu o față activă a pistonului, aerul comprimat intră prin orificiu în cilindru, și împinge în jos pistonul solidar cu tija T, comprimând în același timp resortul R. Forța F ce acționează asupra pistonului va imprima acestuia o deplasare: $\Delta l = KF$

K - constantă ce depinde de resort

Dar $F = pS$

Rezultă $\Delta l = KpS = KoP$ unde p - presiunea, S - suprafața activă a pistonului

La cilindrii cu simplu efect admisia aerului comprimat nu se face decât într-o singură cameră, motiv pentru care nu se poate realiza lucru mecanic decât într-un singur sens. În funcție de montare, cilindrul poate acționa prin tragere, (poziția inițială cu tija pistonului ieșită în afară, lucrul mecanic se produce la retragerea tijei pistonului din cilindru), sau prin apăsare (poziția inițială cu tija pistonului retrasă în cilindru, lucrul mecanic se produce la ieșirea tijei pistonului din cilindru). Cursa de revenire , în care nu se realizează lucru mecanic, este asigurată de un resort sau de forțe exterioare care acționează asupra tijei pistonului.

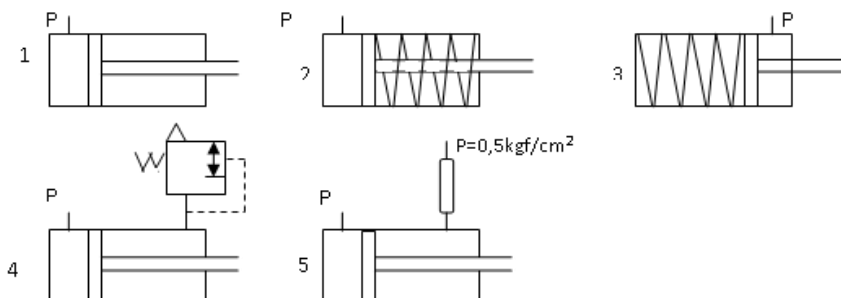


Fig. 4. Reprezentarea schematică a diverselor tipuri de cilindri cu simplu efect

1- cursa de lucru la ieșirea pistonului din cilindru, cursă de revenire asigurată prin forțe exterioare; 2- cursa de lucru la ieșirea pistonului (prin apăsare), cursa de revenire asigurată prin resort; 3- cursa de lucru la retragerea pistonului în cilindru, (prin tragere), cursa de revenire asigurată de resort; 4 - energia pneumatică de lucru (corespunzătoare la 6kgf/mm²) este transmisă prin P.

La motorul cu 2 fețe active poziția tijei depinde de diferența de presiune între cele două fețe ale pistonului.

$\Delta p = p_1 - p_2$ (adică diferența de presiune a aerului comprimat intrat prin cele două orificii)

Acest tip de motor este folosit atunci când sunt necesare forțe egale de acțiune în ambele sensuri de rotație.

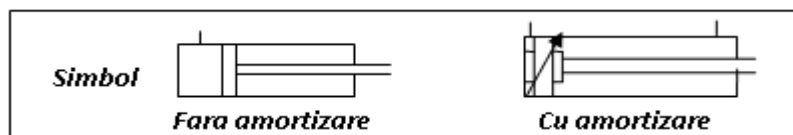


Fig. 5. Simbol pentru cilindru cu dublu efect

Structura complexă, a unui element de execuție pneumatic se compune din:

- 1 servomotor pneumatic; 2 amplificator pneumatic; 3 traductor de poziție; 4 element sensibil; 5 organ de execuție (fig. 2).

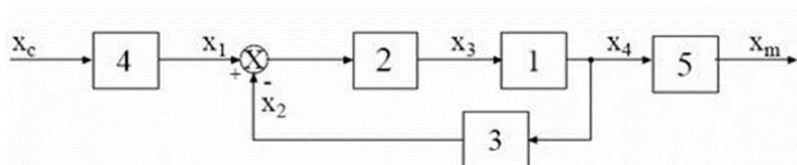


Fig. 6. Structura unui element de execuție pneumatic

În figura 7 este prezentată schema de reglare automată a debitului de fluid printr-un robinet cu ajutorul unui element de execuție pneumatic cu membrană (în figură nu s-a mai desenat și corpul robinetului).

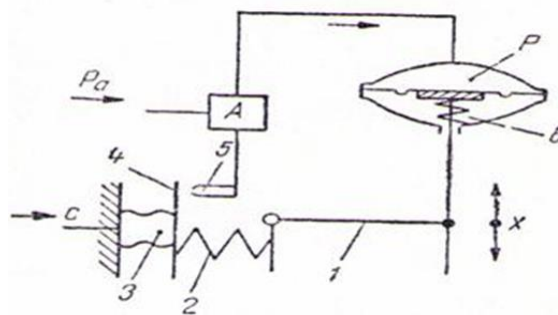


Fig. 7. Reglarea automată cu element de execuție pneumatic

Resortul 6 și axa x a robinetului constituie în acest sistem procesul reglat P. Elementul de măsurare (traductorul) pentru mărimea reglată x este format din pârgă 1 și resortul 2. Mărimea de intrare în sistem este c.

Elementul de comparație este format din extremitatea liberă a burdufului 3. Asupra burdufului acționează pe de o parte o forță $S_b c$, în care S_b este suprafața burdufului, iar pe de altă parte forța resortului 2 proporțională cu deplasarea x. Deplasarea clapetei 4 în fața ajustajului 5 va fi proporțională cu $c - x$ (mărimea de eroare). În acest sistem regulatorul, constituit din amplificatorul A, este de tip proporțional și este alimentat cu aer comprimat la o presiune p_a . Presiunea p de la ieșirea din amplificator este mărimea de comandă, iar mărimea de execuție este S_p , în care S este suprafața utilă a diafragmei.

Mărimea de ieșire a acestui sistem este x care tinde să devină egală cu c . Datorită faptului că regulatorul este de tip proporțional va apărea o abatere staționară care depinde de amplitudinea mărimilor de perturbație care acționează asupra axului pistonului. Abaterea staționară poate fi neglijată chiar în cazul unor limite foarte largi ale perturbațiilor care apar în procesul de reglare în care s-a introdus un robinet cu poziționar (supapă).

Schema bloc a reglării cu element de execuție pneumatic este prezentată în figura 8.

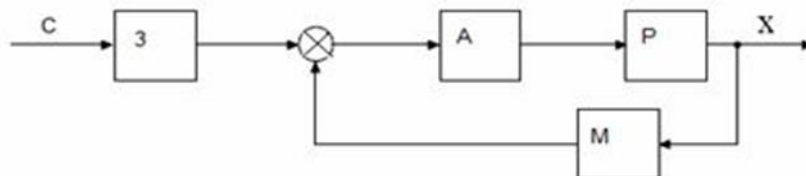


Fig.8. Schema bloc a reglării

Dintre aceste elemente, amplificatorul de putere, elementul sensibil și traductorul de poziție, care sunt atașate servomotului pneumatic, formează poziționerul. Pentru a fi studiată comportarea elementului de execuție în ansamblul sistemului de reglare este necesar să se stabilească relația ce leagă mărimea x_m de mărimea x_c (pentru elementul de execuție pneumatic cu membrană, x_c este o presiune). Elementele de acționare pneumatică se construiesc în două variante: cu membrană și cu piston. După cum aerul sub presiune poate să acționeze pe o singură față sau pe ambele fețe ale membranei elastice, deosebim elemente de execuție proporționale sau integrale.

Anexele conțin simbolurile standardizate ale elementelor hidraulice și pneumatice și sunt prezentate pe suport electronic - trimise pe grupul clasei, sau pe platformele educaționale de unde pot fi accesate atunci când e necesar.

Simboluri standardizate - **Anexa 1** -

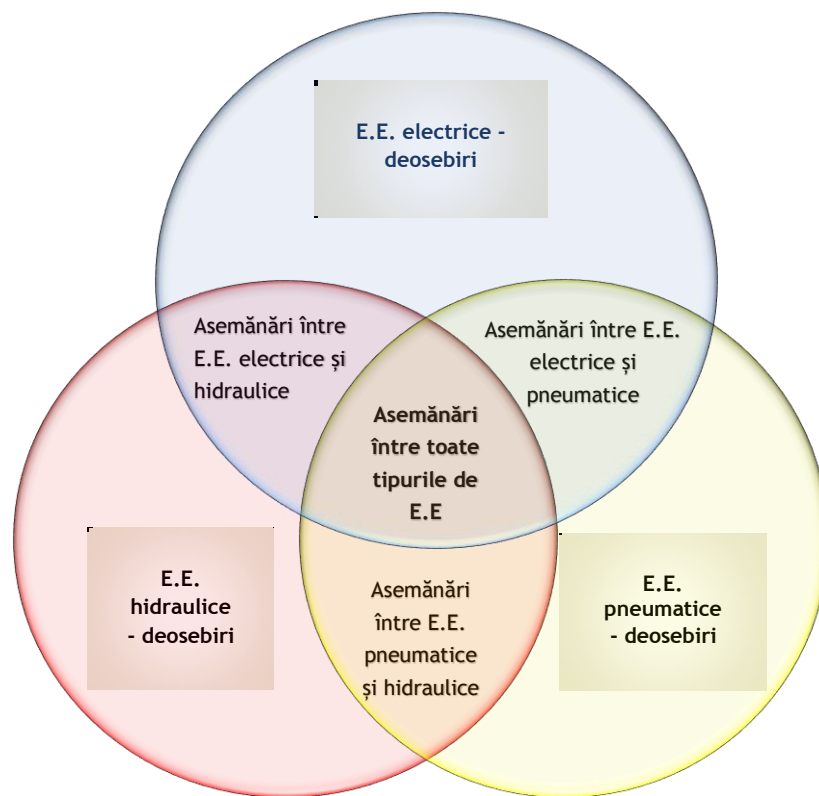
<https://mctr.mec.upt.ro/wp-content/uploads/2017/09/Simboluri-si-scheme-pneumatice-.pdf>

Pe baza unei fișe de lucru, elevii vor avea de realizat comparații între caracteristicile elementelor de execuție electrice, hidraulice și pneumatice - Diagrama Venn. Se folosește diagrama pentru a indica asemănările și deosebirile între două elemente, teme, aparate tehnologice etc.

FIȘA DE LUCRU :

Utilizând fișele de documentare, notițele, manualele, Internetul și cunoștințele voastre din practică:

1. Identificați diferențele și asemănările între cele trei tipuri de elemente de acționare.
2. Pe diagrama Venn desenată pe fișă, completați cu noțiunile găsite.



3. Completați datele din fișă și expuneți rezultatul pe posterele de pe tablă.
4. Completați **Tabelul 1** cu simbolurile lipsă , faceți asocierile corecte între componentă și rolul ei funcțional și atașați-l de Diagrama.
5. Intr-o prezentare scurtă, explicați concluziile analizei comparative.

Tabelul 1

Denumirea componentei sistemului	Simbol	Rolul funcțional	Observații
1. Distribuitor clasic		a. transformă energia mecanică în energie hidraulică	
2. Supapă		b. dirijează fluidul sub presiune pe anumite circuite datorită unor comenzi exterioare	
3. Motor hidraulic liniar		c. protejează sistemul și limitează presiunea din sistem la o anumită valoare	
4. Robinet		d. rolul de a reține impuritățile din agentul de lucru	
5. Drosel reglabil		e. sunt dispozitive utilizate în condiții speciale, pentru închidere/deschidere circuit.	
6. Filtru		f. permit reglarea vitezei motoarelor rotative sau a cilindrilor prin reglarea debitului de alimentare	

Etape:

- a. Elevii lucrează în perechi la o problemă, materializând soluția într-un produs: diagramă, planșă etc.;
- b. Se expun produsele;
- c. Toată clasa examinează și discută, condusă prin întrebări de către profesor, produsele expuse;
- d. După prezentare, elevii revăd rezultatele și, conform observațiilor, își autoevaluează fișele.
- e. Evaluarea se face pe baza observațiilor membrilor echipei și ale profesorului și a completărilor aduse de ceilalți colegi. Se poate face fișă de observare pentru fiecare echipă sau se completează o fișă de evaluare similară cu cea de mai jos, utilizată la realizarea practică a temei.

Metoda poate fi utilizată cu succes mai ales în faza de fixare a cunoștințelor sau de verificare a lor. Exemplu : „Regulatoare”, „Tipuri de sisteme de reglare automată”, „Scheme de acționare”- elevii sunt solicitați să analizeze asemănările și deosebirile între elementele SRA sau între schemele de măsurare, automatizare sau acționare.

Dacă tema studiată este realizată practic, fie în cadrul orelor de laborator, fie în cadrul atelierului, la instruire practică, evaluarea se face cu ajutorul unei fișe de evaluare /autoevaluare, care poate avea următoarea formă :

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare realizare practică	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator	Punctaj acordat	
				Autoevaluare	Evaluator
1.	Organizează punctul de lucru (20 p)	Alegerea componentelor necesare realizării schemei	10 p		
		Alegerea sculelor, dispozitivelor și materialelor necesare	5 p		
		Organizarea locului de muncă	5 p		
2.	Realizează sarcina de lucru (50 p)	Montarea componentelor pe o panoplie	15 p		
		Realizarea legăturilor electrice, hidraulice sau pneumatice	20 p		
		Verificarea continuității circuitelor	5 p		
		Verificarea funcționării schemei	5 p		
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă	5 p		
TOTAL MAXIM REALIZARE PRACTICĂ			70 p		
Nr. crt.	B. Criterii de apreciere a prezentării rezultatului	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator	Punctaj acordat	
				Autoevaluare	Evaluator
1.	Prezentarea sarcinii de lucru (30 p)	Utilizarea vocabularului de specialitate	10 p		
		Precizarea rolului funcțional al elementelor componente din schemă	10 p		
		Descrierea stărilor de funcționare ale schemei	10 p		
		TOTAL MAXIM PREZENTARE ORALĂ	30 p		
PUNCTAJ TOTAL			100 p		
PUNCTAJ FINAL					

IV. EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE, cu accent pentru forma ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: Electromecanică

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Modulul: Sisteme de automatizare în instalațiile electromecanice - clasa a XI - a (cu revenie la noțiunile de la M3 - Sisteme electro-hidropneumatice - clasa a X-a)

Tema: Elementele sistemelor de reglare automată - identificarea și alegerea componentelor sistemelor de reglare automată

Clasa: a XI - a - învățământ liceal

Rezultate ale învățării: Supravegherea sistemelor de automatizare din instalațiile electromecanice

Cunoștințe:

11.1.1. Sisteme de reglare automată

Abilități:

11.2.3. Alegerea componentelor sistemelor de reglare automată potrivit unor criterii date utilizând diverse surse de documentare

Atitudini:

11.3.3. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/ sarcinilor încredințate

11.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Obiective:

1. Identificarea elementelor componente ale sistemelor pneumatice.
2. Precizarea rolului funcțional al elementelor componente ale acționărilor pneumatice.
3. Analizarea componenței, funcționării și utilizării sistemelor de reglare pneumatice.

Etape de lucru:

1. Elevii primesc fișa de documentare - online, prin intermediul platformelor.

Fișa de documentare 1

ELEMENTELE COMPONENTE ALE ACȚIONĂRILOR PNEUMATICE

Pentru realizarea unei acționări pneumatice sunt necesare următoarele elemente componente:

- A. compresorul (generatorul pneumatic) ;
- B. elementul de execuție pneumatic (motorul) ;
- C. aparatele pneumatice;
- D. elementele auxiliare ;
- E. conducte

Compresoarele pneumatice

Au rolul de a transforma energia mecanică primită, în energie pneumatică, prin reducerea volumului specific al aerului, adică prin creșterea presiunii

Compresoarele sunt de mai multe feluri:

- Cu piston;
- Rotative;
- Turbocompresoarele.

Elementul de execuție pneumatic (motorul).

Motoarele pneumatice pot fi, de mai multe feluri:

- Rotative;
- Liniare cu piston;

- Liniare cu membrană.

Aparatele pneumatice

Sunt elemente ce au rolul de a conduce aerul comprimat, și prin aceasta, de a asigura funcționarea instalațiilor pneumatice.

Principalele aparate pneumatice sunt:

- Distribuitorii;
- Supapele;
- Rezistențele pneumatice.

Distribuitorii asigură distribuția aerului comprimat pe anumite circuite ale instalației, în funcție de comenzile primite.

Supapele reglează funcționarea instalației prin modificarea presiunii în anumite puncte ale circuitelor pneumatice.

Ele sunt de două feluri:

- drosele care limitează debitul de aer, au o construcție întrucâtva asemănătoare cu cea a supapelor hidraulice;
- regulate de presiune, având rolul de a reduce presiunea de alimentare a unui circuit și a o menține constantă, regulatele de presiune lucrează ca supape de presiune, fiind cunoscute sub denumirea de supape de siguranță sau de descărcare.

Elementele auxiliare ale instalațiilor pneumatice

Au rolul de a pregăti aerul comprimat sau de a interveni asupra acestuia cu scopul de a asigura funcționarea instalației în bune condiții.

Acest grup de elemente pneumatice cuprinde:

- filtrele ;
- ungătoarele ;
- rezervoarele ;
- amortizoarele fonice

Filtrele sunt elementele pneumatice care au rolul de a reține particule aflate în suspensie în aerul comprimat din instalația de acționare pneumatică. Filtrarea aerului comprimat este o acțiune foarte importantă, deoarece particulele aflate în suspensie se pot depune în interiorul aparatelor, obturând orificiile și împiedicând funcționarea instalației.

Ungătoarele sunt elementele care au rolul de a dispersa în instalația de acționare pneumatică o cantitate de lubrifianț, necesară pentru reducerea frecării dintre organele metalice în mișcare relativă.

Rezervoarele sunt elementele care înmagazinează o cantitate oarecare de aer comprimat. Scopul înmagazinării este de a permite o alimentare uniformă a consumatorilor de aer comprimat, de a evita căderi mari de presiuni în conducta de alimentare a instalației pneumatice și de a evacua umiditatea din aer prin condensare. Existența rezervorului de aer comprimat permite, de asemenea, oprirea periodică a compresorului, atunci când consumul de aer este relativ scăzut.

Amortizoarele fonice sunt elementele care au rolul de a amortiza zgomotele neplăcute provocate de evacuarea aerului sub presiune din instalația de acționare pneumatică, întrucât acestea pot avea efecte nocive asupra persoanelor aflate permanent în apropiere.

Conductele

Sunt elementele care servesc la transportarea aerului comprimat într-o instalație de acționare pneumatică sau electropneumatică.

Orice instalație pneumatică se construiește potrivit procesului de lucru pe care trebuie să-l execute. În acest sens, din instalația pneumatică pot lipsi unele din elementele componente enumerate mai înainte, dacă funcțiile lor nu sunt necesare.

Generatorul de energie pneumatică este compresorul sau pompa de vid, după cum agentul de lucru este aerul comprimat sau aerul rarefiat. Deoarece în practică se folosește mai mult aerul comprimat, în cele ce urmează se va insista asupra acționărilor cu aer comprimat.

După cum se știe, se cunosc următoarele tipuri de compresoare:

- A. compresoare cu piston;

- B. compresoare rotative;
- C. turbocompresoare.

A. Compressoarele cu piston

Sunt formate dintr-un cilindru 1, în interiorul căruia un piston 2 execută mișcări alternative, datorită mecanismului bielă manivelă. Prin supapa 3 se asigură pătrunderea aerului în cilindru, atunci când pistonul se deplasează spre punctul mort inferior PMI, și închiderea camerei, atunci când pistonul urcă spre punctul mort superior PMS. În acest moment aerul este comprimat la caracteristicile pentru care a fost calculat compresorul. Când pistonul a ajuns la PMS se deschide supapa 4, care permite trecerea aerului comprimat într-un rezervor de unde va fi apoi dirijat în instalație (Fig. 3)

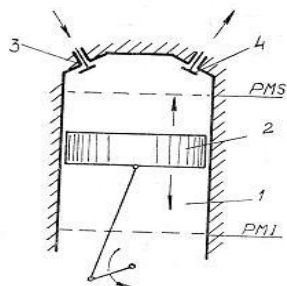


Fig. 3. Principiu de funcționare a unui compresor cu piston

- 1 - cilindru ;
- 2 - piston ;
- 3 - supapa de admisie a aerului în cilindru ;
- 4 - supapa de evacuare a aerului comprimat ;
- PMS - punct superior mort ;
- PMI - punct inferior mort.

Compressoarele cu piston se pot executa cu o singură treaptă sau cu mai multe trepte. Compressoarele cu mai multe trepte asigură un randament general mai bun și elimină temperaturile ridicate, ca urmare a comprimării aerului la presiuni mari.

În figura 4. s-au reprezentat schemele unor compresoare cu două trepte (bietajate), din care:

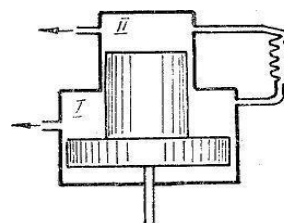


Fig. 4 a)

- a. cu pistoane diferențiale și cameră de egalizare;
- b. cu pistoane tandem , în etajul I se realizează aer la joasă presiune, iar în etajul II aer la

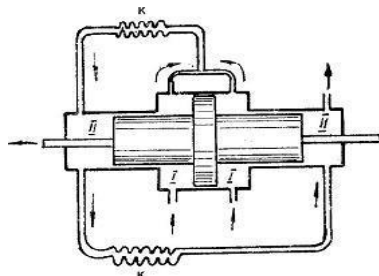


Fig. 4 b)

înaltă presiune.

Fiecare compresor este echipat cu unul sau mai multe radiatoare K, necesare răcirii aerului.

B. Compressoare rotative

Compresorul rotativ cel mai răspândit este cel cu palete (Fig.5) Este o mașină cu caracteristici elastice, putând realiza debite și presiuni variabile, fie prin variația vitezei motorului de acționare, fie printr-un regulator special.

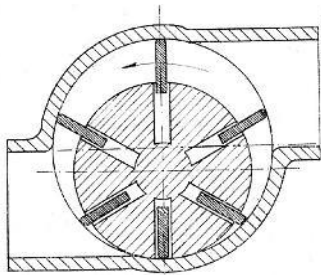


Fig. 5. Compresorul rotativ cu palete

Compresorul rotativ este compus dintr-un stator cilindric în care se rotește un rotor cu palete (vezi fig.5). Paletele sunt montate - cu joc mic - într-o serie de cavități oblice în corpul rotorului. Când acesta se rotește, forța centrifugă împinge paletele spre suprafața interioară a carcasei, pe care se sprijină.

În timpul rotației aerul aspirat din exterior este „împins” cu presiune într-un rezervor (butelie), de unde apoi poate fi folosit conform necesităților.

C. Turbocompresorul

Turbocompresorul se construiește pentru debite mari și presiuni mici. Este, în fapt, un compresor rotativ cu mai multe trepte (putînd ajunge la 30 de trepte pentru 9 atm), antrenat de un motor de putere și turație mare.

Se folosește pentru alimentarea uneltelor pneumatice și pentru alte utilizări auxiliare.

ELEMENTE DE EXECUȚIE PNEUMATICE (MOTOARE)

A. Motoare pneumatice rotative.

Motoarele pneumatice rotative se utilizează fie ca unități independente pentru acționarea unor utilaje, în locurile în care folosirea motoarelor electrice nu este posibilă, fie la acționarea polizoarelor, mașinilor de găurit etc., în care caz construcția lor este încorporată în mașina-unealtă respectivă.

Motoarele pneumatice ca unități independente se utilizează pe scară largă în industria extractivă, unde, din cauză că nu prezintă pericol de incendiu, sunt foarte indicate. Ele se montează la dispozitivele de acționare ale combinelor miniere, ale vinciurilor și transportoarelor.

Construcția motorului pneumatic ca și caracteristicile sale funcționale sunt determinate de modul în care se realizează volumul variabil de lucru. Din acest punct de vedere, motoarele pneumatice se pot împărți în cîteva categorii și anume :

- motoare cu roți dintate;
- motoare cu palete;
- motoare cu pistoane radiale și axiale;
- motoare cu pistoane profilate ;
- motoare cu șurub sau elicoidale.

B. Motoare pneumatice liniare cu piston și cu membrană

Într-o instalație cu acționare pneumatică, elementul de acționare propriu-zis este cilindrul pneumatic. Cilindrii pneumatici, denumiți și cilindri de lucru, transformă energia pneumatică în energie mecanică, pe care o furnizează apoi mecanismului acționat. Cilindrii pneumatici efectuează lucrul mecanic printr-o mișcare de translație, fiind, astfel, motoare pneumatice cu mișcare de translație. Cilindrii pneumatici sunt folosiți în cele mai diferite instalații cu acționări pneumatice.

Se construiesc două tipuri de cilindri pneumatici:

- cilindri cu piston (motoare pneumatice liniare cu piston), schema de principiu, în fig.6. a ;
- cilindri cu membrană (motoare pneumatice liniare cu membrană), schema de principiu, în fig.6.b;

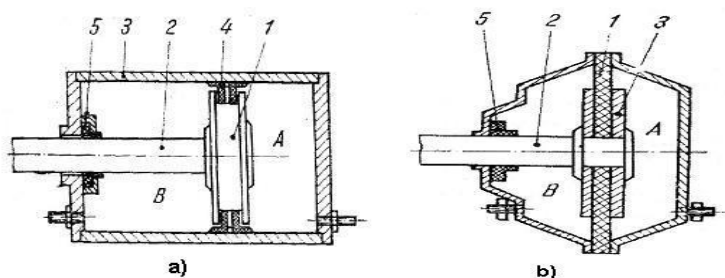


Fig. 6. Cilindru cu piston (a) și cu membrană (b).

Organul de lucru care transformă energia pneumatică în energie mecanică este pistonul și respectiv membrana. Pistonul 1 (fig. 6, a) este solidarizat cu tija 2, care imprimă mișcarea mecanismului acționat. Pistonul se deplasează în cilindrul 3, sub acțiunea aerului comprimat care se găsește în spațiul A sau B. Etanșarea între spațiile A și B se face cu ajutorul garniturilor 4. Etanșarea tijei prin capacul cilindrului se face cu garniturile 5. În cazul camerei cu membrană (fig. 6, b) deplasarea tijei 2 se face prin deplasarea membranei 1 sub acțiunea aerului comprimat ce se găsește în spațiile A sau B. Etanșarea celor două spații se face de însăși membrana care este fixată între cele două părți ale camerei. Fixarea tijei de membrană se face prin intermediul discurilor 3. Etanșarea tijei se face cu ajutorul garniturilor 5. Cilindrii cu piston pot fi construiți cu curse până la 4 000 mm, spre deosebire de camerele cu membrană, a căror cursă nu depășește, de obicei, 60 mm. Forța de acționare a cilindrului cu piston este aproape constantă pe întreaga cursă. Forța de acționare a camerelor cu membrană este variabilă pe lungimea cursei, datorită deformării membranei care preia o parte din forța dezvoltată de aerul comprimat. Posibilitatea realizării unor curse mari, ca și variația mică a forței de acționare, pe întreaga cursă a pistonului, asigură un domeniu larg de utilizare a cilindrului pneumatic cu piston. Totuși, construcția camerelor cu membrană, prin lipsa etanșării mobile, prezintă o serie de avantaje funcționale în comparație cu cilindrul cu piston, care pot fi hotărâtoare în anumite cazuri de utilizări.

Cilindrii pneumatici cu piston sunt caracterizați, din punct de vedere funcțional, de următoarele mărimi:

- diametrul nominal
- cursa pistonului

Prin diametrul nominal se înțelege diametrul interior al cilindrului sau diametrul interior de alunecare al pistonului. *Diametrul nominal* determină valoarea forței pe care este capabil să o dezvolte un cilindru pneumatic, la o presiune dată a aerului comprimat care alimentează cilindrul. Întrucât la instalațiile de acționări pneumatice, presiunea aerului comprimat nu depășește în majoritatea cazurilor valoarea de 10 kgf /cm², cilindrul pneumatic cu piston construiți pot fi folosiți până la această presiune. În instalațiile de acționare pneumatică, cilindrul sunt realizați în cele mai diferite forme constructive și cu mărimi ale diametrului nominal de la 5 mm până la 400 mm și curse ale pistonului până la 4000 mm.

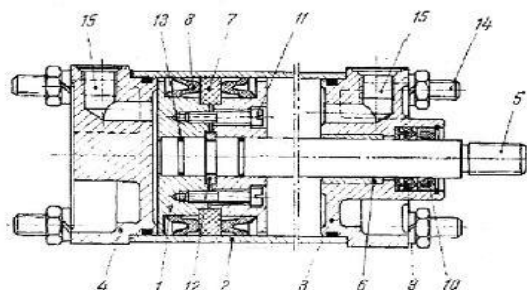


Fig. 7. Cilindru pneumatic cu dublă acțiune

În fig. 7, este prezentat un cilindru pneumatic cu dublă acțiune având utilizare generală și construcție mai răspândită. Se compune din pistonul 1, care culisează în cilindrul 2, închis la capete cu capetele 3 și 4. Forța exercitată de presiunea aerului asupra pistonului este

transmisă la exterior prin tija 5, care este ghidată în capacul 3 prin intermediul bucșei 6. Pistonul 1 este ghidat în cilindrul 2 prin intermediul inelului de ghidare 7 și etanșează spațiile din față și spatele pistonului cu ajutorul garniturilor 8. Întrucât spațiul situat între capacul 3 și tija pistonului trebuie etanșat față de exterior, există și sistemul de garnituri 9, care etanșează trecerea tijei 5 prin capac precum și garniturile de curățire 10 care au scopul să împiedice pătrunderea unor corpuri în cilindru, odată cu intrarea tijei. Pistonul 1 este fixat pe tija 5 cu șuruburile 11 și inelul 12, etanșarea față de tijă realizându-se cu garniturile 13. Ansamblul cilindru-capace este strâns cu tiranții 14. Cilindrul pneumatic descris este prevăzut cu canalele 15, pentru intrarea și, respectiv, ieșirea aerului. Deosebirea care există între numeroasele construcții de cilindri pneumatici cu piston, executați de diferite întreprinderi, nu se referă la componență, așa cum a fost prezentată mai înainte, ci la modul de realizare a pieselor componente care alcătuiesc cilindrul pneumatic.

2. Elevilor li se transmite pe platforme fișa de lucru :

FIȘĂ DE LUCRU:

Utilizând toate sursele de documentare (fișe de documentare, manual, notițe, Internet), găsiți soluțiile pentru următoarele cerințe :

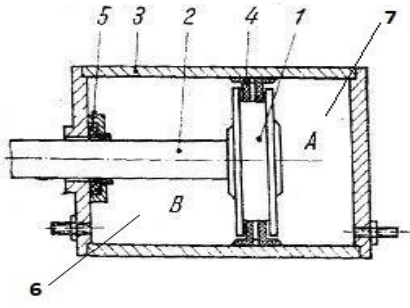
1. Completați spațiile libere cu informația corectă:

(10 p)

- Distribuitorul asigură distribuția aerului comprimat pe anumite circuite ale instalației, în funcție de(1)..... primite.
- Generatorul de energie într-o acționare pneumatică este(2).....
- Pentru debite mari și presiuni mici se folosește(3).....
- Diametrul nominal determină valoarea(4).....pe care este capabil să o dezvolte un cilindru pneumatic, la o presiune dată a aerului comprimat care alimentează cilindrul.
- Într-o instalație cu acționare pneumatică, elementul de acționare propriu-zis este.....(5).....

2. În Coloana A este imaginea cilindrului cu piston, iar în Coloana B sunt enumerate **elementele componente** ale acestuia. Asociați cifrelor indicatoare din imaginea din coloana A, literele corespunzătoare din coloana B pentru a stabili asocierile corecte între elementele componente ale cilindrului cu piston și denumirile acestora.

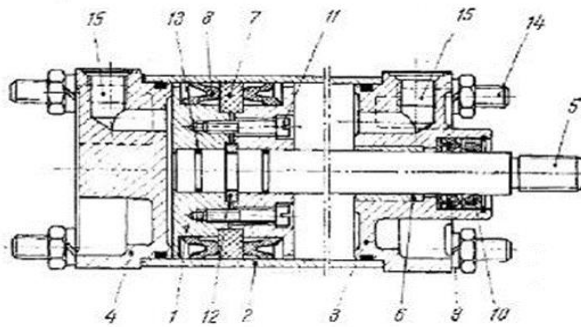
(35 p)

Coloana A.	B.
	- cilindru - camera aer comprimat 1 - garnitura tijă - tija - robinet - piston - camera aer comprimat 2 - garnitura piston

3. Stabiliți valoarea de adevăr a următoarelor afirmații : (15 p)

- a. Supapele reglează funcționarea instalației prin modificarea presiunii în anumite puncte ale circuitelor pneumatice.
- b. Când agentul de lucru este aerul rarefiat, generatorul de energie pneumatică este compresorul.
- c. Filtrele sunt elementele pneumatice care au rolul de a dispersa în instalația de acționare pneumatică o cantitate de lubrifianț, necesară pentru reducerea frecării dintre organele metalice în mișcare relativă.

3. În figura de mai jos este reprezentat cilindrul pneumatic cu dublă acțiune :
(30 p)



- a. Indicați denumirile elementelor notate cu 1, 2, 5, 6 și 7. (10 p)
- b. Precizați rolul elementelor notate cu 9, 10 și 13. (6 p)
- c. Descrieți, pe scurt, modul de funcționare al schemei. (14 p)

BAREM DE CORECTARE

Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timp de lucru 20 de minute.

1. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect. Total 10 puncte

- a) (1)- comenzile
- b) (2)- compresorul
- c) (3) - turbocompresorul
- d) (4) - forței
- e) (5) - cilindrul pneumatic

2. Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare asociere corectă. Total 35 puncte

1 - f, 2 - d, 3 - a, 4 - h, 5 - c, 6 - b, 7 - g.

2. Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare asociere corectă. Total 15 puncte
a - A, b - F, c - F.

3. Se acordă punctajul specificat la fiecare subpunct în parte. Total 30 puncte.

a. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare element și mărime identificate corect. 10 puncte

1 - piston, 2 - cilindru, 5 - tija, 6 - bucșa, 7 - inel de ghidare

b. Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare element definit corect. 6 puncte

- Sistemul de garnituri 9, care etanșează trecerea tijei 5 prin capac ;
- Garniturile de curățire 10 care au scopul să împiedice pătrunderea unor corpuri în cilindru, odată cu intrarea tijei ;
- Garniturile 13 realizează etanșarea pistonului față de tijă.

c. Se acordă punctele pentru descrierea integrală a funcționării. 14 puncte
Pentru denumirea și descrierea corectă a fiecărui element în funcționare se acordă câte 1 punct.

Cilindru pneumatic cu dublă acțiune se compune din pistonul 1, care culisează în cilindrul 2, închis la capete cu capacele 3 și 4. Forța exercitată de presiunea aerului asupra pistonului este transmisă la exterior prin tija 5, care este ghidată în capacul 3 prin intermediul bucșei 6.

Pistonul 1 este ghidat în cilindrul 2 prin intermediul inelului de ghidare 7 și etanșează spațiile din fața și spatele pistonului cu ajutorul garniturilor 8 .

Întrucât spațiul situat între capacul 3 și tija pistonului trebuie etanșat față de exterior, există și sistemul de garnituri 9, care etanșează trecerea tijei 5 prin capac precum și garniturile de curățire 10 care au scopul să împiedice pătrunderea unor corpuri în cilindru, odată cu intrarea tijei.

Pistonul 1 este fixat pe tija 5 cu șuruburile 11 și inelul 12, etanșarea față de tijă realizându-se cu garniturile 13. Ansamblul cilindru-capace este strâns cu tiranții 14. Cilindrul pneumatic descris este prevăzut cu canalele 15, pentru intrarea și, respectiv, ieșirea aerului.

Forma online a Fișei de lucru este la adresa :

<https://docs.google.com/forms/d/1UQDQgLQ5abbC5I1eWFTPZqQ40AVwQ6zMBEgGp5ZQdyY/edit>

3. Se discută fișa de lucru, după primirea rezultatelor, și sunt clarificate noțiunile din fișă la care elevii au avut dificultăți.

Bibliografie:

1. Curriculum clasa a X-a - învățământ liceal - Anexa 4 la OMEN nr. 3915 din 18.05.2017.
2. Curriculum clasa a XI-a - învățământ liceal - Anexa 1 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018.
3. Standarde de pregătire profesională niv. 4, Calificarea profesională Tehnician Electromecanic - Anexa 4 la OMENCS nr. 4121 din 13.06.2016.
4. Manual pentru clasa a XI-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic - Sisteme de acționare electrică - Autori: Florin Mareș și Dragoș Ionel Cosma și -Editura CD Press.
5. Manual pentru învățământul liceal și postliceal, Filiera tehnologică, Profil tehnic - Sisteme de reglare automată - Autori: Dragoș Ionel Cosma , Irina Aura Manolache, Aurelian Chivu - Editura CD Press.
6. Manual pentru clasa a XII-a, licee tehnice - Reglarea automată a parametrilor proceselor tehnologice. Autori : Autori: Dragoș Ionel Cosma , Irina Aura Manolache - Editura CD Press.
7. Manual pentru clasa a XII-a, licee tehnice - Acționări și automatizări - Autori : Boțan V. și co., E.D.P. - București, 1979
8. Manual pentru clasa a XI-a și a XII-a, licee tehnologice - Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată - Autori : Sabina Hilohi, Doinița Ghinea - Editura Didactică și Pedagogică, București, 2016
9. Manual pentru clasa a XI-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic, calificare : tehnician mecatronist - Senzori și traductoare - Autori: Aurel Ciocîrlea - Vasilescu, Olguța Laura Spornic și Mariana Constantin și - Editura CD Press.
10. Manual pentru clasa a XII-a, Filiera tehnologică, Profil tehnic - Acționări pneumatice în mecatronică - Autori: Ioan Pușcaș și Radu Luncan - Editura CD Press.

EXEMPLUL 11

I. STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: SISTEME DE ACȚIONARE, clasa a XI-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a XI-a 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 XII-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ recomandări/ sugestii metodologice/ observații (după caz)
1	2	3	4
Modulul analizat: Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE			
		MODUL I. Planificarea și organizarea producției MODUL II: Asigurarea calității MODUL III. Sisteme de automatizare în instalații electromecanice II MODUL V. Mentenanța instalațiilor electromecanice	
RI 8.1.2. Scheme electrice de acționare RI 8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică RI 8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în	Conținutul 1 2. Scheme de forță și de comandă: - scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând semnele convenționale ale elementelor componente	Conținutul modulului din clasa a XI-a nu poate fi preluat/integrat în cadrul unui modul din clasa a XII-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021.	Rezultatele învățării, corespunzătoare modulului Sisteme de acționare, clasa a XI-a nu se regăsesc în modulul din clasa a XII-a și conținuturile nu pot fi integrate. În acest caz, se propune ca în primele 2 săptămâni din anul școlar 2020-2021, să se facă o recapitulare care să cuprindă acest conținut.

realizarea unor scheme de forță și de comandă			
RI 8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone RI 8.2.6.Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă RI 8.2.7.Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu	Conținutul 2 3.Sisteme de acționare electrică: - tipuri de acționări: cu mișcare liniară, cu mișcare de rotație - clasificare în funcție de motor (electrice, hidraulice, pneumatice) - componentele sistemelor de acționare electrică: mașina de lucru, motorul de acționare, organul de transmisie, instalația de comandă - condiții de funcționare a motoarelor: mediul de lucru, proces tehnologic, caracteristica mecanică a mașinii de lucru (tip de motor, schemă de comandă), regimul de funcționare a mașinii de lucru, condiții de ordin economic.	Conținutul modulului din clasa a XI-a nu poate fi preluat/integrat în cadrul unui modul din clasa a XII-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021.	Rezultatele învățării, corespunzătoare modulului Sisteme de acționare, clasa a XI-a nu se regăsesc în modulul din clasa a XII-a și conținuturile nu pot fi integrate. În acest caz, se propune ca în primele 2 săptămâni din anul școlar 2020-2021, să se facă o recapitulare care să cuprindă acest conținut.

I.EXEMPLE INSTRUMENTE DE EVALUARE

INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională:Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE

Rezultate ale învățării vizate:

8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică

8.1.2. Scheme electrice de acționare

8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate

8.2.2. Citirea schemelor de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

8.2.3. Selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

8.2.4. Selectarea elementelor pentru circuitul de forță, comandă, protecție și reglaj ale acționărilor electrice

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.3.2. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme;*

Obiectivele evaluării :

1. Identificarea elementelor componente ale sistemelor de acționare electrică

2. Precizarea rolului funcțional al unui sistem de acționare electrică

3. Explicarea principiilor de funcționare a diferitelor scheme de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

4. Analizarea și selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

TEST DE EVALUARE-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timp de lucru: 50 minute

SUBIECTUL I

28 puncte

A.

10 puncte

Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Prin sistem de acționare electrică se înțelege:

- a) ansamblul de dispozitive care transformă energia electrică în energie mecanică;
- b) ansamblul de dispozitive care transformă energia mecanică în energie electrică;
- c) ansamblul de dispozitive care transformă energia electrică în energie termică;
- d) ansamblul de dispozitive care transformă energia mecanică în energie termică;

2. Scopul esențial al unui sistem de acționare electrică este:

a) punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv mecanic, pe scurt a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia electrică a unui motor electric;

b) punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv electric, pe scurt a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia mecanică a unui motor electric;

c) punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv mecanic, pe scurt a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia mecanică a unui motor electric;

d) punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv mecanic, pe scurt a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia termică a unui motor electric;

3. În cazul acționărilor cu mișcare liniară, motorul poate pune în mișcare o mașină de lucru dacă dezvoltă o forță F care poate fi definită în funcție de forțele rezistente, statice și dinamice, prin relația:

a) $F = F_s \times F_d$;

b) $F = F_s - F_d$;

c) $F = F_d - F_s$;

d) $F = F_s + F_d$;

4. Prin caracteristică mecanică a unei mașini de lucru se înțelege:

a) modul de variație a cuplului dinamic al acesteia în funcție de un parametru care determină valoarea acestui cuplu;

b) modul de variație a cuplului rezistent static al acesteia în funcție de un parametru care determină valoarea acestui cuplu;

c) modul de variație a cuplului motor al acesteia în funcție de un parametru care determină valoarea acestui cuplu;

d) modul de variație a cuplului dinamic al acesteia în funcție de forța care determină valoarea acestui cuplu;

5. Funcționarea unui sistem de acționare este posibilă numai atunci când:

a) există un punct de intersecție (numit punct de funcționare) între caracteristica mecanică a mașinii de lucru și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca motor (nu ca generator);

b) există un punct de intersecție (numit punct de funcționare) între caracteristica mecanică a organului de transmisie și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca motor (nu ca generator);

c) există un punct de intersecție (numit punct de funcționare) între caracteristica mecanică a mașinii de lucru și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca generator (nu ca motor);

d) există un punct de intersecție (numit punct de funcționare) între caracteristica mecanică a instalației de comandă și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca motor (nu ca generator);

B.

8 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate sistemele de excitație, iar în coloana **B** sunt enumerate ecuațiile de tensiuni la funcționarea în sarcină a unui motor de curent continuu.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1. excitație separată	a. $U = E + R_a (I - i_{ex})$;
2. excitație serie	b. $U = E + R_a (I - i_{ex}) + R_s I$;
3. excitație derivație	c. $U = E + R_a I$;
4. excitație mixtă	d. $U = E + R_a (I + i_{ex})$;
	e. $U = E + (R_a + R_e) I$;

C. 10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5.

1. La motoarele de curent continuu, curentul I_a din indus nu trebuie să depășească de 2-2,5 ori curentul nominal, nici chiar un timp scurt, deoarece - în caz contrar - comutația s-ar înrăutăți foarte mult, și, în plus, încălzirea conductoarelor ar depăși limitele admisibile.
2. Supradimensionarea motorului conduce la creșterea radamentului sistemului de acționare, creșterea factorului de putere și creșterea cheltuielilor de investiție.
3. Mașina de lucru primește de la motor energia necesară pentru a învinge toate forțele ce apar în timpul procesului de lucru, respectiv a forțelor rezistente statice F_s și a forțelor rezistente dinamice F_d .
4. Circuitele părții de comandă, dintr-o schemă de acționare electrică, au rolul să asigure protecția la scurtcircuit a schemei, să realizeze comenzile motorului și automenținerea comenzilor de pornire-oprire.
5. Cuplul pe care mașina de lucru îl opune motorului electric de acționare în timpul desfășurării procesului tehnologic se numește cuplu dinamic, notat cu M_d , și caracterizează comportarea mecanismului executor în regim staționar.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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

28 puncte

II.1.

10 puncte

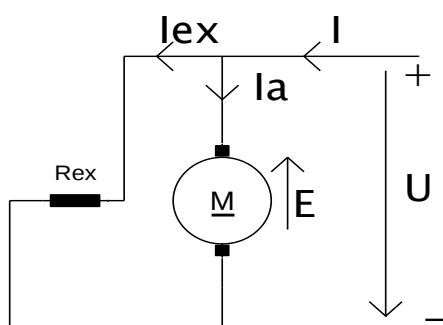
Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, informația corectă care completează spațiile libere:

1. Rotorul motorului asincron se rotește în același sens cu câmpul.....(1)..... statoric, iar sensul acestuia este dat de succesiunea fazelor la bornele înfășurărilor, adică de ordinea în care....(2)..... prin cele trei înfășurări de fază ating valoarea maximă. Pentru schimbarea sensului de rotație al.....(3)....., trebuie să se inverseze sensul câmpului inductor.
2. La pornirea motoarelor cu rotorul în scurtcircuit accesul la bornele....(4)..... nu mai este posibil. De aceea, la aceste motoare, metodele de pornire sunt concentrate pe circuitul....(5)....., iar rotorului i se aduc modificări constructive care vizează îmbunătățirea performanțelor la....(6)..... (creșterea cuplului și micșorarea curentului absorbit).
3. Mașinile electrice asincrone sunt caracterizate prin faptul că au.....(7)..... de rotație puțin diferită de viteza câmpului....(8)....., de unde și numele de asincrone. Ele pot funcționa în regim de....(9)....., în regim de generator sau în regim de.....(10).....

II.2.

18 puncte

În schema alăturată se reprezintă schema electrică a unui motor de curent continuu.

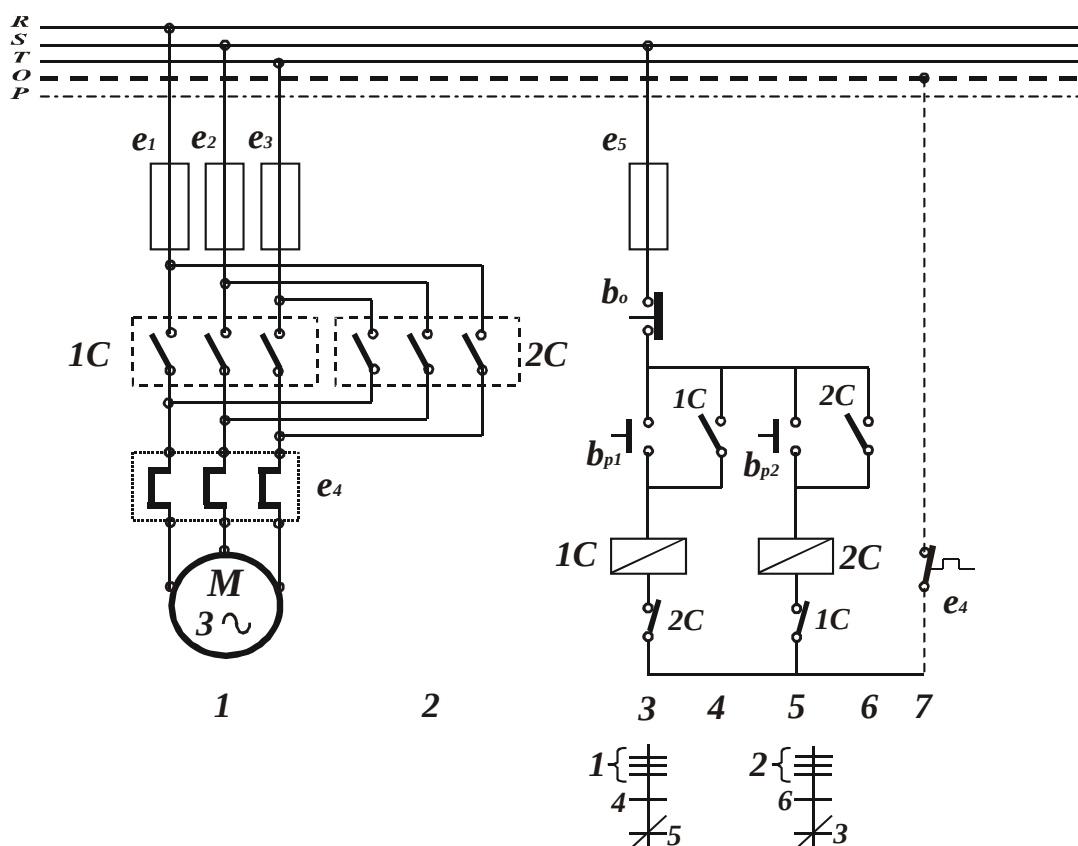


- Identificați tipul excitației motorului,
- Precizați semnificația următoarelor mărimi electrice I , I_{ex} , I_a , E , U
- Enumerați elementele componente ale motorului.

SUBIECTUL III

34 puncte

Se dă schema electrică de pornire și inversare de sens (circuitul de forță și circuitul de comandă) a unui motor asincron trifazat .



- Precizați elementele componente ale schemei electrice.
- Explicați funcționarea schemei electrice.
- Explicați ce se poate face pentru a se evita accidentarea, în cazul realizării efective a montajului.

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

28 puncte

A.

10 puncte

1 - a); 2 - c); 3 - d); 4 - b) ; 5 - a) ;

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

B.

8 puncte

1 - c; 2 - e; 3 - a; 4 - b ;

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

C.

10 puncte

Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor

1 - A; 2 - F; 3 - A; 4 - A ; 5 - F ;

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II

28 puncte

II.1.

10 puncte

(1)-inductor , (2)-curenții, (3)-rotorului, (4)-rotorice, (5)-statoric, (6)-pornire, (7)-viteze, (8)-inductor, (9)-motor, (10)-frână.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.1.

18 puncte

a) Schema reprezintă un motor cu excitație derivație.

5 puncte

Pentru răspuns corect și complet se acordă 5 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 2,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

b)

5 puncte

- I este curentul total consumat de la rețeaua de alimentare.

- I_{ex} este curentul prin înfășurarea de excitație.

- I_a este curentul prin înfășurarea rotorică.

- E reprezintă tensiunea electromotoare indusă în înfășurarea rotorică.

- U este tensiunea de alimentare a motorului.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 0,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

c)

8 puncte

Carcasă, polii de excitație, polii de comutație, axul rotoric, miezul magnetic rotoric, înfășurările rotorice, colectorul, periile.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 0,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III

34 puncte

a)

13 puncte

e_1, e_2, e_3 -siguranțe fuzibile

e_5 -siguranță fuzibilă

1C , 2C -contactor

e_4 -releu termic

b_o -buton de oprire

b_{p1}, b_{p2} - buton de oprire

M-motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit

șir de cleme, cordoane de legătură.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 0,5 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

b)

18 puncte

Schimbarea sensului de rotație este echivalentă cu schimbarea sensului câmpului inductor, care se face prin inversarea succesiunii a două faze între ele.

Pentru pornirea motorului M într-un sens se apasă pe butonul b_{p1} din circuitul 3. Bobina contactorului 1C va fi alimentată (cu tensiunea de 220V), fapt ce va permite închiderea contactelor normal deschise cnd din circuitele 1 și 4 și deschiderea contactelor normal închise cni din circuitul 5. Motorul se va roti în sensul astfel dorit. Dacă accidental se va apăsa pe butonul b_{p2} , contactorul 2C nu va fi pus sub tensiune, dată fiind poziția deschisă a contactului 1C din circuitul 5.

Pentru a opri motorul se apasă pe butonul b_o din circuitul 3.

Să presupunem că dorim să rotim motorul în sens invers. Se apasă pe butonul b_{p2} din circuitul 5. În acest moment, se alimentează bobina contactorului 2C din circuitul 5, Contactorul 2C va închide contactele cnd din circuitele 2 și 6 și va deschide cni din circuitul 3 (se protejează astfel motorul M ca să fie accidental pornit prin b_{p1} în celălalt sens).

În caz că motorul este suprasolicitat - prin motor circulă un curent mai mare decât curentul nominal - releul termic e_4 din circuitul 1 va intra în funcțiune, elementele termice ale acestuia deplasând contactul e_4 din poziția închis în poziția deschis. În acest fel, contactul cni al releului e_4 din circuitul 7 se va deschide, circuitul secundar fiind astfel scos de sub tensiune. Bobina contactorului 1C sau 2C nemaifiind alimentată, contactele principale revin în poziția normală - inițială.

Inversarea sensului de rotație la motorul asincron trifazat se face prin inversarea a două faze între ele (în cazul nostru, faza R cu faza T), ceea ce produce în interiorul motorului modificarea sensului câmpului inductor. și motorul M nu va mai fi alimentat.

Pentru răspuns corect și complet se acordă 16 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 8 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă 2 puncte.

c)

3 puncte

Pentru evitarea accidentelor s-a prevăzut un interblocaj suplimentar între butoanele b_{p1} și b_{p2} în așa fel încât, prin apăsarea butonului de comandă a unui contactor se deschide circuitul de comandă al celuilalt, excluzând astfel posibilitatea de comandă paralelă.

Pentru răspuns corect și complet se acordă 3 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

**INSTRUMENT DE EVALUARE 1- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU
PLATFORMELE ONLINE**

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE

Conținutul învățării: 3. Sisteme de acționare electrică:

- tipuri de acționări: cu mișcare liniară, cu mișcare de rotație
- clasificare în funcție de motor (electrice, hidraulice, pneumatice)
- componentele sistemelor de acționare electrică: mașina de lucru, motorul de acționare, organul de transmisie, instalația de comandă
- condiții de funcționare a motoarelor: mediul de lucru, proces tehnologic, caracteristica mecanică a mașinii de lucru (tip de motor, schemă de comandă), regimul de funcționare a mașinii de lucru, condiții de ordin economic.

Rezultatele învățării vizate:

- 8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică
- 8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone
- 8.2.2. Citirea schemelor de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică
- 8.2.3. Selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația data
- 8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă
- 8.2.7. Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu
- 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor
- 8.3.6. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/sarcinilor încredințate
- 8.3.7. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor

Tema: Elemente componente din sistemul de acționare

Toate subiectele sunt obligatorii; Se acordă 10 puncte din oficiu;

Timpul de lucru este de 1 oră

SUBIECTUL

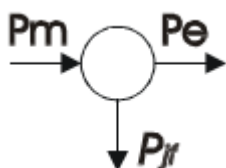
20 puncte

I.1. Scrieți litera corespunzătoare răspunsului corect:

10 puncte

1. Mașina electrică la care conversia energiei se face conform schemei alăturate, funcționează în regim de:

- a) convertizor;
- b) frână;
- c) motor;
- d) generator.

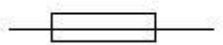
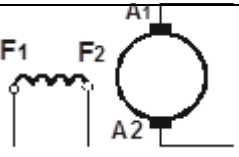
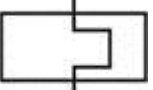
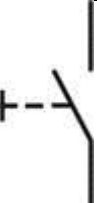
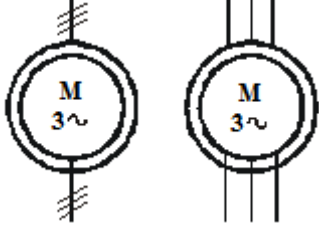


2. Siguranțele fuzibile asigură:
 - a) supracurenți de durată;
 - b) supracurenți de conectare la rețea;
 - c) scurtcircuit;
 - d) supratensiune.
3. Se numește mașină asincronă:
 - a) acea mașină de curent alternativ care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.
 - b) acea mașină de curent continuu care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.
 - c) acea mașină de curent alternativ care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație constantă cu sarcina.
 - d) acea mașină de curent alternativ care, la tensiunea dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.
4. Întreruptoarele pârghie realizează:
 - a) întreruperea automată a circuitelor de lumină și forță de joasă tensiune, atât în curent continuu, cât și în curent alternativ;
 - b) conectarea la rețea și întreruperea automată a circuitelor de lumină și forță de joasă tensiune, atât în curent continuu, cât și în curent alternativ;
 - c) conectarea la rețea și întreruperea manuală a circuitelor de lumină și forță de joasă tensiune, atât în curent continuu, cât și în curent alternativ;
 - d) deconectarea de la rețea și întreruperea manuală a circuitelor de lumină și forță de joasă tensiune, atât în curent continuu, cât și în curent alternativ.
5. Transformatorul electric este:
 - a) un aparat electromagnetic static, utilizat pentru modificarea parametrilor energiei electromagnetice primite de la o rețea de curent continuu.
 - b) un aparat electromagnetic static, utilizat pentru modificarea parametrilor energiei electromagnetice primite de la o rețea de curent alternativ.
 - c) un aparat electromagnetic static, utilizat pentru modificarea parametrilor energiei electrice primite de la o rețea de curent alternativ.
 - d) un aparat electromagnetic static, utilizat pentru modificarea parametrilor energiei mecanice primite de la o rețea de curent alternativ.

1.2. Transcrieți, pe foaia de lucru, cifra fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că anunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals
5 puncte

- 1) Mașina electrică la care schimbul principal de energie cu o rețea se realizează în curent continuu este cunoscută sub denumirea de mașină de curent continuu.
- 2) La pornirea motoarelor cu rotorul în scurtcircuit accesul la bornele rotorice nu mai este posibil.
- 3) Mașina de lucru cedează motorului energia necesară pentru a învinge toate forțele ce apar în timpul procesului de lucru, respectiv a forțelor rezistente statice F_s și a forțelor rezistente dinamice F_d .
- 4) Reostatele de excitație sunt aparate folosite pentru reglarea curentului din generatoarele electrice, de curent continuu sau de curent alternativ, prin varierea curentului de excitație ca urmare a modificării valorii rezistenței circuitului respectiv.
- 5) Releele termice sunt folosite pentru protecția receptoarelor și motoarelor electrice la solicitările produse de suprasarcini.

1.3. În coloana A sunt reprezentate simboluri ale elementelor de acționare, iar în coloana B semnificația acestora. Scrieți, pe foaia de răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.
5 puncte

A	B
 1.	a. întreruptor cu comandă manuală
 2.	b. motor asincron trifazat cu rotorul bobinat
 3.	c. siguranță fuzibilă
 4.	d. motor de curent continuu cu înfășurare serie
 5.	e. motor de curent continuu cu înfășurare separată
	f. releu termic

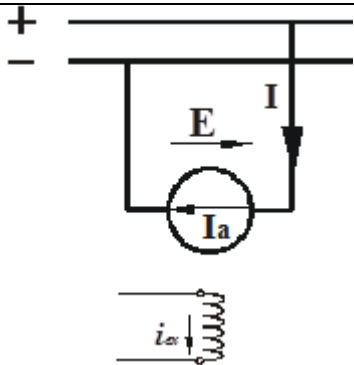
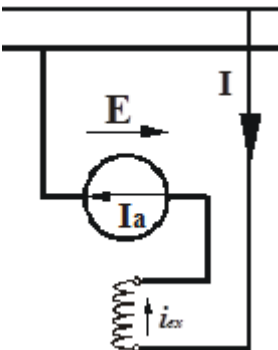
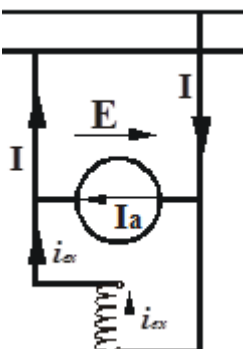
SUBIECTUL II

20 puncte

2.1. Completează spațiile libere pentru obținerea unui enunț corect: 8 puncte

- Mașinile electrice asincrone sunt caracterizate prin faptul că au.....(1)..... de rotație puțin diferită de viteza câmpului....(2)....., de unde și numele de asincrone. Ele pot funcționa în regim de....(3)....., în regim de generator sau în regim de.....(4).....
- Supracurenții sunt curenți mai mari decât curentul.....(5)..... . Orice supracurent se caracterizează prin mărime și.....(6).....
- Întreruptoarele pârghie sunt aparate de.....(7)..... tensiune, caracterizate prin faptul că închiderea și deschiderea circuitului se realizează cu ajutorul unui contact.....(8)..... în formă de braț de pârghie.

2.2 În prima coloană a tabelului de mai jos sunt prezentate schemele motoarelor de curent continuu. Completați tabelul cu tipul sistemului de excitație și ecuațiile de tensiuni la funcționarea în sarcină a motorului de c.c. 12 puncte

MOTOARE DE CURENT CONTINUU	TIPUL SISTEMULUI DE EXCITAȚIE	ECUAȚIILE DE TENSIUNI LA FUNCȚIONAREA ÎN SARCINĂ
		
		
		

SUBIECTUL III

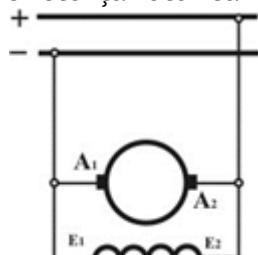
50 puncte

3.1.

20 puncte

Generatorul de curent continuu a cărei schemă electrică este dată în figura alăturată are următoarele caracteristici:

- tensiunea electromotoare produsă de înfășurarea indusului este $E = 120 \text{ V}$.
- intensitatea curentului din circuitul exterior este $I = 18 \text{ A}$.
- intensitatea curentului din inductor este $I_{ex} = 2 \text{ A}$.
- rezistența rotorică $R_a = 0,5 \Omega$



Se cer:

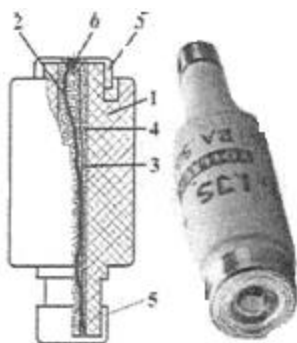
- tipul de excitație a generatorului
- sensul curentului în circuitul: indusului, exterior, de excitație.
- relația dintre curenți
- tensiunea la bornele generatorului
- rezistența inductorului.

3.2.

10 puncte

În imagine este prezentată secțiunea prin patronul unei siguranțe fuzibile cu filet de 2,5A.

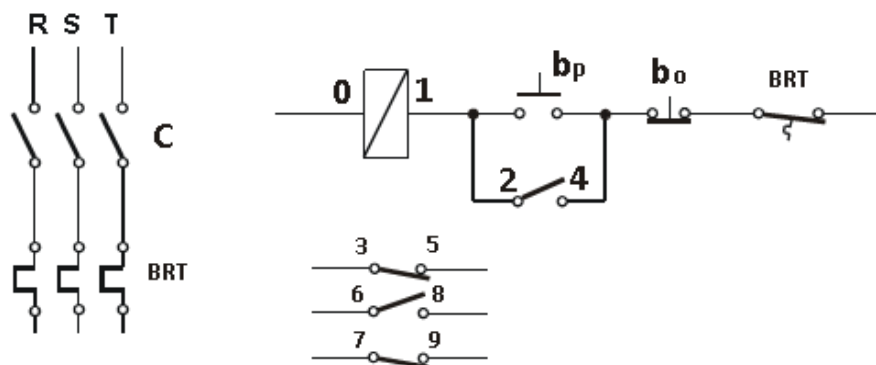
- Notați pe foaia de concurs elementele component notate cu cifre de la 1 la 6.
- Prezentați rolul siguranței fuzibile în sistemele de acționare electrică.
- Menționați din ce sunt realizate elementele fuzibile.



3.3.

20 puncte

Se consideră schema electrică a unui contactor cu releu termic (TCA - 10 A; cod 3207) - demaror.



- Identificați elementele din schemă.
- Precizați cum se asociază aparatele electrice, în același ansamblu, pentru a se rezolva în cât mai bune condiții atât comanda și protecția motoarelor electrice.
- Menționați rolul aparatelor folosite .

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

SUBIECTUL I

20 puncte

1.1.

10 puncte

1-d) ; 2- d) ; 3 -a) ; 4 -c) ; 5-b).

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

1.2.

5 puncte

1- A; 2-A; 3-F; 4-F; 5-A.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

1.3.

5 puncte

1 - c; 2 - e; 3 - f; 4 - a; 5 - b.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL II

20 puncte

2.1.

8 puncte

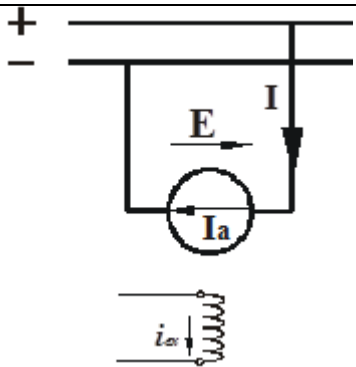
(1)-viteze ; (2)- inductor; (3)- motor; (4)- frână; (5)- nominal; (6)- durată ; (7)- joasă; (8)- mobil.

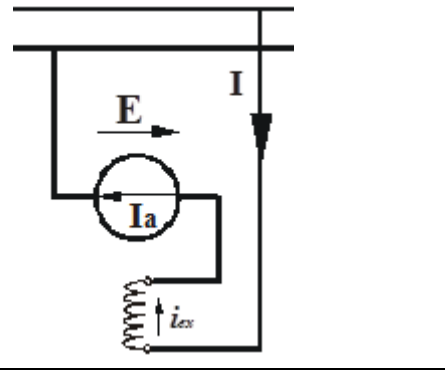
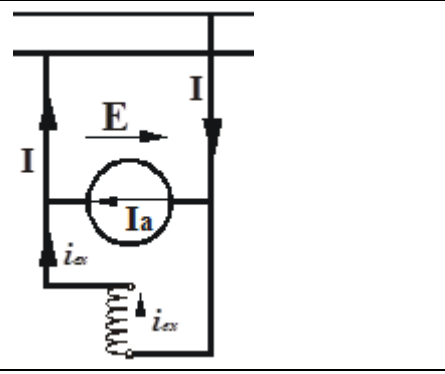
Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

2.2.

12 puncte

MOTOARE DE CURENT CONTINUU	TIPUL SISTEMULUI DE EXCITAȚIE	ECUAȚIILE DE TENSIUNI LA FUNCȚIONAREA ÎN SARCINĂ
	Motor de curent continuu cu excitație separată	$U = E + R_a I$

	Motor de curent continuu cu excitație serie	$U = E + (R_a + R_e)I$
	Motor de curent continuu cu excitație derivație	$U = E + R_a (I - i_{ex})$

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III

50 puncte

3.1.

20 puncte

a)

2 puncte

generator de curent continuu cu excitație derivație

Pentru răspuns corect și complet se acordă 2 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

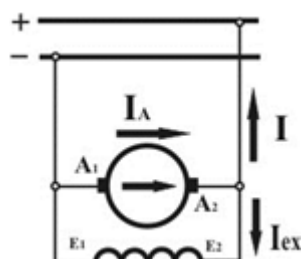
b)

8 puncte

circuitul indusului de la - la +

circuitul exterior de la + la -

circuitul de excitație de la + la -



Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru reprezentare corectă se acordă 2 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

c) 2 puncte

$$I_A = I + I_{ex}$$

Pentru răspuns corect și complet se acordă **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.

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

d) 4 puncte

$$U = E - R_a (I + I_{ex}) = 120 - 0,5 (18 + 2) = 110 \text{ V}$$

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

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

e) 4 puncte

$$R_{ex} = U / I_{ex} = 110 / 2 = 55 \text{ } \Omega$$

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

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

3.2. 10 puncte

a) 6 puncte

1-corp porțelan; 2-fir fuzibil; 3-firul indicatorului; 4-nisip fin; 5-capă de contact; 6-indicator de funcționare

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **1 punct**

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă **0 puncte**.

b) 2 puncte

Siguranțele fuzibile sunt cele mai simple aparate de protecție a circuitelor electrice împotriva curenților de scurtcircuit .

Pentru răspuns corect și complet se acordă **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.

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

c) 2 puncte

Elementele fuzibile sunt realizate dintr-un fir sau bandă subțire de metal, cu secțiunea aleasă astfel încât să se topească la trecerea unui curent mai mare decât curentul admis de instalație.

Pentru răspuns corect și complet se acordă **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.

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

3.3. 20 puncte

a) 8 puncte

C - contactor ;

BRT - bloc de rele termice;

b_p - buton de pornire;

b_o - buton de oprire.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă **0 puncte**.

b)

6 puncte

Pentru a se rezolva în cât mai bune condiții atât comanda, cât și protecția motoarelor electrice, se obișnuiește să se asocieze în același ansamblu:

- un contactor;
- trei relee electromagnetice (câte unul pe fiecare fază);
- două sau trei relee termice,

fiecare dintre aceste componente preluând o anumită funcție.

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.*

*Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă **0 puncte**.*

c)

6 puncte

Contactorul îndeplinește funcția de aparat de manevră, închizând sau deschizând circuitul principal, la comanda voită a unui operator. Când în instalația protejată se produce însă ceva anormal, deschiderea sa poate fi provocată și în mod automat de un releu.

Releele electromagnetice asigură protecția instalației împotriva scurtcircuitelor, comandând în caz de avarie, fără întârziere, deschiderea contactorului.

Releele termice asigură protecția instalației împotriva suprasarcinilor, comandând deschiderea contactorului când curentul depășește valoarea normală un timp îndelungat.

*Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 punct**.*

*Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă **0 puncte**.*

**INSTRUMENT DE EVALUARE 2- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU
PLATFORMELE ONLINE**

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE

Conținutul învățării: 2. Scheme de forță și de comandă:

- scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând semnele convenționale ale elementelor componente

Rezultatele învățării vizate:

8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică

8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate

8.2.2. Citirea schemelor de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

8.2.3. Selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.3.3. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate

8.3.4. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

**FIȘĂ PROBĂ PRACTICĂ- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE
ONLINE**

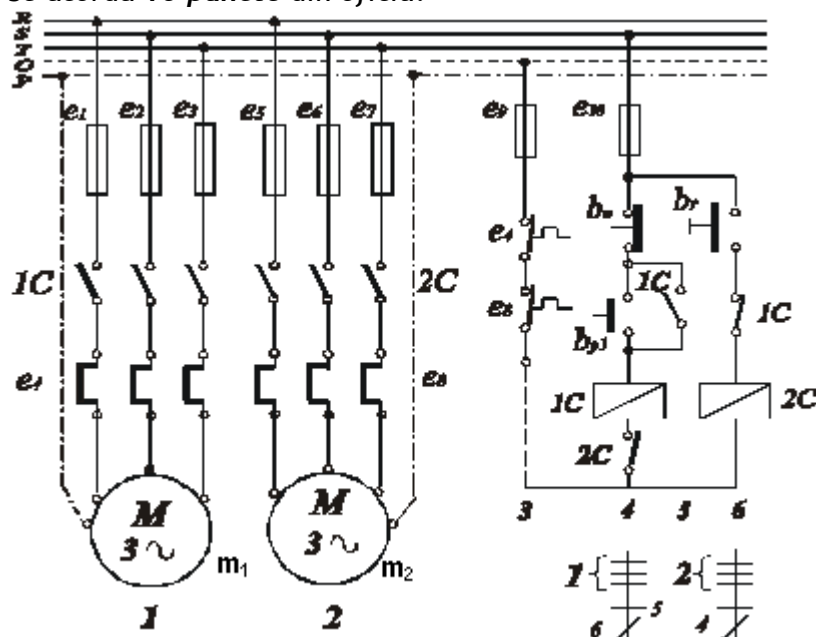
Tema: Elemente componente din sistemul de acționare

Toate subiectele sunt obligatorii; Se acordă 10 puncte din oficiu;

Timpul de lucru este de 1 oră

Lucrare practică: Realizați practic schema circuitului de mai jos pentru pornirea automată a unui motor de rezervă:

Se acordă 10 puncte din oficiu.



Sarcini de lucru:

- | | |
|--|------------------|
| 1. Identificați aparatele necesare realizării circuitului. | 17 puncte |
| 2. Explicați destinația fiecărui circuit și funcționarea schemei. | 23 puncte |
| 3. Realizați practic montajul specificând fazele tehnologice parcurse. | 50 puncte |

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

- 1. 17 puncte**
1C- 2C-contactoare ; e_4 , e_8 relee termice; e_1 , e_2 , e_3 , e_5 , e_6 , e_9 , e_{10} -siguranțe fuzibile; b_o - buton de oprire; b_p -buton de pornire; b_r -buton de pornire cu reținere ; M_1 -motor asincron cu rotorul în scurtcircuit ($P = 3$ kW); M_2 -motor asincron cu rotorul în scurtcircuit ($P = 3$ kW); șir de cleme, cordoane de legătură.
Se acordă câte 1 punct pentru identificarea corectă a fiecărui aparat. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 0,5 puncte.
Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

- 2. 23 puncte**
Schema desfășurată pentru pornirea automată a unui motor de rezervă conține 6 circuite:
- circuitele 1 și 2 - alimentare motoare M_1 , M_2
- circuitele 4 și 6 - comanda motorului M_1 , respectiv M_2
- circuitul 5 - automenținerea butonului de pornire b_p .
Se acordă câte 4 puncte pentru explicarea corectă a destinației fiecărui circuit. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 2 puncte.
Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Pornirea are loc după apăsarea pe butonul b_p , când se închide circuitul fazei R - e_9 - b_o - b_p - bobina contactorului 1C - 2C - e_4 - e_8 - O și excită bobina contactorului 1C, se închid și se deschid contactele de același nume conform diagramei de contacte. Rezultatul este că pornește motorul M_1 . Dacă funcționarea motorului m_1 se lasă fără supraveghere, se apasă pe butonul b_r . Circuitul 6 nu funcționează, deoarece contactul 1C este normal deschis. În cazul apariției unei avarii la m_1 (scurtcircuit, suprasarcină, arderea bobinei), bobina 1C va declanșa, M_1 se va opri și, în același timp, contactul 1C din circuitul 5 se închide (trece la poziția normală), punând sub tensiune circuitul 6, respectiv bobina contactorului 2C, care pornește motorul de rezervă M_2 .
Se acordă 11 puncte pentru explicarea corectă a funcționării schemei. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 5,5 puncte.
Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

- 3. 50 puncte**
Procesul tehnologic de realizare a montajului
1. Poziționarea aparaturii
 2. Fixarea aparaturii
 3. Transpunerea schemei de conexiuni și executarea legăturilor electrice
 4. Verificarea funcționalității în absența tensiunii
 5. Verificarea sub tensiune a funcționalității schemei
- Realizarea montajului se face parcurgând următoarele faze tehnologice:
- alegerea aparaturii electrice în funcție de puterea motorului acționat;
 - verificarea funcționării aparaturii electrice;
 - pozarea aparaturii electrice;
 - fixarea aparaturii electrice;
 - măsurarea lungimii conductoarelor;
 - debitarea conductoarelor;
 - dezizolarea conductoarelor la capete;
 - îndreptare - îndoire - racord conductoare;
 - realizarea ochiurilor;
 - realizarea interconexiunilor;
 - verificarea continuității circuitelor electrice.

Se acordă câte **10 puncte** pentru fiecare etapă de realizare practică a montajului. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **5 puncte**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

III.EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE, ÎN RELAȚIE DIRECTĂ CU ANALIZA DE LA PCT.I

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE

Rezultatele învățării:

8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate

8.2.2. Citirea schemelor de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

8.2.3. Selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.2.7. Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu

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

8.3.6. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/sarcinilor încredințate

8.3.7. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor

Conținuturile învățării: Sisteme de acționare electrică

FIȘĂ DE DOCUMENTARE-POATE FI ACTIVITATE DE ÎNVĂȚARE ȘI CU APLICABILITATE ONLINE

SISTEMELE DE ACȚIONARE ELECTRICĂ

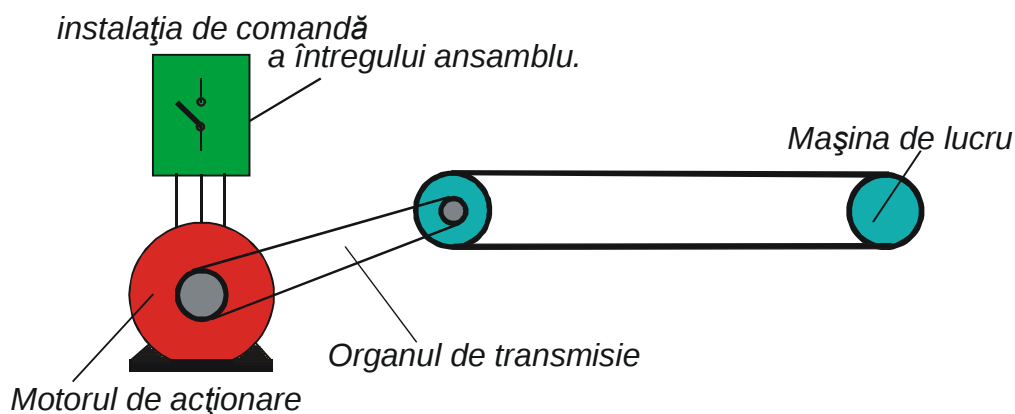
Sarcini de lucru: Studiați fișa de documentare și diseminați împreună cu profesorul.

Definiție: Sistemul de acționare electrică este un ansamblu de dispozitive care transformă energia electrică în energie mecanică și asigură controlul pe cale electrică a energiei mecanice astfel obținute..

Scopul esențial al unui sistem de acționare electrică este punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv mecanic, pe scurt, a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia mecanică a unui motor electric.

Un sistem de acționare este format din următoarele părți componente principale:

- mașina de lucru, sau mașina care este acționată;
- motorul pentru acționarea mașinii de lucru și care poate fi electric, hidraulic, pneumatic etc;
- organul de transmisie care face legătura între motorul de acționare și mașina de lucru și are rolul de a modifica felul mișcării (translație, rotație, mișcare continuă ori intermitentă), sensul/direcția acesteia, viteza etc.;
- instalația de comandă a întregului sistem.



Figura

1.Schema bloc a unui sistem de acționare.

În cazul cel mai general, acționarea electrică este un sistem închis, compus din:

- motorul electric de acționare
- masina de lucru
- cuplajul sau reductorul mecanic
- instalația de alimentare de la rețea cu mutatorul necesar modificării parametrilor energiei (tensiune, frecvență)
- instalația de comandă și reglare automată cu elementul de măsură
- dispozitivul de prescriere, care dă valoarea impusă mărimii de reglat (de obicei turația)
 - comparatorul
 - amplificatorul

Acționările electrice sunt caracterizate în general de următoarele mărimi:

- cuplul la arborele motorului
- turația
- randamentul
- factorul de putere
- supraîncărcabilitatea mecanică și termică
- stabilitatea
- domeniul de reglare a turației
- precizia reglării

În funcție de motorul folosit pentru acționarea unei mașini de lucru, se pot distinge următoarele tipuri de acționări:

- acționări electrice;
- acționări hidraulice;
- acționări pneumatice.

Mașina de lucru primește de la motor energia necesară pentru a învinge toate forțele ce apar în timpul procesului de lucru, respectiv a forțelor rezistente statice F_s și a forțelor rezistente dinamice F_d .

Forțele rezistente statice sunt constituite din forțe utile și din forțe de frecare.

Forțele rezistente dinamice apar datorită inerției pieselor în mișcare din întregul sistem de acționare; deci, ele apar numai pe durata variațiilor de viteză (porniri, opriri, frânări, accelerări).

În cazul acționărilor cu mișcare liniară, motorul poate pune în mișcare o mașină de lucru dacă dezvoltă o forță F egală cu suma tuturor forțelor rezistente, statice și dinamice:

$$F = F_s + F_d,$$

Această relație este cunoscută sub denumirea de ecuația fundamentală a mișcării pentru acționările liniare.

Ecuația de mai sus poate fi scrisă și sub forma:

$$F = F_s + ma,$$

deoarece forța dinamică este exprimată prin ecuația $F_d = ma$.

Pentru $v = \text{const.}$ (deci în lipsa accelerației), $F_d = 0$ și în acest caz, sistemul funcționează în regim stabilizat (mărimile care-l caracterizează nu variază).

În cazul acționărilor cu mișcare de rotație, care sunt cele mai numeroase, ecuația mișcării capătă o formă specifică, în care forțele se înlocuiesc cu momente:

$M = M_s + M_d$ - ecuația fundamentală a mișcării pentru acționări cu mișcare de rotație. în care:

M - cuplul motor [Nm],

M_s - cuplul rezistent static [Nm];

M_d - cuplul rezistent dinamic [Nm].

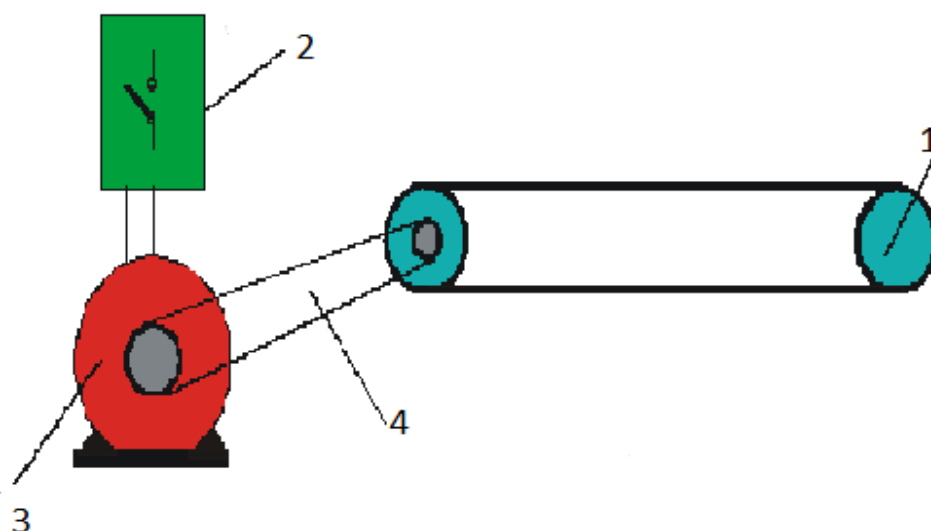
FIȘĂ DE LUCRU- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Completați individual fișa de lucru.

Timp de lucru: 10 min.

1. Definiți sistemul de acționare electrică, precizând și scopul esențial al acestuia.

2. Precizați elementele componente de la 1 la 4 ale unui sistem de acționare electrică prezentat în figura de mai jos.



3. Menționați tipurile de acționări electrice pe care le cunoașteți.

4. Scrieți informația corectă care completează spațiile libere:

a) Mașina de lucru primește de la....(1)..... energia necesară pentru a învinge toate forțele ce apar în timpul procesului de lucru, respectiv a forțelor rezistente....(2)..... F_s și a forțelor rezistente....(3)..... F_d .

b) Forțele rezistente statice sunt constituite din forțe utile și din forțe de.....(4).....
Forțele rezistente dinamice apar datorită.....(5)..... pieselor în mișcare din întregul sistem de acționare; deci, ele apar numai pe durata variațiilor de....(6)..... (porniri, opriri, frânări, accelerații).

5. În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate tipurile de mișcări pentru acționări, iar în coloana **B** sunt enumerate ecuațiile fundamentale ale mișcării. Scrieți, pe foaia cu răsunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1. acționări cu mișcare de liniare	a. $M = M_s + M_d$
2. acționări cu mișcare de rotație	b. $F = F_s - F_d$
	c. $F = F_s + F_d$

BAREM DE EVALUARE

1. Sistemul de acționare electrică este un ansamblu de dispozitive care transformă energia electrică în energie mecanică și asigură controlul pe cale electrică a energiei mecanice astfel obținute..

Scopul esențial al unui sistem de acționare electrică este punerea în funcțiune a unui mecanism din componența unei mașini-unelte, a unui dispozitiv mecanic, pe scurt, a unei mașini de lucru, care se folosește, în procesul de producție, de energia mecanică a unui motor electric

2. 1 - mașina de lucru
2 - instalația de comandă a întregului sistem
3 - motorul pentru acționarea mașinii de lucru
4 - organul de transmisie
3. acționări electrice; acționări hidraulice; acționări pneumatice.
4. (1)-motor; (2)-statice; (3)-dinamice;(4)-frecare;(5)-inerției;(6)-viteză
5. 1-c); 2-a);

BIBLIOGRAFIE

1. Bichir, D., ș.a, „Mașini, acționări și automatizări”- manual pentru licee și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994
2. Florin Mareș, Tatiana Bălășoiu, ș.a. “Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată”, manual pentru clasa a XI-a și a XII-a, Editura ECOPRINT, 2002
3. Florin Mareș, Dragoș Ionel Cosma, “Sisteme de acționare electrică”, manual pentru clasa a XI-a, Editura CD PRESS, 2009
4. Tatiana Bălășoiu, Ileana Măjinescu, “Sisteme de acționare electrică”, Auxiliar Curricular, 2006

EXEMPLUL 2

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 1. SISTEME DE ACȚIONARE

Rezultatele învățării:

8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică

8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate

8.2.2. Citirea schemelor de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

8.2.3. Selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

8.3.1. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită;

8.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme;

Conținuturile învățării: Elemente componente din sistemul de acționare (descriere, rol funcțional, parametrii)

FIȘĂ DE DOCUMENTARE-POATE FI ACTIVITĂTE DE ÎNVĂȚARE ȘI CU APLICABILITATE ONLINE

NOȚIUNI GENERALE

DESPRE MAȘINI ELECTRICE DE CURENT CONTINUU

Sarcini de lucru: Studiați fișa de documentare și diseminați împreună cu profesorul.

Definiție

Mașina electrică la care schimbul principal de energie cu o rețea se realizează în curent continuu este cunoscută sub denumirea de **mașină de curent continuu**.

Clasificare

Clasificarea mașinilor de curent continuu se face în funcție de modul de conectare a înfășurării de excitație față de înfășurarea indusului.

În figura 1 sunt reprezentate semnele convenționale pentru mașinile de curent continuu și modul de notare (consacrat) al înfășurărilor.

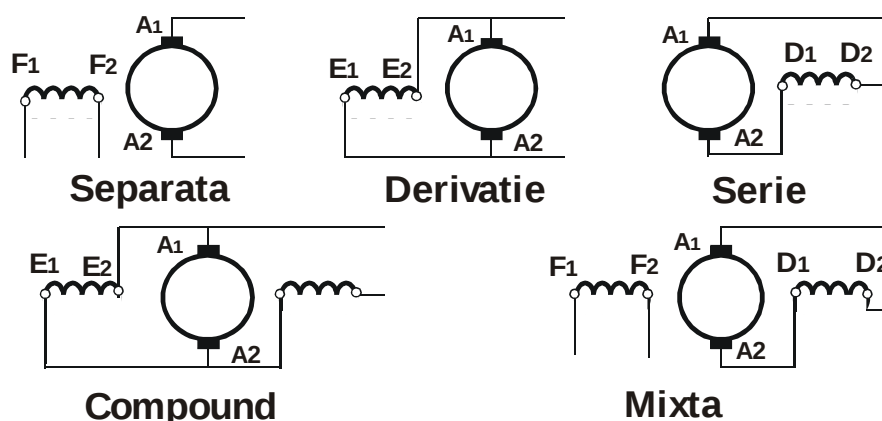


Figura 1. Simbolizarea mașinilor de curent continuu în funcție de modul de conectare a înfășurării de excitație față de înfășurarea indusului

Mașina de curent continuu poate funcționa în trei regimuri din punctul de vedere al transformării energetice efectuate: de generator, de motor sau de frână.

Un **regim de funcționare** este precizat de ansamblul valorilor numerice pe care le au, la un moment dat, mărimile mecanice și electrice prin care se caracterizează funcționarea mașinii respective.

Domenii de utilizare

Mașinile electrice de curent continuu se construiesc cu puteri de la câteva zeci de wați până la mii de kilowați. Funcție de utilizarea lor, acestea pot fi de tip:

MCG- de uz general, folosite în automatizarea proceselor de producție;

MCM- utilizate în metalurgie pentru acționarea căilor cu role, manipuletoarelor la cajele laminor, împingătoarelor în cuptor etc.;

MCU- pentru acționări de mașini unelte (motoare construite pentru a putea funcționa în condițiile alimentării de la convertizoare cu tiristoare);

TN- pentru transport uzinal (electrocare, transpalete, electrostivuitoare); pentru tracțiune feroviară (motoare pentru locomotive electrice, motoare pentru locomotive Diesel-electrice, generatoare principale și auxiliare destinate locomotivelor Diesel-electrice);

SSTA și **MTA**- motoare destinate acționării locomotivelor electrice de mină;

CSC- convertizoare pentru sudare; pentru instalații de foraj; pentru încărcarea bateriilor de acumuloare.

CARACTERISTICI MECANICE ALE MOTOARELOR DE C.C.

Pentru a funcționa ca motor, mașina electrică se va alimenta de la o sursă de energie de curent continuu.

În funcție de sistemul de excitație, ecuația de tensiuni la funcționarea în sarcină a unui motor de c.c. este:

excitație separată

$$U = E + R_a \cdot I;$$

excitație serie

$$U = E + (R_a + R_e) \cdot I;$$

excitație derivație

$$U = E + R_a \cdot (I - i_{ex});$$

excitație mixtă

$$U = E + R_a \cdot (I - i_{ex}) + R_s I;$$

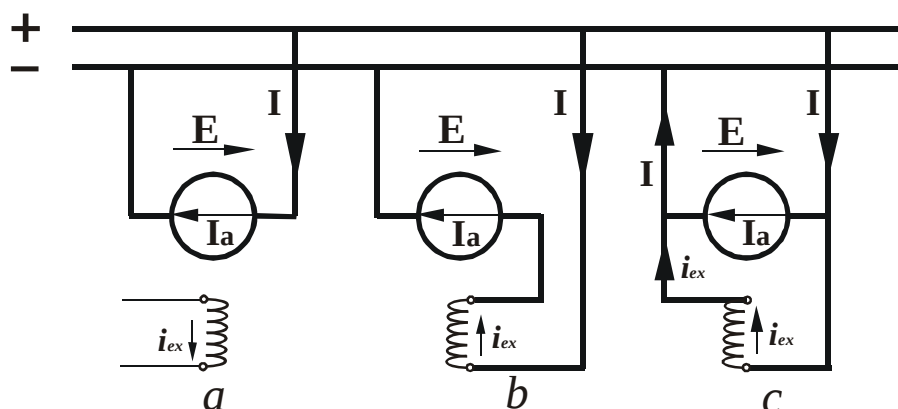


Figura 1 Schemele motoarelor de curent continuu

a - M.c.c. cu excitație separată, b - M.c.c. cu excitație serie, c - M.c.c. cu excitație derivație

Cuplul electromagnetic al motoarelor de curent continuu

Cuplul electromagnetic al motorului de curent continuu nu depinde de turație, fiind proporțional (prin factorul constructiv K_m) cu fluxul inductor și cu curentul prin înfășurarea indusului.

$$M_e = K_m \cdot \Phi \cdot I_a$$

Caracteristica mecanică a motoarelor de curent continuu

Caracteristica mecanică a motoarelor de c.c., este dependența, grafică sau analitică, dintre turația n și cuplul M :

$$n = f(M)$$

și se trasează pentru $U = \text{ct.}$ și $R_{\text{ex}} = \text{ct.}$

Această caracteristică arată modul cum variază turația n , a motorului când variază cuplul de sarcină, M .

Pentru motorul cu **excitație separată** sau derivație turația n variază liniar cu cuplul (fig. 2)

Pentru motorul cu **excitație serie**, cuplul este proporțional cu pătratul curentului iar caracteristica mecanică a motorului are aspectul unei hiperbole (curba 2 din figura 2).

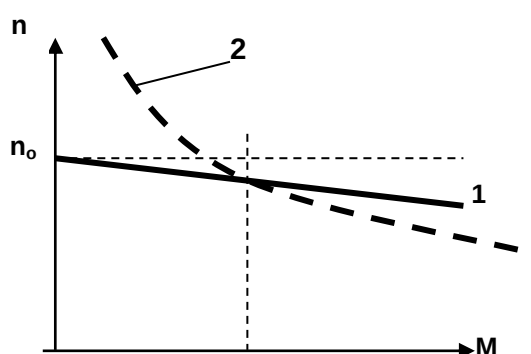


Figura 2. Caracteristicile mecanice ale motoarelor de c.c. cu excitație:
1 - derivație (separată); 2 - serie

Observație: La mersul în gol, turația motorului serie, n_0 , tinde spre infinit și din această cauză motorul cu excitație serie nu poate funcționa în gol sau cu sarcini foarte reduse, deoarece rotorul ar fi distrus de forțele centrifuge.

FIȘĂ DE LUCRU-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Completați individual fișa de lucru.

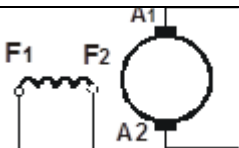
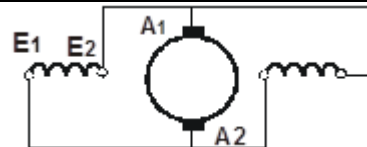
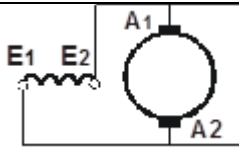
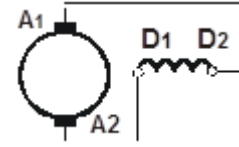
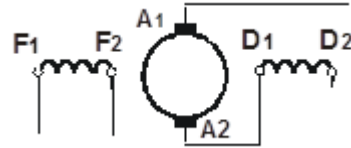
Timp de lucru:10 min.

1. Definiți mașina de curent continuu.

2.

A. În tabelul de mai jos, în coloana A sunt prezentate semnele convenționale pentru mașinile de curent continuu, iar în coloana B sunt enumerate modurile de notare (consacrate) al înfășurărilor.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

A	B
1. 	a. înfășurare serie
2. 	b. înfășurare compound
3. 	c. înfășurare mixtă
4. 	d. înfășurare derivație
5. 	e. înfășurare separată
	f. înfășurare compusă

B. În tabelul de mai jos, în coloana A sunt enumerate sistemele de excitație, iar în coloana B sunt enumerate ecuațiile de tensiuni la funcționarea în sarcină a unui motor de curent continuu.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B.

A	B
1. excitație separată	a. $U = E + R_a (I - i_{ex})$;
2. excitație serie	b. $U = E + R_a (I - i_{ex}) + R_s I$;
3. excitație derivație	c. $U = E + R_a I$;
4. excitație mixtă	d. $U = E + R_a (I + i_{ex})$;
	e. $U = E + (R_a + R_e) I$;

3. Precizați tipurile de mașini electrice de curent continuu în funcție de utilizarea lor.

4. Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu litere de la a) la c).

a) Pentru motorul cu excitație separată sau derivație turația n variază liniar cu cuplul.

b) Pentru motorul cu excitație serie, cuplul este invers proporțional cu pătratul curentului iar caracteristica mecanică a motorului are aspectul unei hiperbole.

c) La mersul în gol, turația motorului serie, n_0 , tinde spre infinit și din această cauză motorul cu excitație serie nu poate funcționa în gol sau cu sarcini foarte reduse, deoarece rotorul ar fi distrus de forțele centrifuge.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la a) la c), 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.

BAREM DE EVALUARE

1. Mașina electrică la care schimbul principal de energie cu o rețea se realizează în curent continuu este cunoscută sub denumirea de mașină de curent continuu.

2.A. 1 - e; 2 - b; 3-d; 4 -a; 5 - c;

2.B. 1 - c; 2 - e; 3 - a; 4 - b ;

3. MCG- de uz general, folosite în automatizarea proceselor de producție;

MCM- utilizate în metalurgie pentru acționarea căilor cu role, manipuletoarelor la cazele laminor, împingătoarelor în cuptor etc.;

MCU- pentru acționări de mașini unelte (motoare construite pentru a putea funcționa în condițiile alimentării de la convertizoare cu tiristoare);

TN- pentru transport uzinal (electrocare, transpalete, electrostivuitoare); pentru tracțiune feroviară (motoare pentru locomotive electrice, motoare pentru locomotive Diesel-electrice, generatoare principale și auxiliare destinate locomotivelor Diesel-electrice);

SSTA și MTA- motoare destinate acționării locomotivelor electrice de mină;

CSC- convertizoare pentru sudare; pentru instalații de foraj; pentru încărcarea bateriilor de acumuloare.

4. a)- A; b)- F;c)- A.

Fișele de documentare prezentate mai sus pot fi aplicate și online prin diferite platforme, iar testele sumative, testele de evaluare și fișele de lucru se pot aplica quizz-uri pe aceste platforme.

EXEMPLUL 12

I.STUDIU COMPARATIV AL DOCUMENTELOR CURRICULARE pentru Modulul: ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE, clasa a XI-a

Rezultate ale învățării (din modulul de clasa a XI-a 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 XII-a în care pot fi preluate/integrate conținuturile din coloana 2.	Justificare/ sugestii metodologice/ recomandări/ observații (după caz)
1	2	3	4
Modulul analizat: Modulul 5. ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE			
		MODUL I. Planificarea și organizarea producției MODUL II: Asigurarea calitatii MODUL III. Sisteme de automatizare în instalații electromecanice II MODUL V. Mentenanța instalațiilor electromecanice	
RI 8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone RI 8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică RI 8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă RI 8.2.8. Realizarea de circuite	Conținutul 1 1. Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de: - gradul de protecție - regimul de funcționare - caracteristicile mașinii de lucru - reglajul de viteză	Conținutul modulului din clasa a XI-a nu poate fi preluat/integrat în cadrul unui modul din clasa a XII-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021.	Rezultatele învățării, corespunzătoare modulului Acționări în instalații electromecanice, clasa a XI-a nu se regăsesc în modulul din clasa a XII-a și conținuturile nu pot fi integrate. În acest caz, se propune ca în primele 2 săptămâni din anul școlar 2020-2021, să se facă o recapitulare care să cuprindă acest conținut.

pentru pornirea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.9.Realizarea de circuite pentru frânarea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.10.Realizarea de circuite pentru reglarea vitezei și turației acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone			
RI 8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone RI 8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică RI 8.2.6.Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acțiunilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă RI 8.2.8.Realizarea de circuite pentru pornirea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.9.Realizarea de circuite pentru frânarea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.10.Realizarea de circuite pentru reglarea vitezei și turației acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone	Conținutul 2 2.Scheme funcționale a unui sistem de acționare (realizare, funcționalitate, caracteristici): - Circuite pentru pornirea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone. - Circuite pentru frânarea acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone. - Circuite pentru reglarea vitezei și turației acțiunilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone.	Conținutul modulului din clasa a XI-a nu poate fi preluat/integrat în cadrul unui modul din clasa a XII-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021.	Rezultatele învățării, corespunzătoare modulului Acționări în instalații electromecanice, clasa a XI-a nu se regăsesc în modulul din clasa a XII-a și conținuturile nu pot fi integrate. În acest caz, se propune ca în primele 2 săptămâni din anul școlar 2020-2021, să se facă o recapitulare care să cuprindă acest conținut.

RI 8.2.12.Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice			
RI 8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone RI 8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică RI 8.2.6.Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă RI 8.2.8.Realizarea de circuite pentru pornirea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.9.Realizarea de circuite pentru frânarea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.10.Realizarea de circuite pentru reglarea vitezei și turației acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone RI 8.2.12.Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice	Conținutul 3 3.Protecția motoarelor electrice de acționare: - contra suprasarcinilor - contra scurtcircuitelor - contra punerilor la pământ ale unei faze a circuitului statoric - contra căderilor de tensiune	Conținutul modulului din clasa a XI-a nu poate fi preluat/integrat în cadrul unui modul din clasa a XII-a ce se parcurge în anul școlar 2020-2021.	Rezultatele învățării, corespunzătoare modulului Acționări în instalații electromecanice, clasa a XI-a nu se regăsesc în modulul din clasa a XII-a și conținuturile nu pot fi integrate. În acest caz, se propune ca în primele 2 săptămâni din anul școlar 2020-2021, să se facă o recapitulare care să cuprindă acest conținut.

II.EXEMPLE INSTRUMENTE DE EVALUARE

INSTRUMENT DE EVALUARE SUMATIVĂ- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul . ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE

Rezultatele învățării vizate:

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.1.4. Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.2.8. Realizarea de circuite pentru pornirea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone

8.2.9. Realizarea de circuite pentru frânarea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone

8.2.10. Realizarea de circuite pentru reglarea vitezei și turației acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone

8.3.8. *Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor*

8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente

8.3.10. Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor

Obiectivele evaluării :

1. Identificarea metodelor de alegere a motoarelor electrice de acționare

2. Precizarea tipurilor de protecții ale motoarelor electrice de acționare

3. Explicarea principiilor de funcționare a diferitelor scheme de forță și de comandă ale sistemelor de acționare electrică

4. Analizarea și selectarea elementelor componente ale acționărilor electrice conform cu documentația dată

TEST DE EVALUARE-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Toate subiectele sunt obligatorii; Se acordă 10 puncte din oficiu;

Timpul de lucru este de 1 oră

SUBIECTUL I

32 puncte

A.

10 puncte

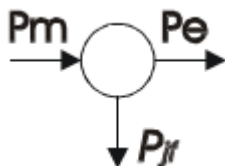
Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1 - 5) scrieți, pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare răspunsului corect. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1. Satorul și rotorul constituie armăturile mașinii electrice și sunt separate între ele de un spațiu numit:

- a) pas polar;
- b) întrefier;
- c) creștătură;
- d) pol.

2. Mașina electrică la care conversia energiei se face conform schemei alăturate, funcționează în regim de:

- a) convertizor;
- b) frână;
- c) motor;
- d) generator.



3. Prin sistem de acționare electrică se înțelege:

- a) ansamblul de dispozitive care transformă energia electrică în energie mecanică;
- b) ansamblul de dispozitive care transformă energia mecanică în energie electrică;
- c) ansamblul de dispozitive care transformă energia electrică în energie termică;
- d) ansamblul de dispozitive care transformă energia mecanică în energie termică;

4. Motorul de acționare se consideră ales atunci când pot fi precizate:

- a) datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc) și clasa de precizie.
- b) datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc) și caracteristicile mecanice.
- c) datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc) și clasa de protecție.
- d) datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc) și condițiile de încălzire.

5. Se numește mașină asincronă:

- a) acea mașină de curent alternativ care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.
- b) acea mașină de curent continuu care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.
- c) acea mașină de curent alternativ care, la frecvența dată a rețelei, funcționează cu o turație constantă cu sarcina.
- d) acea mașină de curent alternativ care, la tensiunea dată a rețelei, funcționează cu o turație variabilă cu sarcina.

B.

12 puncte

În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate gradele normale de protecție contra atingerilor și a pătrunderii corpurilor solide străine, iar în coloana **B** sunt enumerate simbolizările protecțiilor.

Scrieți, pe foaia cu răsunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1. Simbolul 0	a. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni peste 2,5 mm, ele putând avea deschideri până la 2,5 mm diametru sau lărgime;
2. Simbolul 1	b. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni peste 2,5 mm, ele putând avea deschideri până la 2,5 mm diametru sau lărgime;
3. Simbolul 2	c. corespunde mașinilor electrice fără protecție, existând posibilitatea atingerii părților aflate în mișcare sau sub tensiune, precum și a pătrunderii corpurilor străine;
4. Simbolul 3	d. corespunde mașinilor cu protecție contra atingerii cu orice mijloace și contra pătrunderii prafului);
5. Simbolul 4	e. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni sub 2,5 mm, ele putând avea deschideri peste 2,5 mm diametru sau lărgime;
6. Simbolul 5	f. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii întâmplătoare cu o mare parte a corpului omenesc, de exemplu, cu mâna, carcasa sau învelișurile de protecție putând avea deschideri până la 50 mm în diametru sau lărgime;
	g. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte foarte ascuțite și a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni sub 1 mm;

C.

10 puncte

Citiți, cu atenție, afirmațiile următoare, numerotate cu cifre de la 1 la 5.

1. Regimul de funcționare al unei mașini de lucru este definit de ansamblul valorilor variabilelor de intrare-ieșire (cuplu, viteză, putere etc.) care caracterizează funcționarea acesteia la un moment dat.

2. La motoarele de curent continuu, curentul I_a din indus nu trebuie să depășească de 2-2,5 ori curentul nominal, nici chiar un timp scurt, deoarece - în caz contrar - comutația s-ar înrăutăți foarte mult, și, în plus, încălzirea conductoarelor ar depăși limitele admisibile.

3. Supradimensionarea motorului electric duce la supraîncălzirea și deci deteriorarea rapidă a izolației.

4. Mașina de lucru cedează motorului energia necesară pentru a învinge toate forțele ce apar în timpul procesului de lucru, respectiv a forțelor rezistente statice F_s și a forțelor rezistente dinamice F_d .

5. Circuitele părții de comandă, dintr-o schemă de acționare electrică, au rolul să asigure protecția la scurtcircuit a schemei, să realizeze comenzile motorului și automenținerea comenzilor de pornire-oprire.

Pentru fiecare dintre afirmațiile de la 1 la 5, 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

28 puncte

II.1.

10 puncte

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

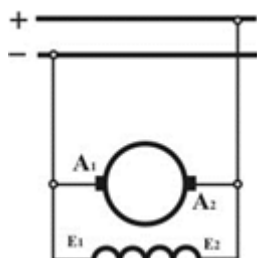
1. Motoarele de tip deschis au elemente conducătoare de.....(1)..... fără protecție specială. Asemenea motoare au o bună....(2)....., sunt mai ușoare și mai....(3)..... Au dezavantajul că nu pot fi folosite în locurile de lucru în care se află corpuri mărunte,.....(4)..... și murdărie care ar putea să intre în corpul mașinii.
2. Motorul de acționare se consideră ales atunci când pot fi precizate: datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc), clasa de....(5)..... Un motor de acționare a fost corect ales atunci când îndeplinește toate.....(6)..... de verificare (la încălzire, la șocuri de sarcină etc).
3. Supradimensionarea motorului duce la....(7)..... inutilă a cheltuielilor de investiție, la....(8)..... randamentului și în cazul motoarelor.....(9)....., la reducerea factorului de putere, ceea ce atrage o....(10)..... a costului energiei electrice, respective alte cheltuieli de investiție pentru ameliorarea factorului de putere.

II.2.

18 puncte

Generatorul de curent continuu a cărei schemă electrică este dată în figura alăturată are următoarele caracteristici:

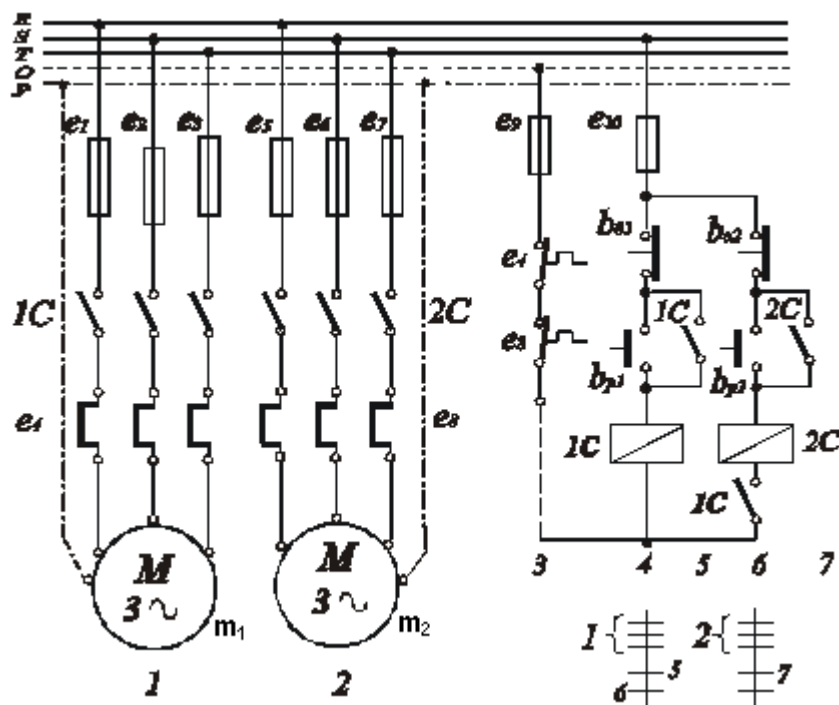
- tensiunea electromotoare produsă de înfășurarea indusului este $E = 120 \text{ V}$.
- intensitatea curentului din circuitul exterior este $I = 18 \text{ A}$.
- intensitatea curentului din inductor este $I_{\text{ex}} = 2 \text{ A}$.
- rezistența rotorică $R_a = 0,5 \Omega$



Se cer:

- a) tipul de excitație a generatorului
- b) sensul curentului în circuitul: indusului, exterior, de excitație.
- c) relația dintre curenți
- d) tensiunea la bornele generatorului
- e) rezistența inductorului.

Se dă schema electrică de pornire într-o anumită ordine (circuitul de forță și circuitul de comandă) a două motoare asincrone trifazate.

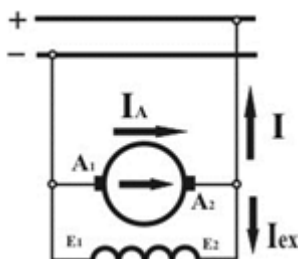


- Precizați elementele componente ale schemei electrice.
- Explicați funcționarea schemei electrice.
- Explicați dacă pornirea în ordine inversă este posibilă.

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	32 puncte
A.	10 puncte
1 - b); 2 - d); 3 - da); 4 - c) ; 5 - a) ; Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.	
B.	12 puncte
1 - c; 2 - f; 3 - a; 4 - b ; 5 - g ; 6 - d. Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.	
C.	10 puncte
Identificarea valorii de adevăr a afirmațiilor 1 - A; 2 - A; 3 - F; 4 - F ; 5 - A ; Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.	
SUBIECTUL II	28 puncte
II.1.	10 puncte
(1)-curent ,(2)-răcire, (3)-ieftine, (4)-praf, (5)-protecție, (6)-condițiile, (7)-sporirea, (8)-reducerea, (9)-asincrone, (10)-creștere. Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.	
II.2.	18 puncte
a)	2 puncte
generator de curent continuu cu excitație derivație Pentru răspuns corect și complet se acordă 2 puncte. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.	
b)	8 puncte
circuitul indusului de la - la + circuitul exterior de la + la - circuitul de excitație de la + la -	



Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **2 puncte**. Pentru reprezentare corectă se acordă **2 puncte**.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă **0 puncte**.

c) **2 puncte**

$$I_A = I + I_{ex}$$

Pentru răspuns corect și complet se acordă **2 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1 puncte**.

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

d) **3 puncte**

$$U = E - R_a (I + I_{ex}) = 120 - 0,5 (18 + 2) = 110 \text{ V}$$

Pentru răspuns corect și complet se acordă **3 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1,5 puncte**.

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

e) **3 puncte**

$$R_{ex} = U / I_{ex} = 110 / 2 = 55 \ \Omega$$

Pentru răspuns corect și complet se acordă **3 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1,5 puncte**.

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

SUBIECTUL III

30 puncte

a) **17 puncte**

1C-2C - contactoare

e4 ,e8 - relee termice

e1, e2, e3, e5, e6, e7- siguranțe fuzibile

e9, e10- siguranțe fuzibile

bo - buton de oprire

bp - buton de pornire

br - buton de pornire cu reținere

M1 - motor asincron cu rotorul în scurtcircuit

M2 - motor asincron cu rotorul în scurtcircuit

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte **2 puncte**. Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte **1 punct**. Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

b) **10 puncte**

Motoarele M1 și M2 nu pot porni decât în ordinea M1, M2.

Prin apăsarea pe butonul bp1 se închide circuitul 4, ceea ce face să declanșeze bobina contactorului 1C, care închide contactele nd din circuitele 1,5 și 6. Închiderea circuitului 1 produce pornirea motorului m1; închiderea circuitului 5 realizează automenținerea, iar

Închiderea contactului nd - 1C - din circuitul 6 pregătește acest circuit pentru funcționare. În acest moment se poate apăsa pe butonul bp2, circuitul este alimentat cu tensiunea de 220V, iar bobina contactorului 2C va anclanșa, astfel motorul M2 pornește.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă **8 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **4 puncte**.*

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

*Pentru utilizarea corectă a limbajului de specialitate se acordă **2 puncte**.*

c) **3 puncte**

Pornirea în ordine inversă nu este posibilă, deoarece circuitul de pornire a motorului M2 este întrerupt de contactul nd-1C din circuitul 6.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă **3 puncte**. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **1,5 puncte**.*

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

INSTRUMENT DE EVALUARE- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 5. ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE

Conținutul învățării: 2.Scheme funcționale a unui sistem de acționare (realizare, funcționalitate, caracteristici): - Circuite pentru pornirea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone.

TEMA: Realizarea schemei electrice de acționare pentru pornirea automată a unui motor de rezervă (circuit de forță și circuit de comandă)

Rezultatele învățării vizate:

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.1.4. Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.3.8. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor

8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente

8.3.10. Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor

Tema: Scheme funcționale a unui sistem de acționare

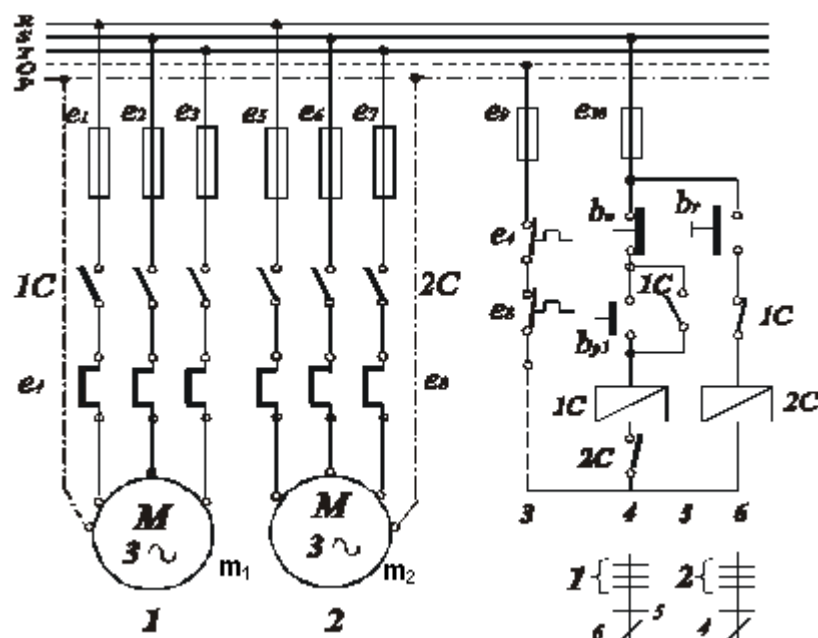
Toate subiectele sunt obligatorii; Se acordă 10 puncte din oficiu;

Timpul de lucru este de 1 oră

FIȘĂ PROBĂ PRACTICĂ-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Lucrare practică: Realizați practic schema circuitului de mai jos pentru pornirea automată a unui motor de rezervă:

Se acordă 10 puncte din oficiu.



Sarcini de lucru:

1. Identificați aparatele necesare realizării circuitului. **17 puncte**
2. Explicați destinația fiecărui circuit și funcționarea schemei. **23 puncte**
3. Realizați practic montajul specificând fazele tehnologice parcurse. **50 puncte**

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

1. **17 puncte**
1C- 2C-contactoare ; e_4 , e_8 relee termice; e_1 , e_2 , e_3 , e_5 , e_6 , e_9 , e_{10} -siguranțe fuzibile; b_o - buton de oprire; b_p -buton de pornire; b_r -buton de pornire cu reținere ; M_1 -motor asincron cu rotorul în scurtcircuit ($P = 3$ kW); M_2 -motor asincron cu rotorul în scurtcircuit ($P = 3$ kW); șir de cleme, cordoane de legătură.

Se acordă câte 1 punct pentru identificarea corectă a fiecărui aparat. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 0,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

2. **23 puncte**
Schema desfășurată pentru pornirea automată a unui motor de rezervă conține 6 circuite:
- circuitele 1 și 2 - alimentare motoare M_1 , M_2
- circuitele 4 și 6 - comanda motorului M_1 , respectiv M_2
- circuitul 5 - automenținerea butonului de pornire b_p .

Se acordă câte 4 puncte pentru explicarea corectă a destinației fiecărui circuit. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

Pornirea are loc după apăsarea pe butonul b_p , când se închide circuitul fazei R - e_9 - b_o - b_p - bobina contactorului 1C - 2C - e_4 - e_8 - O și excită bobina contactorului 1C, se închid și se deschid contactele de același nume conform diagramei de contacte. Rezultatul

este că pornește motorul M1. Dacă funcționarea motorului m1 se lasă fără supraveghere, se apasă pe butonul br. Circuitul 6 nu funcționează, deoarece contactul 1C este normal deschis. În cazul apariției unei avarii la m1 (scurtcircuit, suprasarcină, arderea bobinei), bobina 1C va declanșa, M1 se va opri și, în același timp, contactul 1C din circuitul 5 se închide (trece la poziția normală), punând sub tensiune circuitul 6, respectiv bobina contactorului 2C, care pornește motorul de rezervă M2.

Se acordă 11 puncte pentru explicarea corectă a funcționării schemei. Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 5,5 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

3.

50 puncte

Procesul tehnologic de realizare a montajului

1. Poziționarea aparatajului
2. Fixarea aparatajului
3. Transpunerea schemei de conexiuni și executarea legăturilor electrice
4. Verificarea funcționalității în absența tensiunii
5. Verificarea sub tensiune a funcționalității schemei

Realizarea montajului se face parcurgând următoarele faze tehnologice:

- alegerea aparatajului electric în funcție de puterea motorului acționat;
- verificarea funcționării aparatajului electric;
- pozarea aparatajului electric;
- fixarea aparatajului electric;
- măsurarea lungimii conductoarelor;
- debitarea conductoarelor;
- dezizolarea conductoarelor la capete;
- îndreptare - îndoire - racord conductoare;
- realizarea ochiurilor;
- realizarea interconexiunilor;
- verificarea continuității circuitelor electrice.

Se acordă câte 10 puncte pentru fiecare etapă de realizare practică a montajului.

III.EXEMPLE DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE, ÎN RELAȚIE DIRECTĂ CU ANALIZA DE LA PCT.I

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 5. ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE

Rezultatele învățării vizate:

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.1.4. Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.3.8. *Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor*

8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente

8.3.10. Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor

Conținuturile învățării:

Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de:

- gradul de protecție
- regimul de funcționare
- caracteristicile mașinii de lucru
- reglajul de viteză

FIȘĂ DE DOCUMENTARE-POATE FI ACTIVITATE DE ÎNVĂȚARE ȘI CU APLICABILITATE ONLINE ALEGEREA MOTOARELOR ELECTRICE DE ACȚIONARE

Sarcini de lucru: Studiați fișa de documentare și diseminați împreună cu profesorul.

Problemele de bază ale acționărilor electrice sunt:

1. alegerea corectă a tipului de motor;
2. determinarea cât mai precisă a puterii motorului.

Pentru alegerea motorului se fac investigații privind condițiile în care va lucra motorul/ sistemul de acționare, cum sunt:

1. Mediul de lucru (curat sau cu praf ori impurități; umed sau uscat, cu pericol de incendiu ori explozie etc.) în funcție de care se alege gradul de protecție al motorului;
2. Procesul tehnologic realizat de mașina de lucru (cu viteza constantă ori reglabilă-continuu sau în trepte- cu precizarea limitelor de reglare, adică a vitezei minime și a celei maxime necesare) în funcție de care se alege tipul de motor și schema de comandă;
3. Caracteristica mecanică a mașinii de lucru (adică a modului în care depinde cuplul rezistent al acesteia în funcție de un anumit parametru, de regulă viteza/ turația sau unghiul de rotație), în funcție de care se alege tipul de motor și puterea acestuia;
4. Regimul de funcționare a mașinii de lucru (dat de modul în care se modifică, în timp, cuplul rezistent al acesteia) în funcție de care se alege puterea motorului, pornind de la condițiile de încălzire;
5. Considerații de ordin economic (cheltuieli de investiții, de exploatare, determinate de consumul de energie, necesitățile de întreținere, siguranță în funcționare etc.)

Motorul de acționare se consideră ales, atunci când pot fi precizate:

- datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc).
- clasa de protecție.

Un motor de acționare a fost corect ales atunci când îndeplinește toate condițiile de verificare (încălzire, la șocuri de sarcină etc).

A. Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de gradul de protecție

Gradele normale de protecție se referă la protecția persoanelor contra atingerii accidentale a pieselor interioare mobile sau sub tensiune și la protecția mașinilor contra pătrunderii corpurilor străine și contra pătrunderii apei. Ele sunt reglementate prin standarde.

Tipurile normale de protecție sunt simbolizate prin litere majuscule **IP** urmate de două cifre, dintre care prima simbolizează gradul de protecție contra atingerilor și contra pătrunderilor de corpuri străine, iar cea de-a doua caracterizează tipul de protecție contra pătrunderii apei.

Sunt standardizate 6 grade normale de protecție contra atingerilor și a pătrunderii corpurilor solide străine și 9 grade normale de protecție contra pătrunderii apei.

Între protecția contra atingerii și pătrunderii corpurilor străine, pe de o parte și protecția contra pătrunderii apei, pe de altă parte, există o anumită corelație, neputându-se asocia oricum între ele. În standarde sunt indicate gradele normale de protecție pentru mașinile electrice rotative.

Încadrarea condițiilor existente în exploatare în unul din tipurile normale de protecție este foarte importantă, deoarece alegerea unei mașini cu o protecție superioară celei necesare înseamnă, pentru aceleași caracteristici electrice, o mașină mai voluminoasă, mai grea și deci mai scumpă, în timp ce alegerea unei protecții inferioare celei necesare conduce, mai devreme sau mai târziu, la deteriorarea mașinii.

B. Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de regimul de funcționare

Regimurile de funcționare ale unei mașini de lucru se definesc ca ansamblul valorilor variabilelor de intrare-ieșire (cuplu, viteză, putere etc.) care caracterizează funcționarea acesteia la un moment dat. Cunoașterea regimurilor de funcționare este necesară pentru alegerea corespunzătoare a mecanismului de transmisie, a motorului electric de acționare și a ansamblului de comandă.

Ținând seama de regimul de funcționare caracterizat prin dependența cuplului static funcție de timp, mașinile de lucru se împart în 7 grupe:

1. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină constantă
2. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină variabilă
3. mașini de lucru cu funcționare intermitentă
4. mașini de lucru cu funcționare de scurtă durată
5. mașini de lucru cu funcționare de durată și șocuri de sarcină
6. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină pulsatorie
7. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină aleatoare

C. Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de caracteristica mașinii de lucru

Cuplul pe care îl opune mașina de lucru motorului electric de acționare în timpul desfășurării procesului tehnologic se numește **cuplu static**, notat cu M_s și caracterizează comportarea mecanismului executor în regim staționar.

În general, M_s este o funcție de viteză unghiulară Ω , de spațiul x , de poziția unghiulară α , de timp t . $M_s = f(\Omega, x, \alpha, t)$ și are 2 componente:

- o componentă utilă M_{su} corespunzătoare lucrului mecanic util pe care trebuie să-l efectueze mașina de lucru
- o componentă de pierderi M_{sf} determinată de frecările specifice elementelor în mișcare

$$M_s = M_{su} + M_{sf}$$

Prin caracteristica statică a unei mașini de lucru se înțelege dependența dintre cuplul static și parametrii Ω , x , α în regim staționar. Pentru simplificarea formei analitice a acestei dependențe, caracteristicile statice se definesc prin relații de forma:

$$M_s=f_1(\Omega), \quad M_s=f_2(x), \quad M_s=f_3(\alpha), \quad M_s=f_4(t).$$

Ultima dependență se numește **diagrama cuplului static**.

După semn, convențional, cuplurile statice pot fi:

- **pozitive**, dacă se opun sensului vitezei
- **negative**, dacă acționează în sensul vitezei

Din punct de vedere energetic, cuplurile statice se grupează în 2 categorii:

- **cupluri statice pasive**, caracterizate de faptul că se opun mișcării. Aceste cupluri sunt dezvoltate de majoritatea mașinilor-unelte care execută operații de deformare neelastică, așchiere, tăiere, răsucire, întindere etc.

- **cupluri statice active sau potențiale**, caracterizate de faptul că întrețin mișcarea (conțin surse de energie). Aceste cupluri sunt dezvoltate de mașinile de lucru care efectuează operații de deformare elastică (comprimarea unui resort, comprimarea unui gaz), de mașinile de lucru care modifică poziția unui obiect față de o referință orizontală (instalații de ridicat).

Forma caracteristicii mecanice a mașinii de lucru impune tipul motorului de acționare. Domeniul de funcționare delimitat pe această caracteristică de valorile minimă și maximă ale turației, precum și valoarea cuplului rezistent, determină alegerea tipului și puterii motorului de acționare.

Funcționarea unui sistem de acționare este posibilă numai atunci când există un punct de intersecție (numit **punct de funcționare**) între caracteristica mecanică a mașinii de lucru și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca motor (nu ca generator).

Alegerea puterii motorului electric de acționare reprezintă una dintre cele mai importante probleme ale acționarilor electromecanice, deoarece:

- Subdimensionarea motorului conduce la scăderea productivității instalației, ca urmare a defecțiunilor ce pot apărea și la scoaterea din funcțiune a motorului înainte de amortizarea acestuia

- Supradimensionarea motorului conduce la scăderea randamentului sistemului de acționare, înrăutățirea factorului de putere, creșterea cheltuielilor de investiție etc.

D. Alegerea motoarelor electrice de acționare după reglajul de viteză

Procesul tehnologic al mașinii de lucru dictează regimul de viteză al acționării, care poate fi:

- cu viteză constantă
- cu viteză variabilă - în trepte (în limite restrânse)
 - în mod continuu (în limite largi)

Pentru fiecare din aceste situații este recomandabil să se aleagă anumite tipuri de motoare electrice. Aceste recomandări țin seama de cerințe de ordin economic (cheltuieli de investiții, de întreținere, pierderi etc)

Pentru acționări cu viteza constantă se recomandă:

- motoare asincrone (în special cu rotorul în scurtcircuit) la puteri mici și mijlocii
- motoare sincrone la puteri mari (datorită posibilităților oferite de acestea de a îmbunătăți factorul de putere)

Pentru acționări cu viteza variabilă în trepte se recomandă:

- motoare asincrone cu construcție specială, cu 2 viteze ce se pot obține prin modificarea numărului de perechi de poli ai statorului.
- utilizarea unor organe de transmisie cu mai multe trepte de viteză

Pentru reglarea continuă a vitezei se recomandă:

- motoare de c.c. la care reglarea vitezei se realizează în special prin modificarea tensiunii de alimentare sau modificarea fluxului inductor
- motoare asincrone la care reglarea vitezei se realizează prin modificarea frecvenței tensiunii de alimentare.

Dintre metodele pentru reglarea vitezei unui motor de c.c. a fost omisă metoda reglării prin inserierea unei rezistențe suplimentare în circuitul indusului, deoarece este foarte dezavantajoasă sub aspect energetic (pierderi mari pe rezistența suplimentară, mai ales dacă reglarea se face sub curentul de sarcină nominală).

Metodele moderne de reglare a vitezei, avantajoase sub aspect energetic (pierderi mici) sunt deocamdată scumpe (datorită componentelor electronice, tiristoare scumpe). Fiabilitatea ridicată a acestor sisteme le recomandă însă, prioritar, în acționările electromecanice.

FIȘĂ DE LUCRU- POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Completați individual fișa de lucru.

Timp de lucru:15 min.

1. Identificați problemele de bază ale acționărilor electrice.
2. Precizați grupele de mașini de lucru împărțite în funcție de de regimul de funcționare caracterizat prin dependența cuplului static.
3. Menționați funcția cuplului static și componentele acestuia.
4. Scrieți informația corectă care completează spațiile libere:
 - a) Motorul de acționare se consideră ales atunci când pot fi precizate: datele sale nominale (putere, turație, tensiuni, curenți etc), clasa de....(1)..... Un motor de acționare a fost corect ales atunci când îndeplinește toate.....(2)..... de verificare (la încălzire, la șocuri de sarcină etc).
 - b) Gradele normale de protecție se referă la.....(3)..... persoanelor contra atingerii accidentale a pieselor interioare mobile sau sub tensiune și la protecția.....(4)..... contra pătrunderii corpurilor străine și contra pătrunderii apei.
 - c) Cuplul pe care îl opune mașina de lucru,.....(5)..... electric de acționare în timpul desfășurării procesului tehnologic se numește cuplu.....(6)....., notat cu M_s și caracterizează comportarea mecanismului executor în regim staționar.
 - d) Funcționarea unui sistem de acționare este posibilă numai atunci când există un punct de intersecție (numit punct de(7).....) între caracteristica mecanică a mașinii de lucru și cea a motorului de acționare în domeniul de funcționare ca motor (nu ca.....(8).....).

5. În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate regimurile de acționare, iar în coloana **B** sunt enumerate tipurile de motoare recomandate.

Scrieți, pe foaia cu răsunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1. acționări cu viteza constantă	a. - motoare de c.c. la care reglarea vitezei se realizează în special prin modificarea tensiunii de alimentare sau modificarea fluxului inductor - motoare asincrone la care reglarea vitezei se realizează prin modificarea frecvenței tensiunii de alimentare.
2. acționări cu viteza variabilă	b. motoare de c.c. la care reglarea vitezei se realizează în special prin modificarea curentului sau modificarea fluxului inductor - motoare asincrone la care reglarea turației se realizează prin modificarea frecvenței tensiunii de alimentare.

3. acționări pentru reglarea continuă a vitezei	c. - motoare asincrone (în special cu rotorul în scurtcircuit) la puteri mici și mijlocii - motoare sincrone la puteri mari (datorită posibilităților oferite de acestea de a îmbunătăți factorul de putere)
	d. - motoare asincrone cu construcție specială, cu 2 viteze ce se pot obține prin modificarea numărului de perechi de poli ai statorului. - utilizarea unor organe de transmisie cu mai multe trepte de viteză

BAREM DE EVALUARE

1. Problemele de bază ale acționărilor electrice sunt:

- alegerea corectă a tipului de motor;
- determinarea cât mai precisă a puterii motorului.

2. Ținând seama de regimul de funcționare caracterizat prin dependența cuplului static funcție de timp, mașinile de lucru se împart în 7 grupe:

1. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină constantă
2. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină variabilă
3. mașini de lucru cu funcționare intermitentă
4. mașini de lucru cu funcționare de scurtă durată
5. mașini de lucru cu funcționare de durată și șocuri de sarcină
6. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină pulsatorie
7. mașini de lucru cu funcționare de durată și sarcină aleatoare.

3. Cuplul pe care îl opune mașina de lucru motorului electric de acționare în timpul desfășurării procesului tehnologic se numește **cuplu static**, notat cu M_s și caracterizează comportarea mecanismului executor în regim staționar.

În general, M_s este o funcție de viteză unghiulară Ω , de spațiul x , de poziția unghiulară α , de timp t . $M_s = f(\Omega, x, \alpha, t)$ și are 2 componente:

- o componentă utilă M_{su} corespunzătoare lucrului mecanic util pe care trebuie să-l efectueze mașina de lucru
- o componentă de pierderi M_{sf} determinată de frecările specifice elementelor în mișcare

$$M_s = M_{su} + M_{sf}$$

4. (1)-protecție; (2)-condițiile; (3)-protecția; (4)-mașinilor; (5)-motorului; (6)-static; (7)-funcționare; (8)-generator.

5. 1-c); 2-d); 3-a).

EXEMPLUL 2

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Calificarea profesională: Tehnician electromecanic

Anul de studiu: clasa a XI-a

Modulul 5. ACȚIONĂRI ÎN INSTALAȚII ELECTROMECHANICE

Rezultatele învățării vizate:

8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone

8.1.4. Norme specifice, norme de securitate la locul de muncă, norme de prevenire și stingere a incendiilor/legislația de protecția mediului pentru elementele componente ale sistemelor de acționare

8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică

8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă

8.3.8. *Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/ sarcinilor*

8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente

8.3.10. Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor

Conținuturile învățării:

Protecția motoarelor electrice de acționare:

- contra suprasarcinilor
- contra scurtcircuitelor
- contra punerilor la pământ ale unei faze a circuitului statoric
- contra căderilor de tensiune.

FIȘĂ DE DOCUMENTARE-POATE FI ACTIVITĂTE DE ÎNVĂȚARE ȘI CU APLICABILITATE ONLINE PROTECȚIA MOTOARELOR ELECTRICE DE ACȚIONARE

Sarcini de lucru: Studiați fișa de documentare și diseminați împreună cu profesorul.

Alegerea motoarelor electrice de acționare în funcție de gradul de protecție

Gradele normale de protecție se referă la protecția persoanelor contra atingerii accidentale a pieselor interioare mobile sau sub tensiune și la protecția mașinilor contra pătrunderii corpurilor străine și contra pătrunderii apei; ele sunt reglementate prin standarde.

Tipurile normale de protecție sunt simbolizate prin literele majuscule IP urmate de două cifre, dintre care prima simbolizează gradul de protecție contra atingerilor și contra pătrunderilor de corpuri străine, iar cea de-a doua caracterizează tipul de protecție contra pătrunderii apei.

Sunt standardizate 6 grade normale de protecție contra atingerilor și a pătrunderii corpurilor solide străine și 9 grade normale de protecție contra pătrunderii apei.

Protecția contra atingerii accidentale și a pătrunderii corpurilor străine este simbolizată după cum urmează:

Simbolul 0 corespunde mașinilor electrice fără protecție, existând posibilitatea atingerii părților aflate în mișcare sau sub tensiune, precum și a pătrunderii corpurilor străine. De aceea, o asemenea execuție se adoptă foarte rar.

Simbolul 1 corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii întâmplătoare cu o mare parte a corpului omenesc, de exemplu, cu mâna, carcasa sau învelișurile de protecție putând avea deschideri până la 50 mm în diametru sau lărgime. Verificarea

acestei protecții se face cu o bilă de Φ 52,5 mm care -împinsă cu o forță de 50 N - nu trebuie să pătrundă prin găurile învelișului. Acest tip de protecție este folosit mai mult la mașinile mari și la cele destinate a fi instalate în locuri închise unde are acces numai personalul specializat.

Simbolul 2 corespunde mașinilor electrice cu protecție împotriva atingerii cu degetele și a pătrunderii corpurilor străine solide cu dimensiuni peste 12,5 mm, ele putând avea deschideri până la 12,5 mm diametru sau lărgime. Această protecție se adoptă în special la mașinile care lucrează în încăperi, deoarece - pe de o parte - posibilitatea pătrunderii corpurilor străine este înlăturată, iar - pe de altă parte - permite autoventilarea interioară a mașinilor, factor hotărâtor în reducerea dimensiunilor acestuia. Verificarea protecției simbolizate astfel se efectuează cu un deget de control cu Φ 12,5 mm și, în plus, cu o bilă de control de Φ 12,5 mm, care nu trebuie să pătrundă prin găurile învelișului.

Simbolul 3 corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni peste 2,5 mm, ele putând avea deschideri până la 2,5 mm diametru sau lărgime. Și această execuție permite autoventilarea mașinilor, asigurând totodată o protecție mai bună împotriva atingerii și pătrunderii corpurilor străine.

Simbolul 4 corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte foarte ascuțite și a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni sub 1 mm. Această execuție este suficientă, în general, pentru mașini destinate să funcționeze în locuri descoperite, cu procent redus de praf. Carcasa sau învelișul mașinii nu poate avea deschideri, admitându-se interstiții de maximum 1 mm la îmbinări, la trecerea arborelui și la intrarea cablurilor în cutia de borne. Verificarea protecției se face cu o sârmă rotundă de oțel cu diametrul de 1 mm, care nu trebuie să pătrundă în interiorul învelișului și să atingă piese interioare în mișcare sau aflate sub tensiune; se exceptează de la această verificare partea refulării de la învelișul ventilatorului mașinilor răcite prin ventilare exterioară.

Simbolul 5 corespunde mașinilor cu protecție contra atingerii cu orice mijloace și contra pătrunderii prafului. Deși pătrunderea prafului nu este complet împiedicată, protecția este totuși suficientă pentru a permite montarea mașinilor în locuri cu mult praf, de exemplu, în fabricile de ciment sau în morărit. La verificarea protecției IP 5, se examinează cantitatea de praf pătrunsă în mașină, fiind luate în considerație, în special, depunerile pe liniile de fugă dintre părțile sub tensiune sau între părțile sub tensiune și masă.

Protecția contra pătrunderii apei este simbolizată după cum urmează:

Simbolul 0 corespunde mașinilor fără protecție. O asemenea execuție se adoptă pentru mașini destinate a fi montate în încăperi închise, în care nu există pericolul ca aburii să condenseze și să cadă apoi sub formă de picături pe mașină.

Simbolul 1 corespunde mașinilor cu protecție contra picăturilor de apă condensată, fiind prevăzute cu acoperiș la partea superioară.

Simbolul 2 corespunde mașinilor cu protecție contra picăturilor de apă care cad vertical. Această protecție caracterizează mașinile care necesită o puternică autoventilație, de exemplu, mașinile de curent continuu de mare intensitate, la care problema răcirii colectorului este esențială.

Simbolul 3 corespunde mașinilor cu protecție contra pătrunderii picăturilor de apă care cad pe direcții înclinate până la 45° față de verticală. Este cea mai răspândită protecție la mașinile auto ventilate. Utilizarea mașinilor cu această protecție în locuri complet neferite de precipitații atmosferice trebuie făcută însă cu multă prudență, deoarece picăturile de apă pot cădea și pe direcții cu înclinație mai mare de 45° față de verticală.

Simbolul 4 corespunde mașinilor cu protecție contra stropirii cu apă, fără presiune, din orice direcție. În principiu, mașinile cu această protecție pot fi montate în locuri expuse precipitațiilor atmosferice, însă se recomandă evitarea montării lor în regiuni caracterizate prin ploi torențiale frecvente.

Verificarea protecției la pătrunderea apei, pentru gradele de protecție 1 -2-3 și 4 se face, în general, prin examinarea desenelor. În caz de dubiu, mai ales la gradul 4 de protecție, mașina se supune unor încercări prevăzute în standarde.

Simbolul 5 corespunde mașinilor cu protecție contra jeturilor de apă aruncate cu un furtun cu diametrul de 12,5 mm ținut la o distanță de 3 m de mașină. Presiunea apei trebuie să fie de 3.104 N/m², iar debitul de aproximativ 50 l/min. Durata încercării va fi de 10 minute.

Simbolul 6 corespunde mașinilor cu protecție împotriva jeturilor de apă aruncate din toate direcțiile de un furtun cu diametrul de 12,5 mm ținut la o distanță de 3 m de mașină, însă de data aceasta presiunea apei trebuie să fie de 105 N/m², iar debitul de aproximativ 100 l/min. Durata încercării este de 10 minute și mașinile cu această protecție sunt destinate funcționării pe puntea navelor maritime.

Simbolul 7 corespunde mașinilor cu protecție împotriva cufundării în apă, dar nu sub presiune.

Simbolul 8 corespunde mașinilor cu protecție împotriva cufundării în apă sub presiune. Condițiile de încercare pentru gradul de protecție 8 (presiunea, durata) fac obiectul unui acord care se încheie între producător și beneficiar. Mașinile electrice care, după construcția lor și după izolația folosită, sunt destinate a funcționa în apă și la care apa pătrunde normal în interiorul mașinii în timpul funcționării (cum este cazul unor motoare pentru pompe submersibile) se consideră având gradul de protecție 8.

Între cele două tipuri de protecție asigurate mașinilor electrice există o anumită corelație, ele neputându-se asocia oricum între ele. În tabelul 1.1. sunt indicate gradele normale de protecție pentru mașinile electrice rotative.

Tabelul 1.1

Simbol literal	Prima cifră caracteristică	A doua cifră caracteristică								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
		Grad de protecție								
IP	0	IP00								
	1		IP11S							
	2		IP21S	IP22S	IP23S					
	3				IP33S					
	4					IP44				IP48
	5					IP54	IP55	IP56		

Litera S indică faptul că verificarea se efectuează cu mașina staționând. La înțelegere între producător și beneficiar, în cazuri bine justificate, se admit și alte grade de protecție în afara celor prevăzute în tabel. Gradul de protecție IP00 se poate alege numai la înțelegere între producător și beneficiar.

Trebuie remarcat faptul că mașinile nu au totdeauna o protecție unitară. Astfel, este posibil ca o mașină să fie construită în protecția IP23, însă cutia de borne să aibă protecția IP55. În acest caz, notația se efectuează înscriind mai întâi protecția generală a mașinii, urmată de protecția specială a unei anumite părți a acesteia, indicându-se denumirea subansamblului cu protecție specială. De exemplu, cazul descris se notează: „IP23S, cutia de borne IP55”.

În unele cazuri, protecția mașinilor electrice trebuie completată la montarea lor cu măsuri de protecție suplimentare. Astfel, motoarele de tracțiune trebuie prevăzute cu protecții suplimentare la integrarea lor pe vehicul, deoarece dacă se lasă protecția contra pătrunderii apei numai pe seama motoarelor rezultă construcții complicate.

Încadrarea condițiilor existente în exploatare într-unul din tipurile normale de protecție este foarte importantă, deoarece alegerea unei mașini având o protecție superioară celei necesare înseamnă - pentru aceleași caracteristici electrice - o mașină mai voluminoasă, mai grea și deci mai scumpă, în timp ce alegerea unei protecții inferioare celei necesare conduce, mai devreme sau mai târziu, la deteriorarea mașinii.

Întrucât atât regimurile anormale, cât și defectele interne duc în definitiv la scoaterea motorului din funcțiune, sunt necesare măsuri corespunzătoare de protecție. Prevederea

acestor măsuri este stabilită prin norme, iar realizarea lor diferă funcție de puterea, tensiunea și condițiile de funcționare ale motorului la care se referă. Aceste măsuri de protecție sunt:

Protecția contra suprasarcinilor

- la motoarele pentru tensiuni sub 1kV se realizează prin relee termice;
- la motoarele pentru tensiuni mai mari de 1kV se realizează prin relee maxime de curent cu caracteristică dependentă sau cu relee termice, cu o temporizare de minimum 10s.
- obișnuit semnalizează sau, când este posibil, decuplează automat utilajul antrenat (sarcina);
- declanșează, în cazurile în care motoarele lucrează fără supraveghere permanentă, au condiții grele de pornire și autopornire sau nu pot fi descărcate fără oprire.

Protecția contra scurtcircuitelor

1) La motoarele pentru tensiuni sub 1kV această protecție se realizează prin relee electromagnetice sau, în lipsa lor, prin siguranțe fuzibile montate pe cele trei faze ale circuitului de alimentare, cu următoarele mențiuni:

- în cazul motoarelor alimentate individual din tabloul de distribuție, siguranțele circuitului de alimentare montate în tablou pot fi considerate valabile și pentru protecția la scurtcircuit a înfășurării statorice a motorului;
- la motoarele de puteri mici alimentate în derivație din același circuit nu este obligatorie protecția la scurtcircuit pe ramificații dacă curentul nominal al fuzibilelor care protejează circuitul principal, montate în tabloul de distribuție, nu depășește 15 A la 380/220V sau 20 A la 220/127 V;
- când curentul nominal al fuzibilelor siguranțelor circuitului principal depășește aceste valori, se admite neprotejarea la scurtcircuit a derivațiilor la motoarele alimentate din acest circuit numai dacă: secțiunea conductoarelor derivațiilor este asigurată de fuzibilele circuitului principal, numărul motoarelor conectate la același circuit nu este mai mare de cinci, cu o putere totală maximă de 10 kW, iar fiecare motor este prevăzut cu protecție la suprasarcină;
- în rețelele cu neutrul legat direct la pământ, protecția contra scurtcircuitelor polifazate este comună cu cea contra scurtcircuitelor monofazate.

2) La motoarele pentru tensiuni peste 1 kV, protecția este asigurată cu relee de curent alese funcție de tipul de protecție adoptat. Tipurile de protecție care se pot adopta sunt următoarele:

- protecția maximală rapidă;
- protecția de curent diferențială longitudinală, pentru motoarele de puteri mai mari de 5000 kW sau pentru cele sub 5000 kW la care protecția maximală rapidă nu asigură sensibilitatea necesară.

Protecția contra punerilor la pământ ale unei faze a circuitului statoric

Această protecție se utilizează la motoarele pentru tensiuni peste 1 kV racordate la rețelele cu neutrul izolat sau compensat. Protecția se realizează prin folosirea curentului homopolar sau adițional ce comandă declanșarea.

Protecția contra scăderilor de tensiune comandă deconectarea motorului și se prevede:

- când motoarele sunt conectate la rețea prin aparate de pornire acționate manual;
- când autopornirea motoarelor nu este permisă de procesul tehnologic sau este periculoasă pentru securitatea personalului de exploatare;

- când deconectarea ușurează autopornirea altor motoare de importanță mai mare în procesul tehnologic.

Protecția contra scăderilor de tensiune se realizează cu declanșatoare, bobine sau rele de tensiune minimă.

FIȘĂ DE LUCRU-POATE FI TRANSFORMAT ÎN QUIZZ PENTRU PLATFORMELE ONLINE

Completați individual fișa de lucru.

Timp de lucru: 15 min.

1. Precizați însemnătatea gradelor normale de protecție.

2. Identificați simbolizarea tipurilor normale de protecție, precizând și simbolizarea celor 2 cifre.

3. Menționați tipurile de aparate electrice care realizează protecția la suprasarcină pentru motoare cu tensiuni mai mici și mai mari de 1 kV.

4. Scrieți informația corectă care completează spațiile libere:

a) Gradele normale de protecție se referă la.....(1)..... persoanelor contra atingerii accidentale a pieselor interioare mobile sau sub tensiune și la protecția.....(2)..... contra pătrunderii corpurilor străine și contra pătrunderii apei.

b) În unele cazuri, protecția....(3)..... electrice trebuie completată la montarea lor cu măsuri de protecție suplimentare. Astfel, motoarele de tracțiune trebuie prevăzute cu.....(4)..... suplimentare la integrarea lor pe vehicul, deoarece dacă se lasă protecția contra pătrunderii apei numai pe seama motoarelor rezultă construcții.....(5).....

c) Protecția contra punerilor la pământ ale unei faze a circuitului.....(6).... se utilizează la motoarele pentru tensiuni peste 1 kV racordate la rețelele cu.....(7)..... izolat sau compensat. Protecția se realizează prin folosirea....(8)..... homopolar sau adițional ce comandă declanșarea.

5. În tabelul de mai jos, în coloana **A** sunt enumerate gradele normale de protecție contra atingerii și a pătrunderii corpurilor solide străine, iar în coloana **B** sunt enumerate simbolizările protecțiilor.

Scrieți, pe foaia cu răspunsuri, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1. Simbolul 0	a. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni peste 2,5 mm, ele putând avea deschideri până la 2,5 mm diametru sau lărgime;
2. Simbolul 1	b. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni peste 2,5 mm, ele putând avea deschideri până la 2,5 mm diametru sau lărgime;
3. Simbolul 2	c. corespunde mașinilor electrice fără protecție, existând posibilitatea atingerii părților aflate în mișcare sau sub tensiune, precum și a pătrunderii corpurilor străine;
4. Simbolul 3	d. corespunde mașinilor cu protecție contra atingerii cu orice mijloace și contra pătrunderii prafului);
5. Simbolul 4	e. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte ascuțite sau a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni sub 2,5 mm, ele putând avea deschideri peste 2,5 mm diametru sau lărgime;
6. Simbolul 5	f. corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii

	întâmplătoare cu o mare parte a corpului omenesc, de exemplu, cu mâna, carcasa sau învelișurile de protecție putând avea deschideri până la 50 mm în diametru sau lărgime;
	g.corespunde mașinilor cu protecție împotriva atingerii cu unelte foarte ascuțite și a pătrunderii corpurilor străine cu dimensiuni sub 1 mm;

BAREM DE EVALUARE

1. Gradele normale de protecție se referă la protecția persoanelor contra atingerii accidentale a pieselor interioare mobile sau sub tensiune și la protecția mașinilor contra pătrunderii corpurilor străine și contra pătrunderii apei; ele sunt reglementate prin standarde.

2. Tipurile normale de protecție sunt simbolizate prin literele majuscule IP urmate de două cifre, dintre care prima simbolizează gradul de protecție contra atingerilor și contra pătrunderilor de corpuri străine, iar cea de-a doua caracterizează tipul de protecție contra pătrunderii apei.

3 Protecția contra suprasarcinilor se realizează astfel:

- la motoarele pentru tensiuni sub 1kV se realizează prin relee termice;
- la motoarele pentru tensiuni mai mari de 1kV se realizează prin relee maxime de curent cu caracteristică dependentă sau cu relee termice, cu o temporizare de minimum 10s.

4.(1)-protecția; (2)-mașinilor; (3)- mașinilor;(4)-protecții;(5)-complicate;(6)-statoric; (7)-neutru; (8)-curentului.

5. 1 - c; 2 - f; 3 - a; 4 - b ; 5 - g ; 6 - d.

Fișele de documentare prezentate mai sus pot fi aplicate și online prin diferite platforme, iar testele sumative, testele de evaluare și fișele de lucru se pot aplica quizz-uri pe aceste platforme.

BIBLIOGRAFIE

1. Bichir, D., ș.a, „Mașini, acționări și automatizări”- manual pentru licee și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994
2. Florin Mareș, Tatiana Bălășoiu, ș.a. “Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată”, manual pentru clasa a XI-a și a XII-a, Editura ECOPRINT, 2002
3. Florin Mareș, Dragoș Ionel Cosma, “Sisteme de acționare electrică”, manual pentru clasa a XI-a, Editura CD PRESS, 2009