



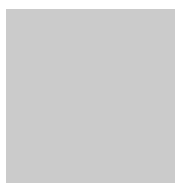
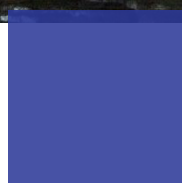
2023-2024

ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL ȘI TEHNIC

REPERE METODOLOGICE

ELECTROMECHANICĂ

PENTRU CLASA a **XI**-a



Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 1

LUCRARE DE LABORATOR

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	<i>Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice</i>
<i>Modul</i>	Acționări în instalații electromecanice
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	<i>Scheme funcționale a unui sistem de acționare (realizare, funcționalitate, caracteristici): - Circuite pentru frânarea acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone</i>

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
<p>8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și motoare asincrone</p> <p>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</p>	<p>8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică</p> <p>8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă</p> <p>8.2.7. <i>Reprezentarea cu ajutorul calculatorului a caracteristicilor statice ale acționărilor cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone</i></p> <p>8.2.9. Realizarea de circuite pentru frânarea acționărilor cu motoare de curent continuu și motoare asincrone</p> <p>8.2.11. <i>Utilizarea/ Completarea documentației tehnice</i></p> <p>8.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice</p> <p>8.2.13. <i>Prelucrarea matematică a datelor măsurate</i></p>	<p>8.3.5. <i>Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor</i></p> <p>8.3.6. Asumarea, la locul de muncă, a calității lucrărilor/sarcinilor încredințate</p> <p>8.3.7. <i>Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă</i></p> <p>8.3.8. <i>Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor</i></p> <p>8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente</p> <p>8.3.10. Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor</p>

Sugestii metodologice pentru organizarea activităților de învățare în laboratorul tehnologic

Pentru modulul „Acționări în instalațiile electromecanice”, curriculum-ul include o listă de lucrări aplicative din care a fost selectată tema indicată mai sus.

Formularea din curriculum este detaliată prin precizarea metodelor de frânare aplicabile în cazul motorului de curent continuu cu excitație derivație.

Astfel, sunt prezentate îndrumări de laborator pentru trei metode de frânare, fiecare dintre acestea putând constitui obiectul unei sesiuni de lucru cu durata de 2 ore. Sesiunea de lucru presupune realizarea activităților specifice fiecărei lucrări de laborator: organizare, realizare montaj, efectuare manevre/reglaje, înregistrare date, finalizare/readucere echipament în starea inițială, întocmire referat incluzând concluzii și observații personale.

Având în vedere că structura schemei electrice a montajului de lucru este aproximativ aceeași (cu unele, foarte mici, modificări) lucrările pot fi efectuate de o echipă și în varianta toate trei, pe rând, într-o sesiune de lucru cu durata de 3 ore. În această variantă, montajul se realizează o singură dată, manevrele/reglajele se efectuează pe rând, după mici modificări conform îndrumărilor de laborator și astfel, pe lângă economia de timp, elevilor le este mai ușor să compare între ele, metodele experimentate, ceea ce contribuie la integrarea mai temeinică a noilor cunoștințe.

Organizarea clasei se face pe echipe de lucru, numărul acestora fiind dependent de numărul posturilor de lucru pentru care școala dispune de echipamente de laborator. Chiar și în cazul în care poate fi organizat doar un post de lucru, colectivul clasei va fi împărțit în echipe de lucru, în care fiecare membru va avea responsabilități concrete: fie efectuarea montajului, fie observarea și înregistrarea datelor, fie calcularea datelor și reprezentarea caracteristicilor indicate, fie colectarea observațiilor efectuate pe parcursul lucrării etc.

În concluzie, recomandările metodice pentru efectuarea lucrărilor de laborator sunt:

Varianta 1			Varianta 2		
Denumirea lucrării	Durată	Organiz.	Denumirea lucrării	Durată	Organiz.
Frânarea recuperativă	2	pe echipe	Frânarea recuperativă Frânarea contracurent Frânarea dinamică	3	pe echipe
Frânarea contracurent	2	pe echipe			
Frânarea dinamică	2	pe echipe			
Loc de desfășurare: în laboratorul tehnologic de specialitate					

Suport teoretic/Îndrumări de laborator

Observație:

Tehnicianul electromecanic realizează scheme electrice (de forță și de comandă/semnalizare) pentru instalații electromecanice acționate cu diferite tipuri de motoare electrice.

O categorie de motoare frecvent utilizate pentru acționarea instalațiilor electromecanice, datorită avantajelor pe care le prezintă, este constituită de motoarele de curent continuu (m.c.c.) iar, dintre acestea, cel mai frecvent sunt folosite cele cu excitație derivație.

Acționările cu motoare electrice presupun pornirea acestora, reglarea vitezei conform cerințelor procesului tehnologic și frânarea. În acest ultim mod, mașina poate fi pusă în funcțiune fie în regim de generator care să debiteze pe o rețea proprie (frânare dinamică) sau pe o rețea de tensiune constantă (frânare recuperativă), fie în regim de frână propriu-zisă (frânare potențială, respectiv, frânare contracurent).

Așadar, metodele de frânare a acționărilor cu motoare de curent continuu cu excitație derivație sunt:

- Frânarea recuperativă
- Frânarea contracurent (sau contrasens)
- Frânarea dinamică (frânarea în regim de generator, fără recuperarea energiei)

A. Frânarea recuperativă

Acest procedeu de frânare este caracteristic vehiculelor cu tracțiune electrică (locomotive electrice sau diesel-electrice, tramvaie, troleibuze etc.).

Caracteristica mecanică la frânarea în regim de generator cu recuperarea energiei (reprezentare calitativă) este prezentată în figura 1.

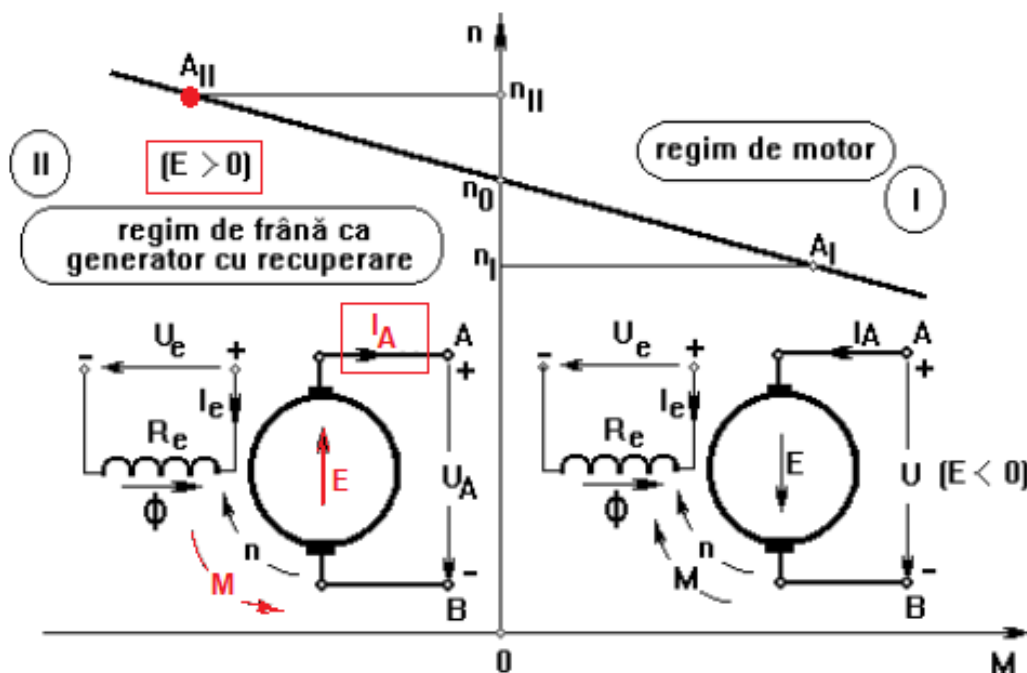


Figura 1. Caracteristica mecanică la frânarea în regim de generator cu recuperarea energiei

În figura 1, trebuie observat că în regimul de frânare recuperativă, punctul de funcționare A, se deplasează din cadranul I (poziția A_I), în cadranul II (poziția A_{II}). Mărimile care își schimbă sensul sunt reprezentate cu altă culoare (roșu).

Deplasarea punctului de funcționare din cadranul ce caracterizează regimul de motor în cadranul ce caracterizează regimul de frână electromagnetică se face pe baza energiei furnizate de mașina de lucru, din care o parte este utilizată pentru acoperirea pierderilor mecanice și a celor electrice, restul fiind debitată în rețeaua de alimentare sub formă de energie electrică. Acesta este motivul pentru care, frânarea recuperativă este apreciată ca fiind deosebit de avantajoasă sub raportul bilanțului energetic.

Pentru a explica mai sugestiv acest regim de frânare, se presupune că un vehicul care mergea pe un teren plat începe să coboare o pantă. Punctul de funcționare al motorului, când vehiculul rulează pe un teren plat se găsește în A_I , pe caracteristica mecanică I.

Când vehiculul intră pe planul înclinat, datorită componentei paralele cu planul a forței gravitaționale, începe să crească viteza motorului spre n_0 , ceea ce conduce la creșterea tensiunii electromotoare (t.e.m.) induse.

Tensiunea electromotoare crește până când egalează tensiunea de alimentare, moment în care curentul prin indus se anulează.

Viteza de rotație crește în continuare și depășește valoarea de mers în gol, astfel încât tensiunea electromotoare devine mai mare ca tensiunea de alimentare și curentul prin indus își schimbă sensul.

Cuplul electromagnetic devine un cuplu de frânare, opunându-se accelerării vehiculului pe panta de coborâre.

Punctul de funcționare se stabilește în A_{II} , pe caracteristica mecanică II, din cadranul II.

În orice punct de funcționare de pe caracteristica II motorul, transformat în generator, debitează energie electrică în rețea și astfel se realizează un cuplu electromagnetic de frânare care asigură o viteză constantă la coborârea pantei.

Avantajul acestei metode constă în recuperarea energiei; de exemplu, în cazul tracțiunii electrice, în zonele de pantă, motorul de acționare debitează energie în rețea.

În traficul feroviar, la pante lungi, pentru a evita creșterea tensiunii rețelei, se face o coordonare de trafic (în timp ce un tren urcă panta, altul o coboară).

Schema montajului de lucru

Schema montajului de lucru este reprezentată în figura 2. Notațiile au următoarele semnificații:

M_1, M_2 - motoare de c.c.;

E_{x1}, E_{x2} - circuitele de excitație separată ale motoarelor;

R_f - reostat de frânare;

R_s - reostat de sarcină;

R_{c1}, R_{c2} - reostate de câmp (pentru reglarea curentului de excitație);

A_1, A_2 - ampermetre de sarcină;

A_{e1}, A_{e2} - ampermetre pentru curentul de excitație (ampermetrul A_{e1} cu zero-ul la mijlocul scalei);

V_1, V_2 - voltmetre pentru tensiunea la borne;

K_1, K_2 - întreruptoare.

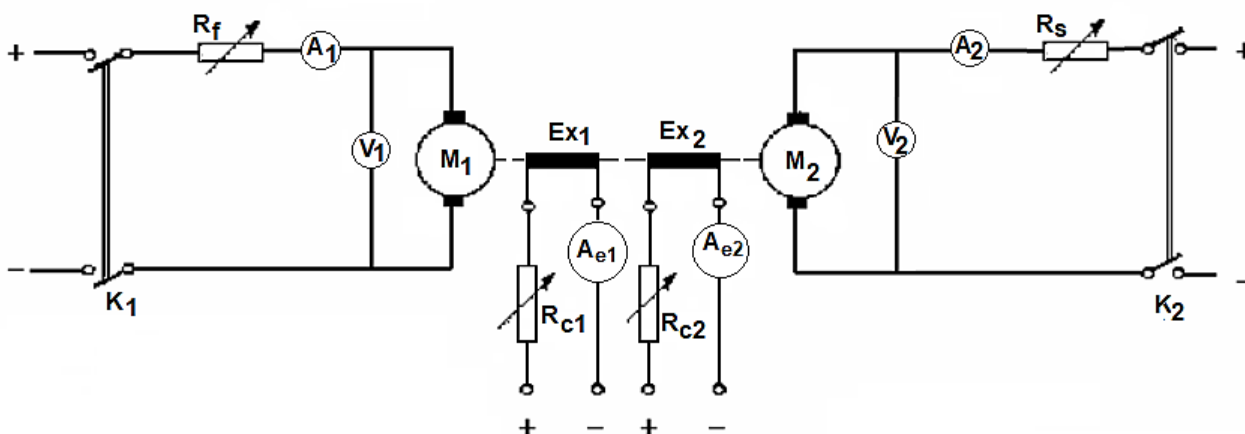


Figura 2. Montajul de lucru pentru frânarea recuperativă

Modul de lucru

Pentru obținerea caracteristicii statice în regim de frână recuperativă se procedează astfel:

1. se pune în mișcare motorul M_2 cu care se simulează mașina de lucru, urmărindu-se ca sensul de rotație să corespundă sensului indicat de săgeata de pe carcasă, după care se deconectează indusul de la rețea (se deschide K_2);
2. se pornește motorul M_1 , elementul de antrenare din acționarea studiată, urmărindu-se ca sensul de rotație să corespundă sensului indicat prin săgeata de pe carcasă după care se asigură condițiile corespunzătoare caracteristicii mecanice naturale; de reținut și sensul de deplasare al acului ampermetrului magnetoelectric A_1 cu zero la mijlocul scalei. Valoarea indicată reprezintă curentul corespunzător învingerii cuplului de frecare din acționare; valorile mărimilor observate, se vor înregistra în tabelul de date (tabelul 1);
3. se crește viteza sistemului de acționare cu ajutorul motorului M_2 prin reducerea rezistenței R_s și prin diminuarea curentului de excitație până când ampermetrul A_1 indică valoarea zero, deci atingerea vitezei de funcționare în gol ideal.
4. se aleg coordonatele unui punct de funcționare staționară (notat A_{II} în figura 1), de exemplu $(1,3 \cdot \Omega_0; 0,5 \cdot I_N)$; coordonatele sale se calculează cunoscând datele nominale ale motorului M_1 ;
5. pornind din punctul în care indicația ampermetrului A_{e1} este zero, se crește viteza sistemului prin reglarea reostatelor R_f , R_s și R_{c2} până când se obțin coordonatele alese/calulate; concomitent, se observă variația curentului de sarcină în circuitul motorului M_1 (la ampermetrul A_1);
6. în punctul de coordonate $(1,3 \cdot \Omega_0; 0,5 \cdot I_N)$, se măsoară turația cu un turometru stroboscopic;
7. se notează indicațiile tuturor aparatelor de măsurat, conform tabelului de date.

Tabel de date

Datele măsurate, datele calculate, precum și datele nominale ale motorului studiat se înregistrează în tabelul următor:

Tabelul 1.

Funcționare ca motor			Funcționare ca generator		
I_N [A]	U_N [V]	n_N [rpm]	$0,5 \cdot I_N$ [A]	U_{V1} [V]	$1,3 \cdot n_0$ [rpm]

Observații și concluzii

Cunoscând că motorul de c.c. cu excitație derivație are o caracteristică (electro)mecanică liniară, se trasează caracteristica $n = f(I)$, numită caracteristică electromecanică, în regimul de frânare studiat, folosind facilitățile programului Excel sau ale oricărui alt utilitar adecvat.

De asemenea, se pot efectua observații privind modalitatea de obținere a punctului de funcționare ales: cu care dintre reostatele reglate se obține un reglaj grosier și cu care un reglaj fin al mărimilor monitorizate.

B. Frânarea contracurent

Regimul de frânare contracurent se poate obține în două variante, în funcție de tipul cuplului static:

- pentru cupluri statice pasive, prin **schimbarea polarității tensiunii de alimentare**, introducerea unor rezistențe R_f în indus și menținerea sensului de rotație, punctul de funcționare trecând din cadranul I în cadranul II al planului ($MO\Omega$), pe o caracteristică statică reostatică (fig. 3); în acest caz, oprirea motorului trebuie efectuată printr-o frână mecanică, în apropierea punctului de coordonate ($n = 0, M = -M_f$) în caz contrar, mașina funcționând în cadranul III, în regim de motor cu sens de rotație inversat (punctul A_{III}).

Această metodă de frânare se folosește, de obicei, la acționările reversibile (valțurile laminoarelor) care prin procesul tehnologic impus de deplasarea cajei, solicită o frânare rapidă și o accelerare în sens invers.

Pentru ca punctul de funcționare să treacă pe caracteristica II în A_{II} (fig. 3), odată cu inversarea polarității tensiunii de alimentare este necesară și înserierea cu indusul a unei rezistențe R_f (caracteristica II este o caracteristică artificială reostatică și corespunde motorului cu sensul de rotație schimbat și cu cuplul la arbore, de asemenea, schimbat).

Turația scade până în zero (punctul marcat la intersecția axei (OM) cu caracteristica artificială reostatică (R_f) și apoi își schimbă sensul de rotație dacă motorul nu este deconectat de la rețea.

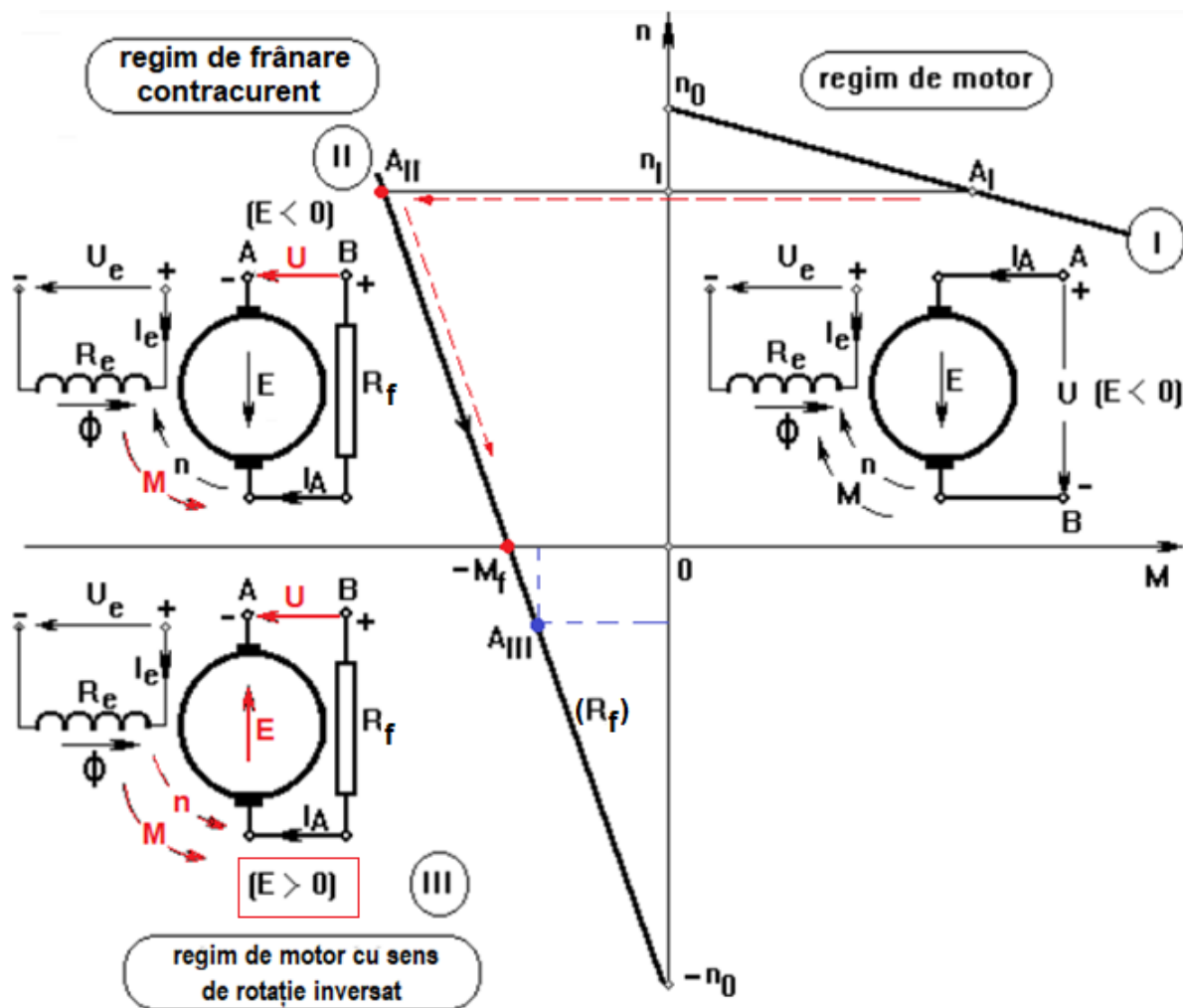


Figura 3. Caracteristica mecanică la frânarea contracurent prin schimbarea polarității tensiunii de alimentare (mărimile al căror sens se schimbă, sunt marcate cu roșu)

- pentru cupluri statice active, prin **schimbarea sensului de rotație și menținerea polarității tensiunii de alimentare**, punctul de funcționare trecând din cadranul I în cadranul IV al planului (MOQ), pe o caracteristică statică (fig. 4)

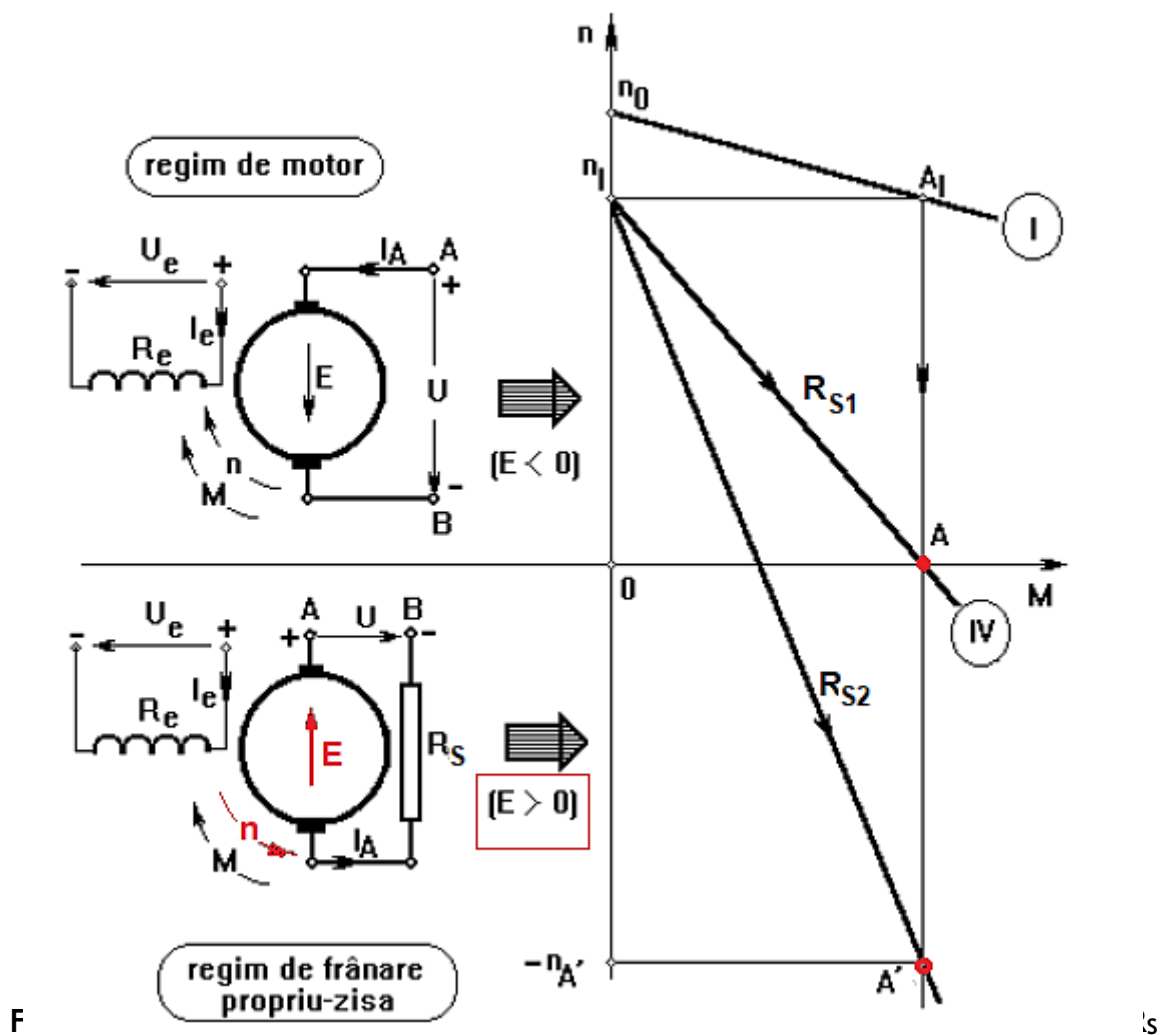
Acest procedeu de frânare este specific instalațiilor de ridicat.

Caracteristica mecanică se găsește în cadranul IV; în figura 4, sunt reprezentate două caracteristici artificiale reostatice (cu referire la motorul M_2 -figura 2, prin care este simulată mașina de lucru), corespunzătoare la două valori, R_{S1} și R_{S2} ($R_{S1} < R_{S2}$). Ridicarea rapidă a sarcinii se efectuează cu viteza corespunzătoare punctului A_1 .

Se poate calcula o rezistență suplimentară R_{S1} pentru care greutatea să rămână în echilibru (punctul A).

Pentru valori mai mici ale rezistenței suplimentare greutatea este ridicată cu viteze mai mici decât n_1 .

Dacă rezistența suplimentară are valoare mai mare (R_{S2} , de exemplu), cuplul datorat forței gravitaționale învinge cuplul electromagnetic și greutatea începe să coboare cu viteza constantă $n_{A'}$ (punctul A').



În regimul de frânare contracurent, se absoarbe atât energie electrică de la rețeaua electrică de alimentare, cât și energie mecanică de la mașina de lucru; toată energia consumată este transformată în energie termică, pe rezistența indusului R_a și rezistența de frânare R_f (înseriată în circuitul indusului). De aceea, regimul acesta este deosebit de dezavantajos din punct de vedere al bilanțului energetic.

Schema montajului de lucru

Se utilizează montajul de lucru din figura 2, observând că este vorba de simularea unei mașini de lucru care dezvoltă cuplu static activ, deci frânarea se efectuează prin schimbarea sensului de rotație.

Modul de lucru

Pentru obținerea caracteristicii statice în regim de frână contracurent prin schimbarea sensului de rotație se procedează astfel:

1. se inversează sensul de rotație al motorului M_2 (cu care se simulează mașina de lucru), față de sensul motorului studiat M_1 , după care se deconectează de la rețea;
2. se pornește motorul M_1 , elementul de antrenare studiat, lăsând în circuitul indusului o rezistență suplimentară R_f , astfel încât să se pună în evidență funcționarea în cadranul I la viteză mică și curent mic;

3. se pornește motorul M_2 și se reduce rezistența suplimentară R_s până când viteza sistemului devine zero (punctul A din figura 4). Pornind din acest punct, se reduce rezistența suplimentară R_s și se notează indicațiile tuturor aparatelor pentru 2 valori ale curentului din indusul motorului de studiat;
4. se consideră coordonatele unui punct de funcționare în acest regim de frânare, în cadranul IV, de exemplu punctul $(-0,2 \cdot \Omega_N; -0,4 \cdot I_N)$
5. se reglează reostatele R_f și R_s , până la obținerea coordonatelor alese;
6. turația motorului se măsoară cu un turometru stroboscopic.

Tabel de date

Datele măsurate, datele calculate, precum și datele nominale ale motorului studiat se înregistrează în tabelul următor:

Tabelul 2.

Funcționare ca motor			Funcționare ca frână contracurent		
I [A]	U_{V1} [V]	n [rpm]	$-0,4 \cdot I_N$ [A]	U_{V1} [V]	$-0,2 \cdot n_N$ [rpm]

Observații și concluzii

Alura liniară a caracteristicilor m.c.c. cu excitație derivație permite trasarea acestora în regim de motor și în regim de frână. Pentru aceasta, se consideră coordonatele punctelor de funcționare ca motor și ca frână, și cunoscând datele tehnice ale motorului, se trasează cantitativ cele două caracteristici, a căror reprezentare calitativă se regăsește în figura 4. De asemenea, se formulează observații personale referitoare la reglajele necesare pentru obținerea unui punct de funcționare de coordonate date.

C. Frânarea dinamică

Acest procedeu de frânare se utilizează în tracțiunea electrică datorită faptului că asigură frânări rapide.

Caracteristicile mecanice corespunzătoare frânării dinamice sunt prezentate în figura 5. Se consideră că motorul cu excitație separată are punctul de funcționare în A_I .

Pentru realizarea frânării dinamice, se deconectează indusul de la rețea și se conectează pe o rezistență suplimentară R_f , înfășurarea de excitație rămânând alimentată cu tensiune.

Datorită energiei cinetice înmagazinate, indusul continuă să se rotească, iar mașina trece în regim de generator debitând energie electrică pe rezistența suplimentară, pe seama scăderii energiei potențiale a vehiculului.

Punctul de funcționare se stabilește pe caracteristica (1) în A_{II} .

Deoarece cuplul de frânare se reduce odată cu scăderea vitezei, pentru ca frânarea să se mențină eficientă, se face micșorarea în trepte a rezistenței suplimentare, punctul de funcționare mutându-se pe caracteristicile (2) și (3), respectiv în punctele A'_{II} și A''_{II} iar cuplul de frânare variază între două limite, M_{fmin} , respectiv M_{fmax} .

Caracteristica mecanică este o dreaptă ce trece prin origine, situată în cadranul II

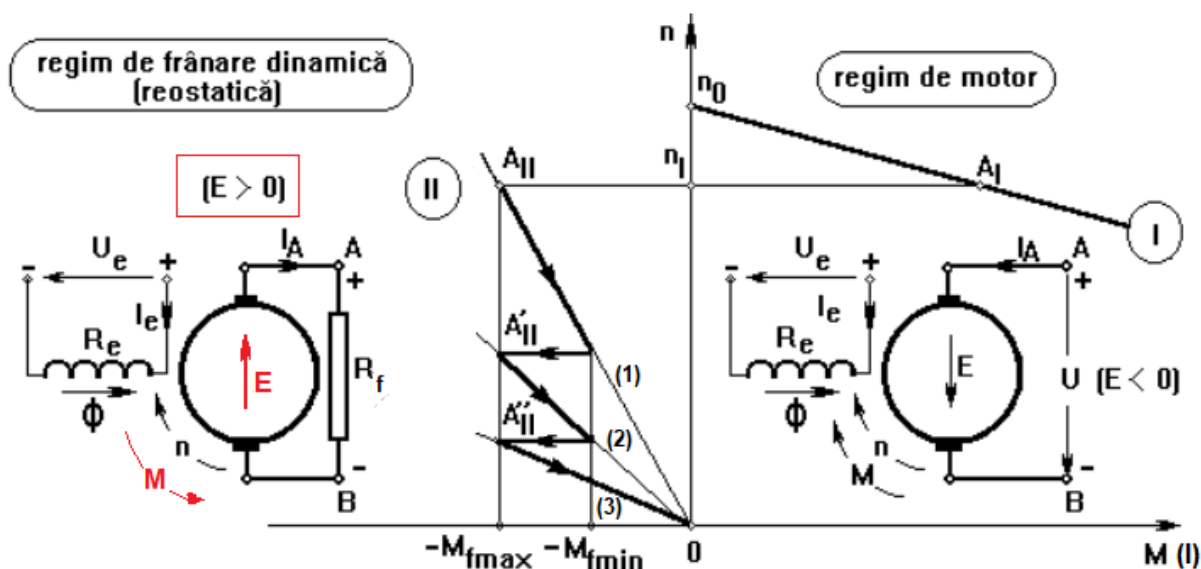


Figura 5. Caracteristica (electro)mecanică la frânarea dinamică

Frânarea dinamică, numită și frânare reostatică este cu atât mai eficientă, cu cât rezistența suplimentară este mai mică.

În acest regim de frânare se absoarbe energie mecanică de la mașina de lucru care este utilizată pentru acoperirea pierderilor mecanice, iar restul este transformată în căldură pe rezistența de frânare R_f și rezistența indusului R_a .

În tracțiunea feroviară, frânarea dinamică se execută pe baza unei scheme de comandă automată pentru a asigura securitatea traficului. Mecanicul este obligat să țină un contact închis de la maneta controlerului de comandă, contact care se deschide în cazul unui leșin sau infarct al mecanicului, iar trenul se oprește brusc.

Schema montajului de lucru

Se utilizează montajul de lucru din figura 6, obținut din montajul reprezentat în figura 2, prin conectarea indusului motorului M_1 pe rezistența R_f .

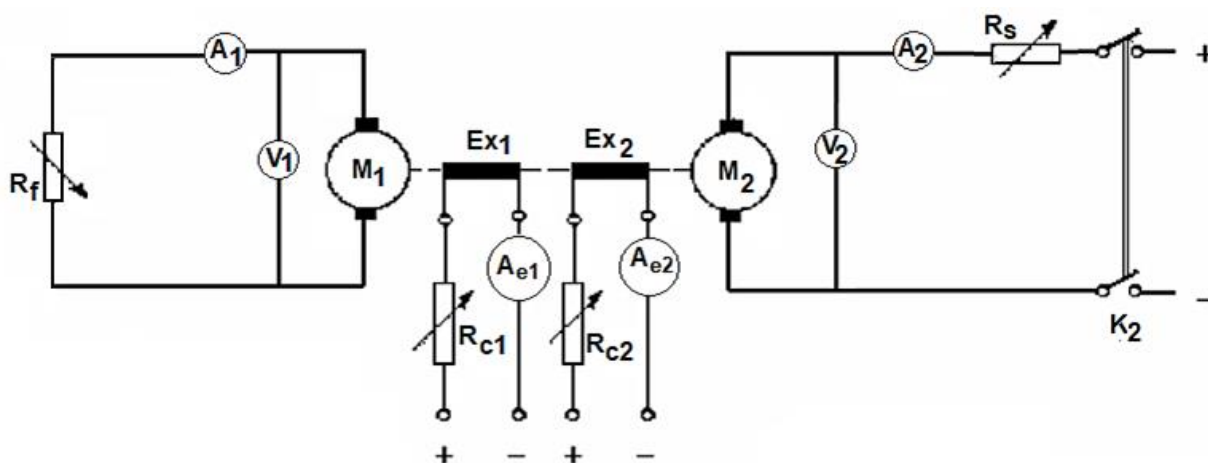


Figura 6. Schema montajului pentru frânarea dinamică

Modul de lucru

Pentru obținerea caracteristicii în regim de frână dinamică (regim de generator fără recuperarea energiei), considerând montajul în stare normală (deconectat de la rețea), se procedează astfel:

1. se deconectează indusul motorului M_1 de la rețea și se închide pe rezistența de frânare (figura 6) care rămâne constantă pentru o caracteristică statică;
2. se reduce rezistența suplimentară din circuitul motorului M_2 , până la atingerea unei turații prestabilite, de exemplu, $n_1 = 0,8 \cdot n_0$ (figura 5). Din acest punct se crește rezistența suplimentară R_s (pentru a varia cuplul/curentul) și, pentru 2 valori ale R_s , se notează indicațiile aparatelor A_1 , V_1 , A_2 ; se măsoară turația cu un turometru stroboscopic;
3. pentru motorul studiat, M_1 , se aleg coordonatele unui punct de funcționare în cadranul II, spre exemplu, $(0,8 \cdot \Omega_N; 0,8 \cdot I_N)$;
4. pentru atingerea acestui punct de funcționare ales în regim de frânare dinamică se reglează R_f și R_s , până se obțin coordonatele respective. Se notează indicațiile corespunzătoare ale aparatelor, conform tabelului de date.

Tabel de date

Datele obținute se înregistrează în tabelul 3.

Tabelul 3

	$M_2: n_1 = 0,8 \cdot n_0 = \dots\dots\dots[\text{rpm}]$				$M_1: n = 0,8 \cdot n_N = \dots\dots\dots[\text{rpm}]$		
	n [rpm]	I_1 [A]	U_1 [V]	I_2 [A]	I_1 [A]	U_1 [V]	I_2 [A]
R_{s1}							
R_{s2}							

Observații și concluzii

Cu datele obținute și cunoscând alura liniară a caracteristicilor m.c.c. cu excitație derivație, se va trasa caracteristica de frânare dinamică a motorului studiat. Aceasta este reprezentată calitativ în figura 5.

În ipoteza că sunt efectuate toate lucrările de laborator prezentate, se vor redacta concluzii referitoare la compararea metodelor de frânare, luând în considerare diferite criterii, între care:

- eficiența energetică
- complexitatea montajului și/sau a modului de lucru
- domeniile de utilizare

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 2

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Identificarea elementelor componente și realizarea legăturilor dintre aparatele electrice într-o schemă electrică de acționare

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.4. Selectarea elementelor pentru circuitul de forță, comandă, protecție și reglaj ale acționărilor electrice	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; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

Suport teoretic:

Schema electrică reprezentată grafic prin semne convenționale și notațiile corespunzătoare, este înlănțuirea logică dintre diferite elemente ale unei instalații electrice (aparate electrice sau părți ale acestora, mașini electrice etc).

Schema de circuit reprezentată prin semne convenționale permite înțelegerea principiului de funcționare, tipul aparatelor utilizate, rolul funcțional al aparatelor reprezentate.

În schemele electrice se pot regăsi următoarele aparate:

1. Siguranțele fuzibile sunt aparate de protecție care întrerup circuitul în care este conectat, când curentul electric depășește un anumit timp o valoare dată, prin topirea unuia sau mai multor elemente fuzibile. Au în construcția lor un fuzibil străbătut de curentul supraviețuit și care întrerupe circuitul prin topire. Legătura dintre curentul electric și timpul în care are loc topirea fuzibilului se numește caracteristica siguranței fuzibile $I=f(t)$. Siguranțele fuzibile de joasă tensiune se execută în 2 variante constructive: cu filet (până la 100 A) și cu mare putere de rupere (de la 100 la 630 A).

2. Siguranțele automate se utilizează pentru protecția aparatelor și instalațiilor electrice la supracurenți de scurtcircuit și suprasarcină. Spre deosebire de siguranțele fuzibile, siguranțele automate sunt prevăzute cu un mecanism de decuplare automată la apariția unui supracurent de scurtcircuit sau suprasarcină. După decuplare, siguranța poate fi cuplată manual prin acționarea manetei frontale cu care este prevăzută.



3. Releul termic este un aparat electric de protecție care se utilizează pentru protecția motoarelor electrice la supracurenți de suprasarcină de valori mici, cuprinși între 1,2In și 6In. Releul termic se utilizează împreună cu contactorul și protejează consumatorul împotriva suprasarcinii.



4. Contactorul este un aparat de comutație cu acționare mecanică, electromagnetă sau pneumatică, cu o singură poziție stabilă, capabil să stabilească, să suporte și să întrerupă curentii în condiții normale de exploatare a unui circuit, inclusiv curentii de suprasarcină.

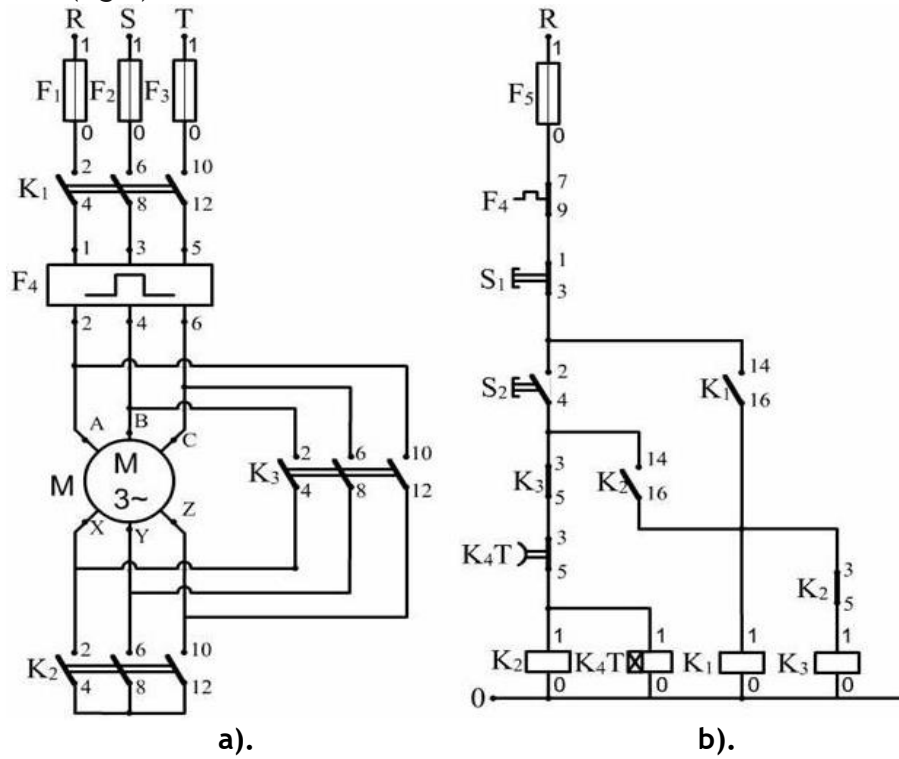


5. Butoanele de comandă se folosesc în sistemele de comandă și afișare, pentru: pornirea sau închiderea unor circuite electrice, comutarea circuitelor de comandă și gestionarea conectării sau deconectării mecanismelor executive (ex: relee, contactoare).



Schemă de montaj:

Schema electrică (fig.1):



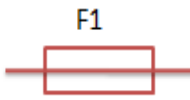
Aparate utilizate în schemă (fig. 2):



Modul de lucru:

1. Precizați denumirea schemei din figura 1.
2. Identificați elementele componente ale schemei din figura 1 și asociați-le cu elementele componente din figura 2.
3. Precizați rolul elementelor componente identificate și specificați din ce categorie de aparate fac parte.
4. Reprezentați grafic legăturile dintre aparatele din figura 2, astfel încât acestea să corespundă schemei din figura 1.
5. Completați tabelul de mai jos după modelul dat.

Rezultate obținute:

Nr. aparat fig.2	Denumirea aparatului	Notăție aparat fig. 1	Simbol aparat fig. 1	Tipul aparatului/rol funcțional
1	Siguranțe fuzibile	F1, F2, F3, F5		SF este un aparat de protecție -întrerupe circuitul, când curentul electric depășește o valoare dată, un anumit timp (când apare un scurtcircuit)
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Observații și concluzii:

Se va pune în evidență modul de legare a conductoarelor la bornele aparatelor și tipul aparatelor utilizate.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 3

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Prezentarea motorului de curent continuu după modul de conectare a înfășurării de excitație

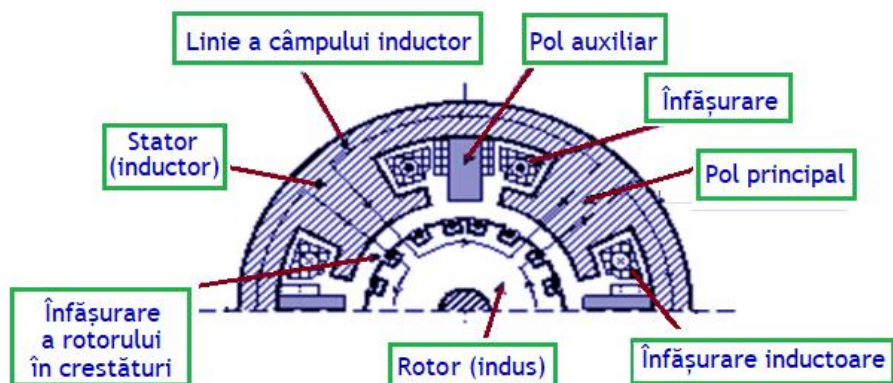
Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.4. 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; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

Suport teoretic:

Mașina de curent continuu se compune din două părți principale: **statorul (inductorul)** care este partea fixă și **rotorul (indusul)** care este partea mobilă.

Pentru îmbunătățirea funcționării, motoarele de curent continuu sunt prevăzute și cu **poli auxiliari**, numiți și **poli de comutație**, care au o înfășurare proprie, iar alte mașini mai au și o înfășurare introdusă în creștăturile din tălpile polilor principali.



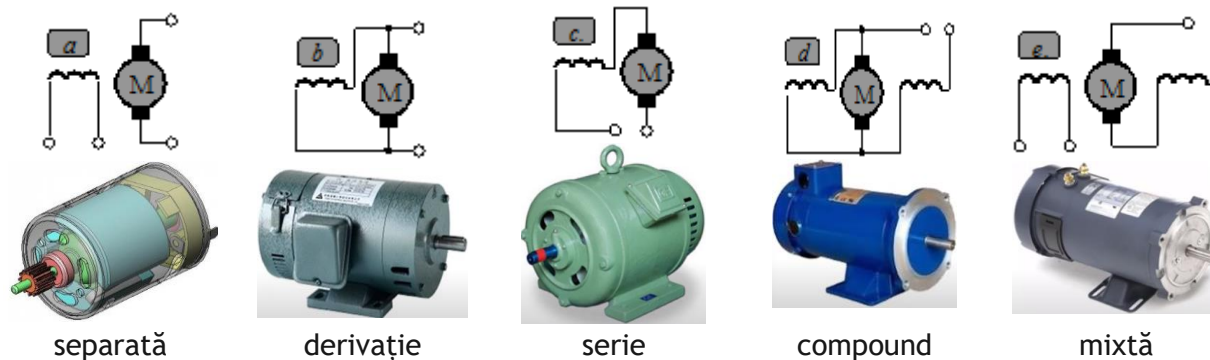
La mașinile de curent continuu, câmpul inductor este produs de către **înfășurarea de excitație**, așezată pe polii principali, sau de magneți permanenți.

Înfășurarea de excitație a mașinilor de c.c. poate fi alimentată de la surse exterioare mașinii, când se spune că mașina are **excitație separată**, sau chiar de la mașină, când se spune că mașina este **autoexcitată**.

Mașinile cu autoexcitație pot avea înfășurările de excitație conectate **în derivație**, **în serie** sau **compound**. Mai pot fi și mașini cu **excitație mixtă**.

Notarea bornelor Mcc se face conform STAS 3539/71

- D₁; D₂ - înfășurarea de excitație serie
- E₁; E₂ - înfășurarea de excitație derivație
- F₁; F₂ - înfășurarea de excitație separată
- A₁; A₂ - înfășurarea indusului
- B₁; B₂ - înfășurarea polilor auxiliari, (înfășurarea de comutație)
- C₁; C₂ - înfășurarea de compensare.



Scheme de montaj

<p>a. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație separată</p>	<p>b. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație derivație</p>
<p>c. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație serie</p>	<p>d. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație compound</p>

Modul de lucru:

În figurile a, b, c și d sunt prezentate schemele electrice ale motoarelor de curent continuu clasificate în funcție de înfășurarea de excitație.

1. Identificați elementele componente din fiecare schemă și precizați rolul lor.
2. Descrieți principiul de funcționare pentru fiecare schemă.
3. Desenați schemele și notați bornele înfășurărilor de excitație conform documentației tehnice.
4. Completați tabelul de mai jos.

Rezultate obținute:

Schema	Elemente componente/ rol funcțional	Funcționarea schemei
a. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație separată		
b. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație derivație		
c. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație serie		

d. Schema electrică a motorului de c.c. cu excitație compound		
---	--	--

Observații și concluzii

Se vor face aprecieri asupra modului de conectare la surse a înfășurărilor de excitație din schemele prezentate.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 4

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	UR1 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Identificarea parametrilor nominali ai motoarelor electrice de acționare

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.3. 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 problem 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

Suport teoretic:

Informațiile despre o mașină rotativă, despre caracteristicile unui motor, se obțin întotdeauna din plăcuța care este prinsă cu patru nituri, pe carcasă.

Pe plăcuța cu datele motorului se indică: tipul constructiv și producătorul, puterea nominală, tensiunea nominală, turația nominală, tensiunea nominală a circuitului de excitație (dacă lipsește se consideră că este egală cu tensiunea nominală a circuitului rotor); rezistența circuitului indusului și inductorului, factorul de putere, randamentul, serviciul de funcționare, gradul de protecție.

Parametri nominali ai motoarelor electrice de acționare:

Denumire	Simbol	Unitate de măsură	Definiție
<i>Puterea nominală</i>	P_n	[W], [kW]	- puterea utilă a masinii, reprezintă puterea maximă pe care o poate dezvolta mașina fără ca diferitele părți componente să depășească temperatura maximă admisibilă

<i>Tensiunea nominală</i>	U_n	[V], [kV]	- tensiunea la bornele indusului, corespunde regimului nominal pentru care a fost proiectată mașina
<i>Curentul nominal</i>	I_n	I_n [A], [kA]	- curentul care parcurge înfășurarea indusă, corespunde puterii nominale, este transmis rețelei de alimentare în regim de generator, este absorbit de la rețea în regim de motor
<i>Turația nominală</i>	n_n	[rot/min]	- corespunde regimului nominal, reprezintă numărul de rotații pe minut
<i>Tensiunea de excitație</i>	U_{ex}	[V]	- tensiunea nominală a înfășurării de excitație pentru Mcc cu excitație separată
<i>Curentul de excitație</i>	I_{ex}	[A]	- curentul nominal al înfășurării de excitație pentru Mcc cu excitație separată
<i>Serviciul nominal</i>	S_n	<i>Serviciul nominal</i> corespunde unui serviciu tip în care motorul a fost construit și este indicat pe plăcuța motorului.	
<i>Serviciul continuu</i>	S1	corespunde funcționării motorului într-un regim constant pe o durată suficientă pentru a ajunge la echilibru termic, durata de menținere a sarcinii nominale este nelimitată.	
<i>Serviciul de scurtă durată</i>	S2	corespunde funcționării motorului într-un regim constant un timp determinat, mai mic decât cel necesar atingerii echilibrului termic, urmat de un repaus suficient de lung, pentru ca motorul să ajungă la temperatura mediului de răcire.	
<i>Serviciul intermitent periodic</i>	S3	corespunde funcționării motorului într-un serviciu compus dintr-o succesiune de cicluri identice, fiecare conținând un timp de funcționare la un regim constant și un timp repaus.	
<i>Gradul de protecție</i>	IP XY	<p><u>-împotriva atingerii și pătrunderii corpurilor străine</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • IP 0x - Nu este protejat. • IP 1x - Protejat împotriva pătrunderii corpurilor străine solide cu diametru 50 mm și mai mari. • IP 2x - Protejat împotriva pătrunderii corpurilor străine solide cu diametru 12,5 mm și mai mari (de ex. degete). • IP 3x - Protejat împotriva pătrunderii corpurilor străine solide cu diametru 2,5 mm și mai mari (de ex. scule și fire). • IP 4x - Protejat împotriva pătrunderii corpurilor străine solide cu diametru 1 mm și mai mari (de ex. unelte, fire). • IP 5x - Protejat împotriva contactelor cu fire și parțial împotriva prafului. • IP 6x - Protejat complet împotriva prafului. <p><u>-împotriva pătrunderii apei</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • IP x0 - Nu este protejat. • IP x1 - Protecție împotriva picăturilor verticale de apă. • IP x2 - Protecție împotriva apei directe până la 15° față de verticală. • IP x3 - Protecție împotriva apei directe până la 60° față de verticală. • IP x4 - Protecție împotriva stropirii cu apă din toate direcțiile. • IP x5 - Protecție împotriva scurgerii apei sub presiune din toate direcțiile. • IP x6 - Protecție împotriva inundării temporare cu apă. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • IP x7 - Protecție împotriva scufundării temporare în apă (15 cm până la 1 m adâncime). • IP x8 - Protecție împotriva scufundării în apă. Dispozitivul este capabil de submersie continuă a apei. • IP x9 - Protecție împotriva stropirii cu apă caldă de înaltă presiune.
--	--



La Mcc cu excitație separată U_{ex} și I_{ex} pot fi trecute sau nu pe plăcuța cu date nominale; dacă acestea nu sunt date explicit $U_{ex}=U_n$ iar $I_{ex}=10\%I_n$.

La Mcc cu excitație serie $U_{ex}=U_n$, iar $I_{ex}=I_n$ (înfășurările de excitație și cea indusă sunt conectate în serie).

Se mai pot calcula următorii parametri:

- Randamentul nominal:

$$\eta_N = \frac{P_N}{U_N \cdot I_N}$$

- Rezistența indusului, cu relația aproximativă:

$$R_a = 0,5 \cdot (1 - \eta_N) \cdot \frac{U_N}{I_N}$$

Plăcuțe indicatoare pentru diverse motoare de acționare:

a.	b.	c.
d.	e.	f.

Figura 1.

Bibliografie:

<https://szkolnictwo.pl/test,nauka,10989,E07->

[Monta%C5%BC_i_konserwacja_maszyn_i_urz%C4%85dze%C5%84_elektrycznych_2016_pa%C5%BA_dziennik](#)

<https://elektrykapradnietyka.com/42613/stycznik-wylacznik-silnikowy-dobor-zabezpieczen/>

https://www.testy.egzaminzawodowy.info/question.php?question_id=6845

<http://kwalifikacjae07.blogspot.com/2018/01/poslizg-znamionowy-silnika-o-tabliczce.html>

<https://klubautomatyka.pl/t/wykorzystanie-starego-silnika-do-budowy-nowej-maszyny/513>

Modul de lucru

În figura 1 (a, b, ..., f) de mai sus sunt prezentate plăcuțele indicatoare pentru diferite motoare de acționare.

1. Identificați parametrii nominali pentru fiecare motor.
2. Determinați randamentul nominal și rezistența indusului utilizând relațiile de calcul corespunzătoare.
4. Organizați informațiile citite (de pe plăcuțe) și datele calculate în tabelul alăturat.

Rezultate obținute:

Nr. crt .	P _n [kW]	U _n [V]	I _n [A]	n _n [rot/min]	U _{ex} [V]	I _{ex} [A]	η _n [%]	R _a [Ω]	Clasa de izolație	Temperatura de lucru
a										
b										
c										
d										
e										
f										

Observații și concluzii:

Se vor face aprecieri asupra modului de conectare la rețea a motoarelor asincrone trifazate.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 5

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Verificarea și testarea înfășurărilor motoarelor asincrone trifazate

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.3. 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; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor.

Suport teoretic:

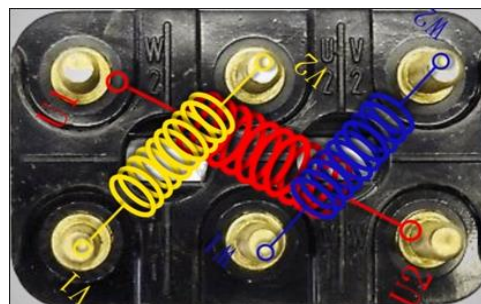
Înainte de a începe testarea înfășurărilor statorice, este necesară o inspecție vizuală a stării generale a motorului.

Toate aceste verificări se fac numai după deconectarea alimentării de la rețeaua electrică și vor urmări:

- dacă arborele se rotește cu mâna fără dificultate;
- dacă elementele componente ale carcasei sunt în stare bună;
- dacă se observă semne de carbonizare în cutia de borne;
- dacă motorul prezintă urme de inundare cu apă, ulei sau alte substanțe.

Motoarele asincrone trifazate au două moduri de conexiune a înfășurărilor și anume: **conexiune în stea (Y)** și **conexiune în triunghi (Δ)**.

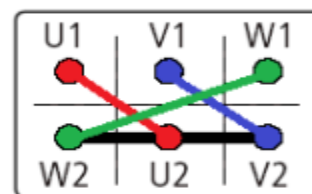
Testarea înfășurărilor se poate face cu ajutorul unui **ohmmetru**. Indiferent de modul de conectare a bobinelor, în cutia de borne avem **șase conductoare** dispuse pe două rânduri, care formează trei perechi de bobine. Fiecare dintre bobine are un început și un sfârșit: **bobina 1** este conectată între borna **U1** și **U2**, **bobina 2** este conectată între borna **V1** și **V2**, **bobina 3** este conectată între borna **W1** și **W2**.



Verificarea înfășurărilor pentru conexiunea stea

Metoda presupune efectuarea testelor de continuitate pentru înfășurări, **fără deconectarea punților din cutia de borne**. Conectăm o sondă a ohmetrului la borna **U1** iar cealaltă sondă la borna **V1** și mai apoi la borna **W1**. În acest caz, se vor măsura rezistențele rezultate din înserierea, pe rând, a câte două bobine.

Dacă motorul nu are nici o problemă, va trebui să înregistrăm aceeași valoare pentru fiecare conexiune serie a bobinelor 1-2, 2-3, și 1-3. Se repetă acest procedeu conectând sonda ohmetrului la borna **V1** și borna **W1**, măsurând rezistența înseriată a câte două bobine și comparând rezultatele care nu trebuie să difere de primul caz. Aceste măsurători se pot efectua la bornele releului de protecție sau chiar în tabloul electric de comandă.



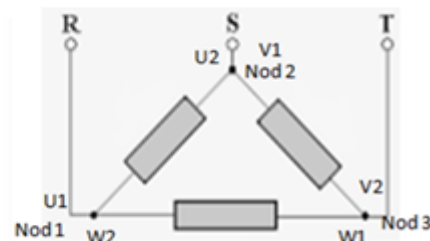
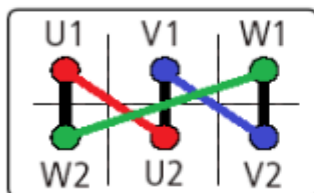
Concluzie:

- ✓ rezistența măsurată trebuie să fie dublul rezistențelor bobinelor.
- ✓ nu trebuie să înregistrată nicio valoare a rezistenței între bobinaj și pământ.

Verificarea înfășurărilor pentru conexiunea triunghi

Dacă bobinele sunt conectate în triunghi, începutul fiecărei bobine va fi conectat cu sfârșitul celeilalte prin crearea unei punți pe vertical, ca în figura alăturată. Fazele alimentării vor fi racordate tot la bornele **U1**, **V1** și **W1**. Din schema de conexiune în triunghi rezultă trei puncte de măsură

reprezentate de punctul de conexiune a celor trei înfășurări: **U1W2**, **V1U2**, **W1V2** fără a deconecta puntea de conexiuni din cutia de borne. Trebuie să găsim aceeași valoarea a rezistenței între **U1W2 - V1U2**, **U1W2 - W1V2**, **V1U2 - W1V2**, precum și între acestea și pământ.



Presupunem că cele trei înfășurări au aceeași rezistență notată cu **R**. Dacă măsurăm între **nodul 1** și **nodul 2**, bobinele dintre **nodurile 2-3** și **3-1** sunt conectate în serie, iar rezistența acestor bobine va fi suma lor, adică **2R**. În acest caz suntem în situația în care bobina dintre **nodul 1** și **nodul 2** este conectată în paralel cu bobinele dintre 2-3 și 3-1.

Acest lucru înseamnă că rezistența totală măsurată cu ohmmetru este $R_t = R \cdot 2R / (R + 2R) = 2R^2 / 3R = 2R/3$.

Concluzie:

- nu trebuie să înregistram nici o legătură între înfășurări și pământ;
- înfășurările trebuie să aibă aceeași rezistență;
- rezistența măsurată între oricare dintre cele trei noduri create prin conectarea înfășurărilor în triunghi, trebuie să fie 2/3 din rezistența bobinelor;
- trebuie să ținem cont că rezistența este sensibil legată de temperatura motorului și a mediului ambient.



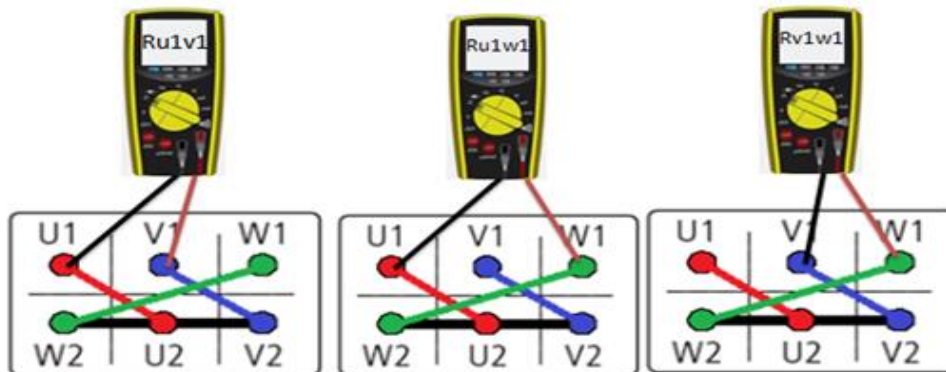
Important!

- Valorile inegale a tensiunilor între faze duc la deteriorarea termică a izolației. Aceste dezechilibre pe sursa de alimentare pot fi cauzate de o conexiune slabă sau un contact cu o rezistență ridicată;
- O nesimetrie de tensiune de 1% induce o nesimetrie a curentului absorbit de 6 - 10%;
- Supraîncărcarea este determinată de cererile de sarcină peste capacitatea motorului, având ca efect direct deteriorarea termică a izolației în toate fazele înfășurărilor statorice;
- Blocarea rotorului are ca efect absorția unor curenți foarte mari în înfășurările statorice și deteriorarea termică a izolației.

Bibliografie:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=Hle6WJcn8qA>
2. http://www.pcbheaven.com/userpages/check_the_windings_of_a_3phase_ac_motor/
3. http://www.ehow.com/how_4644429_test-electric-motor-windings.html
4. https://www.youtube.com/watch?v=A6ljX6nP_H8
5. <https://electricalc.ro/impedanta-buclei-de-defect/23-blog/187-tehnici-de-testare-a-bobinajelor-motoarelor-asicrone-trifazate>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=Fc8JM0D23So&t=48s>

Scheme de măsurare:



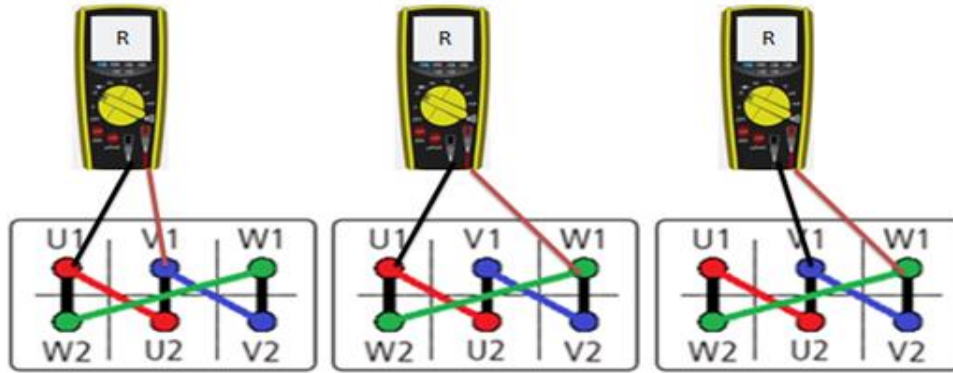


Figura 1.

Modul de lucru

1. Utilizând un motor asincron trifazat din dotarea laboratorului de acționări electrice și parcurgând pașii din documentația tehnică și suportul teoretic, se cere să verificați:

- continuitatea înfășurărilor secundare;
- continuitatea dintre împământare și înfășurări;
- continuitatea dintre împământare și carcasă;
- continuitatea dintre carcasă și capetele înfășurărilor.

2. Măsurăți rezistențele bobinelor 1, 2 și 3 din figura 1 și rezistențele bobinelor pentru conexiunile stea și triunghi urmărind pașii din documentația tehnică și suportul teoretic.

3. Completați tabelul cu rezultatele obținute.

Rezultate obținute

<i>Operații efectuate</i>	<i>Descrierea operației și rezultatul obținut</i>
- continuitatea dintre conductorul de împământare și înfășurări	
- continuitatea înfășurărilor	
-continuitatea dintre conductorul PE și carcasă	
- continuitatea dintre carcasă și capetele înfășurărilor	
- rezistențele bobinelor 1, 2 și 3 din figura 1	$R_{U1U2} = \dots\dots\dots$, $R_{V1V2} = \dots\dots\dots$, $R_{W1W2} = \dots\dots\dots$

Este necesară înregistrarea de valori egale pentru fiecare grupările serie de bobine 1-2, 2-3 și 1-3. Se repetă acest procedeu prin conectarea sondei ohmetrului la borna **V1** și borna **W1**, măsurând rezistența inseriată a câte două bobine și comparând valorile obținute care nu trebuie să difere între ele.

Valori măsurate pentru rezistențele înfășurărilor	conexiunea stea			conexiunea triunghi		
	R_{U1V1}	R_{U1W1}	R_{V1W2}	$R_{nod1,2}$	$R_{nod2,3}$	$R_{nod3,1}$

Observații și concluzii:

Se vor evidenția aspectele particulare ale circuitelor verificate și ale rezistențelor măsurate pentru conexiunea stea și conexiunea triunghi.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 6

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Studiul motorului asincron trifazat la mersul în gol și la scurtcircuit

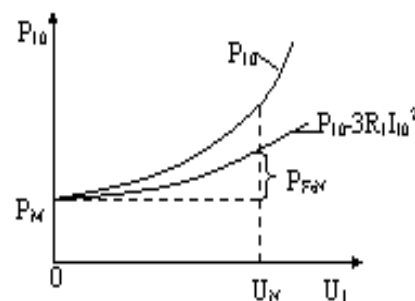
Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.4. 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; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor.

Suport teoretic:

Pentru determinarea caracteristicilor mașinii asincrone trifazate se efectuează încercări de laborator de funcționare în gol și în scurtcircuit al acesteia.

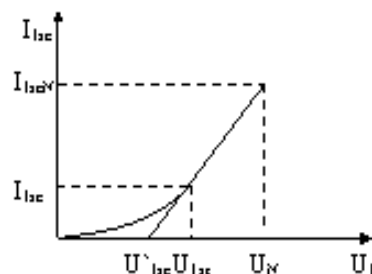
a. **Încercarea de funcționare în gol** constă în conectarea la rețeaua trifazată a motorului asincron, lăsat să funcționeze fără sarcină în tot timpul încercării. Motorului i se aplică tensiuni efective variabile, la frecvența nominală, printr-un autotransformator. Turația motorului va fi practic egală cu turația de sincronism. După efectuarea rodajului în gol se majorează valoarea tensiunii la $U_1=1,3U_N$ și se măsoară curentul de funcționare în gol pe faza I_{10} și puterea activă preluată din rețea P_{10} (metoda celor doua wattmetre). Imediat după terminarea încercării se măsoară rezistența pe faza a înfășurării statorice R_1 în vederea determinării pierderilor Joule în aceste înfășurări.



Factorul de putere este $\cos\varphi_{10}=P_{10}/3U_1 \cdot I_{10}$.

Pierderile la funcționarea în gol $P_{10}=3R_1 \cdot I_{10}^2 + P_{Fe} + P_M$ sunt pierderile Joule în stator, pierderile în miezul feromagnetic P_{Fe} și pierderi mecanice prin frecare și ventilatie P_M . Pierderile Joule în înfășurarea rotorică se pot neglija. Pentru separarea pierderilor se calculează pierderile Joule statorice și se reprezintă grafic pierderile $P_{10}=3R_1 \cdot I_{10}^2 + P_{Fe} + P_M = f(U_1)$.

b) **Încercarea la scurtcircuit** a mașinii asincrone trifazate se face cu rotorul calat (blocat) față de stator, $\eta_2=0$. Înfășurarea trifazată statorică se alimentează cu un sistem trifazat simetric de tensiune pe fază și frecvență nominală. Pentru motoare asincrone cu puteri nominale până la 100kW inclusiv, tensiunea se modifică începând cu $(0,15 \div 0,2)U_N$, când curentul poate atinge în stator, pentru scurtă durată, valoarea $1,2I_N$. Rezistența înfășurărilor statorice se determină imediat după efectuarea încercării de scurtcircuit.



Factorul de putere la scurtcircuit este

$\cos\varphi_{1sc}=P_{1sc}/3U_1 \cdot I_{1sc}$. Ducând tangenta la curba $I_{1sc}(U_1)$ în

zona în care se calculează curentul de scurtcircuit nominal I_{1scN} , abscisa sa la origine va fi U_{1sc} . Curentul de scurtcircuit la

tensiunea nominală I_{1scN} care coincide cu curentul de pornire directă prin aplicarea unui sistem trifazat de tensiuni nominale, se calculează cu relația $I_{1scN}=(U_N - U_{1sc}^t)I_{1sc}/(U_{1sc} - U_{1sc}^t)$.

Pierderile în scurtcircuit la tensiune nominală sunt $P_{1p}=P_{1sc}(I_{1scN}/I_{1sc})^2$. Factorul de putere la scurtcircuit și tensiune nominală este $\cos\varphi_{1scN}=P_{1p}/3U_N \cdot I_{1scN}$.

Scheme de montaj:

1. Schemele de montaj pentru încercarea la scurtcircuit și la mersul în gol a motorului asincron trifazat

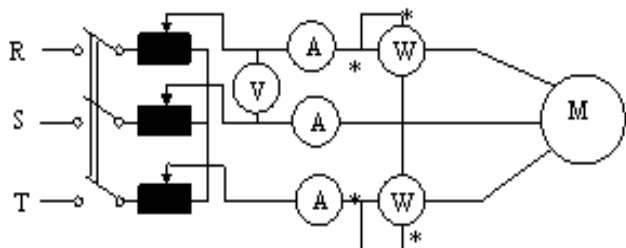


Fig. 1

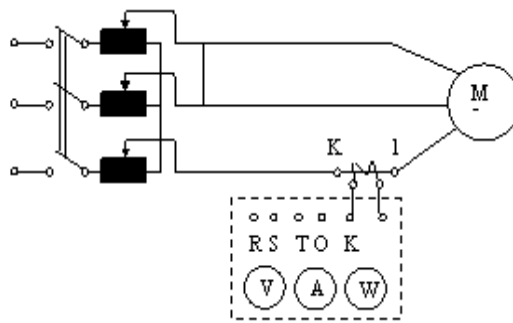


Fig. 2

Modul de lucru

1. Se notează datele nominale ale motorului de încercat.

a. Pentru încercarea la mers în gol:

- se realizează montajul a cărui schemă electrică se prezintă în figura 1;
- pentru măsurarea mărimilor de fază se folosește trusa de măsurare. Se modifică tensiunea aplicată motorului cu ajutorul autotransformatorului, cea mai mare valoare fiind $U_1=1,3U_N$;
- Se completează tabelul;
- Se reprezintă grafic: $P_{10}=f(U_1)$, $P_{Fe}+P_M = f(U_1)$ și $\cos\varphi_{10}=f(U_1)$.

b. Pentru încercarea la scurtcircuit:

- se realizează montajul a cărui schemă electrică se prezintă în figura 2, cu alegerea corespunzătoare a domeniilor pentru aparatele de măsură;

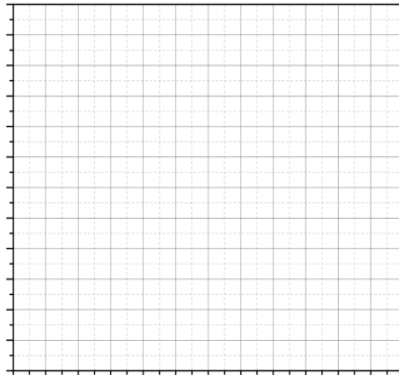
- se blochează rotorul;
- se modifică U_1 până când $I_{1sc}=I_N$;
- se completează tabelul;
- se reprezintă grafic caracteristicile de variație: $\cos\varphi_{1sc}=f(I_1)$, $P_{Cu}=f(I_1)$ și $I_{1sc}=f(U_1)$;
- se determină I_{1scN} , P_{1p} .

Rezultate obținute:

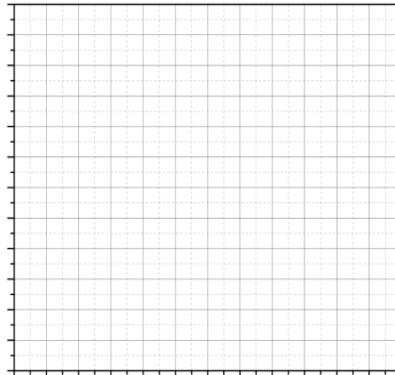
Pentru trasarea caracteristicilor motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit, se completează tabelul:

Nr. crt.	U_{10} [V]	I_{10} [A]	P_{10} [W]	$3R_1 \cdot I_{10}^2$ [W]	$P_{10} - 3R_1 \cdot I_{10}^2$ [W]	$P_M + P_{Fe}$ [W]	$\cos\varphi_0$

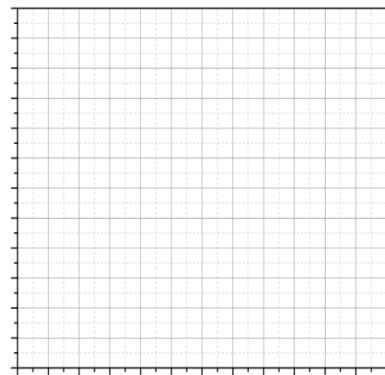
- Se reprezintă grafic:
 $P_{10}=f(U_1)$, $P_{Fe}+P_M = f(U_1)$
și $\cos\varphi_{10}=f(U_1)$.



- Se reprezintă grafic:
 $\cos\varphi_{1sc}=f(I_1)$ $P_{Cu}=f(I_1)$



- Se reprezintă grafic:
 $I_{1sc}=f(U_1)$;



Observații și concluzii

Se vor face aprecieri asupra caracteristicilor mecanice ale motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit în cele două cazuri: încercarea la mersul în gol și la scurtcircuit.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 7

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

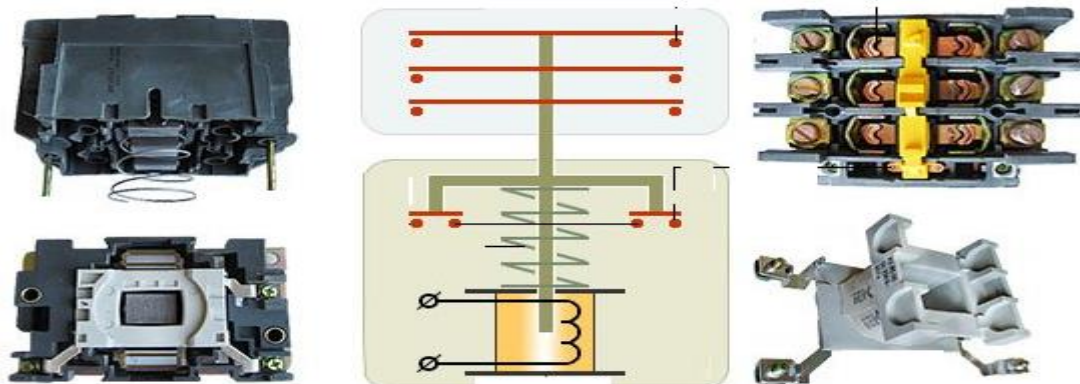
<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Identificarea elementelor constructive ale unui contactor

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.3. 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	8.3.1. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită; 8.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor.

Suport teoretic:

Contactorul electromagnetic este un aparat cu acționare electromagnetică, cu o singură poziție stabilă, care alimentează sau întrerupe alimentarea cu tensiune a unui motor electric, la comanda voită a unui operator.



Contactorul electromagnetic este format din următoarele părți principale:

1. Circuitul electric de comandă (bobina contactorului);

Bobina contactorului este construită din mai multe spire din conductor din cupru bobinate pe o carcasă electroizolantă și este prevăzută cu două contacte pentru conectare în circuit. Bobina este plasată între cele două miezuri magnetice. Bobina are rolul de a cupla contactorul când este alimentată cu tensiune.



2. Circuitul magnetic (miezurile magnetice ale contactorului) este format din două miezuri magnetice construite din lamele de oțel electrotehnic, sau pot fi turnate din material feromagnetic. Miezul magnetic fix se află plasat în corpul contactorului iar miezul magnetic mobil este solidar cu puntea mobilă din capul contactorului. Miezurile contactoarelor de curent alternativ sunt prevăzute la extremități cu un inel din cupru numit spiră în scurtcircuit. Acest inel are rolul de a atenua vibrațiile produse de alternanțele curentului alternativ.



3. Căile de curent (contactele contactorului). Un contactor are mai multe grupe de contacte. Fiecare grupă de contacte este formată dintr-un contact mobil și două contacte fixe.



4. Dispozitive de stingere a arcului electric (numai la contactoarele construite pentru curenți mai mari de 32 A);

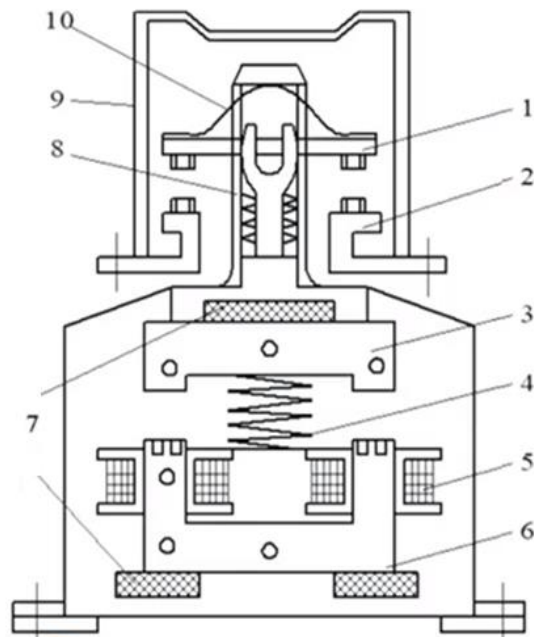
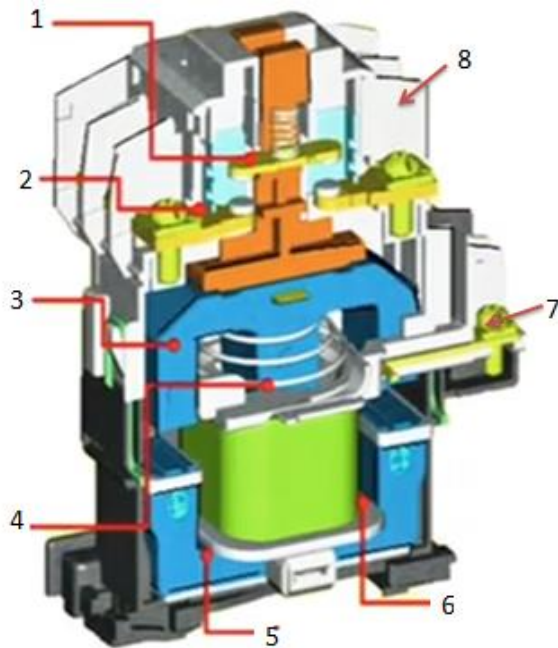
5. Dispozitive de susținere a elementelor (carcasa corpului contactorului, carcasa capului contactorului, puntea mobilă).



Bibliografie:

https://www.google.com/search?q=demontarea+contactorului&rlz=1C1YTUH_enRO1053RO1053&oq=demontarea+contactorului&aqs=chrome..69i57j33i160.6301j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:52a1591a,vid:qb_RWTnePD8

Schița contactorului



Modul de lucru

1. Identificați elementele constructive ale contactorului din figură sau ale unui contactor din laborator;
2. Precizați denumirea elementelor componente și a materialelor din care sunt confecționate;
3. Indicați mărimile nominale ale contactorului, domeniul de utilizare și rolul acestuia în schemele de acționare electrică.
4. Completați tabelul cu datele referitoare la elementele componente identificate și materialele din care sunt realizate.

Rezultate obținute:

Element component	Denumirea elementului	Material
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Observații și concluzii:

Se vor face aprecieri asupra modului de conectare în circuit a contactelor auxiliare ale contactorului și asupra necesității utilizării spirei în scurtcircuit.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 8

LUCRARE DE LABORATOR/LUCRARE PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Studiul releelor termice

Rezultate ale învățării vizate:

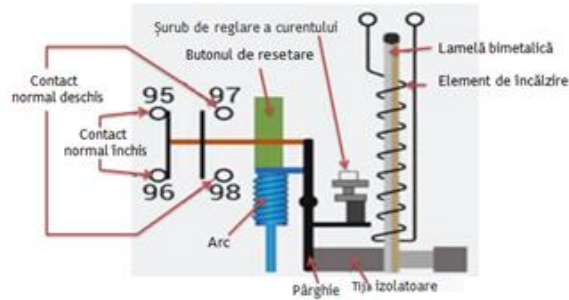
Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Componentele sistemelor de acționare electrică	8.2.1. Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate 8.2.4. Selectarea elementelor pentru circuitul de forță, comandă, protecție și reglaj ale acționărilor electrice	8.3.1. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită; 8.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme; 8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

Suport teoretic:

Releul termic este un aparat electric de protecție care se utilizează pentru protecția motoarelor electrice la supracurenți de suprasarcină de valori mici, cuprinși între $(1,2...6) \cdot I_n$.

Componenta de bază a releului termic este **lamela bimetalică**.

Bimetalul este o bandă metalică realizată din două plăci metalice, cu coeficienți de dilatare termică diferiți, îmbinate prin sudare, lipire sau nituire. Când bimetalul este parcurs de curent (direct sau indirect) acesta se încălzește și se curbează în direcția metalului cu coeficientul de dilatare mai mic.



Dacă un motor consumă prea mult curent și generează prea multă căldură, indică funcționarea în suprasarcină. Așadar, pentru a proteja produsele din automatizarea industrială, se folosește un releu de suprasarcină care se atașează la un contactor pentru a preveni funcționarea motoarelor la suprasarcină.

Odată ce releul de suprasarcină detectează o stare de suprasarcină în curs de desfășurare pentru un timp considerabil, se va declanșa și va trimite feedback către contactor, astfel încât contactorul întrerupe fluxul de curent și oprește motorul.

Cauzele suprasarcinii motorului:

- Când un rotor se blochează și există o obstrucție mecanică.
- Când procesul de aliniere a arborilor între ei nu este executat corespunzător.
- Când temperatura ambientală este ridicată și există o ventilație inadecvată.
- Când un motor este subdimensionat pentru a face față unei sarcini care provoacă un stres suplimentar asupra motorului și
- Când rulmenții, responsabili de susținerea arborelui în interiorul unui motor, au fost deteriorați.

Componente ale unui releu de suprasarcină

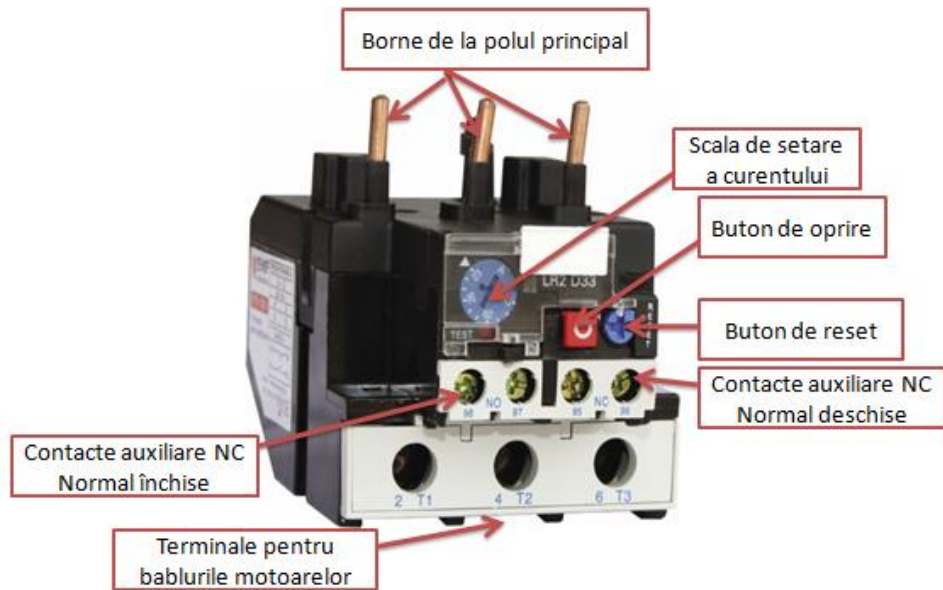
Setarea curentului reglabil: Folosind acest cadran, puteți specifica cantitatea de curent pe care trebuie să o consume motorul pentru a fi considerat supraîncărcat. Cu alte cuvinte, pot fi setate aici valorile nominale FLA sau Full Load a motorului.

Contacte auxiliare încorporate: o pereche numerotată de la 95 la 96 este în mod normal închisă, în timp ce o pereche numerotată de la 97 la 98 este în mod normal deschisă.

Buton de resetare: Acest design vă permite să comutați între modurile de resetare manuală și automată și funcțiile ca butonul de resetare.

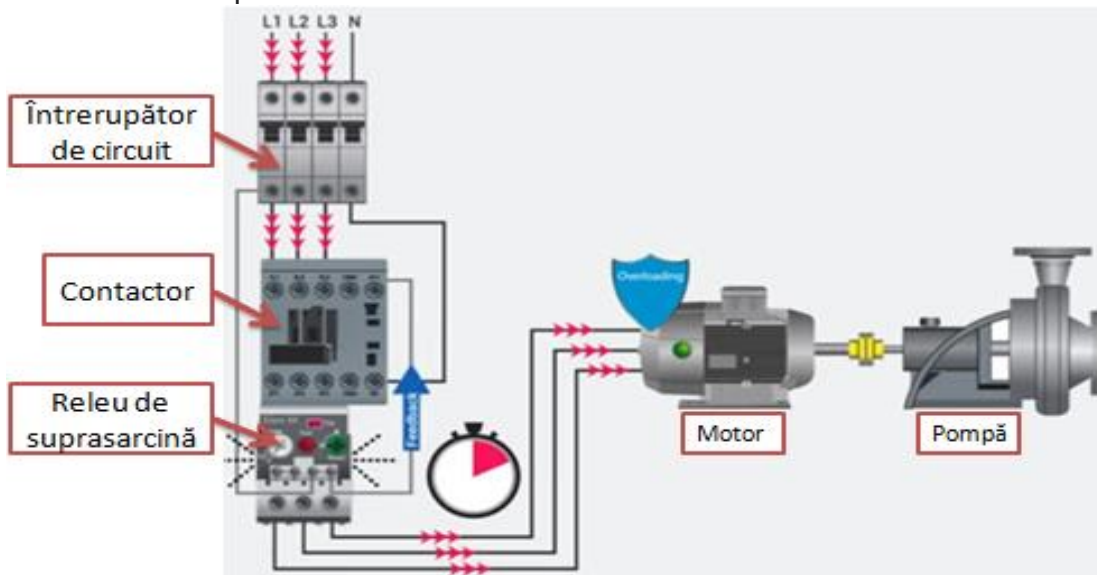
Buton Test declanșare: Poate fi utilizat pentru a simula o declanșare a releului de suprasarcină pentru a verifica dacă releul de suprasarcină funcționează corect.

Indicator de declanșare: furnizează vizual starea releului de suprasarcină. Adică, atunci când are loc o condiție de suprasarcină, acest indicator se aprinde.

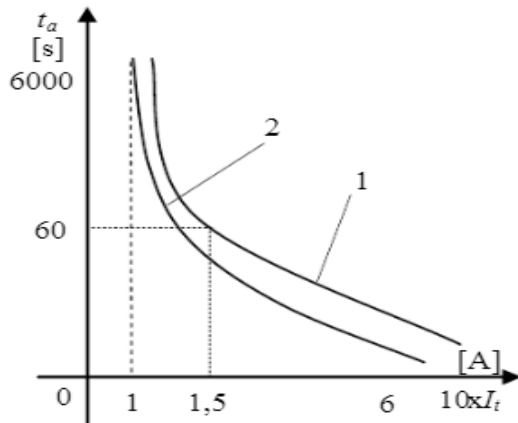


Conexiune releu de suprasarcină și contactor

Un releu de suprasarcină nu poate fi utilizat pentru a acționa singur un motor, așa că trebuie să-l asociați cu un contactor. În mod obișnuit, un releu de suprasarcină este poziționat sub un contactor, deseori având trei țevi care se extind în afara carcasei sale, cuplate la bornele din partea de sarcină a contactorului.



Caracteristica de protecție timp-curent a unui releu termic tripolar:



Curba 1 - caracteristica de protecție timp-curent a releului atunci când bimetalul pleacă din stare rece

Curba 2 - caracteristica de protecție atunci când bimetalul pleacă din starea caldă.

Intensitatea I _{sc} a curentului de verificare	Timpul de acțiune, t _a	Observații*
1,05 I _t	>2h	Pornind din starea rece
1,20 I _t	<2h	Pornind din starea caldă
1,50 I _t	<2 minute	Pornind din starea caldă
6,00 I _t	>2s sau >5s	Pornind din starea rece

*** Notă:**

1. În starea rece, temperatura releelor este egală cu temperatura mediului ambiant.

2. În starea caldă, temperatura releelor este egală cu temperatura de regim permanent corespunzătoare curentului reglat, de intensitate I_t

Bibliografie

<https://engineerx.decorexpro.com/ro/elektrika/rele/teplovoe-rele.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=3aur1tZYlKE>

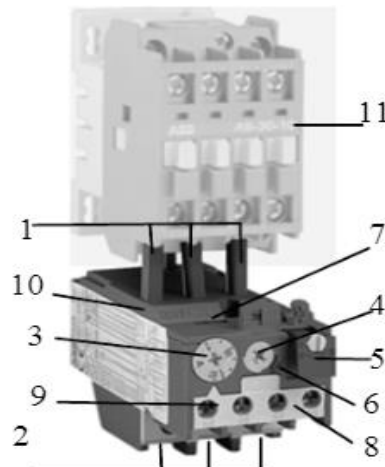
<https://www.youtube.com/watch?v=AZ92flxjMkU>

<https://www.youtube.com/watch?v=5SbSUKlbRyQ>

Scheme de montaj:

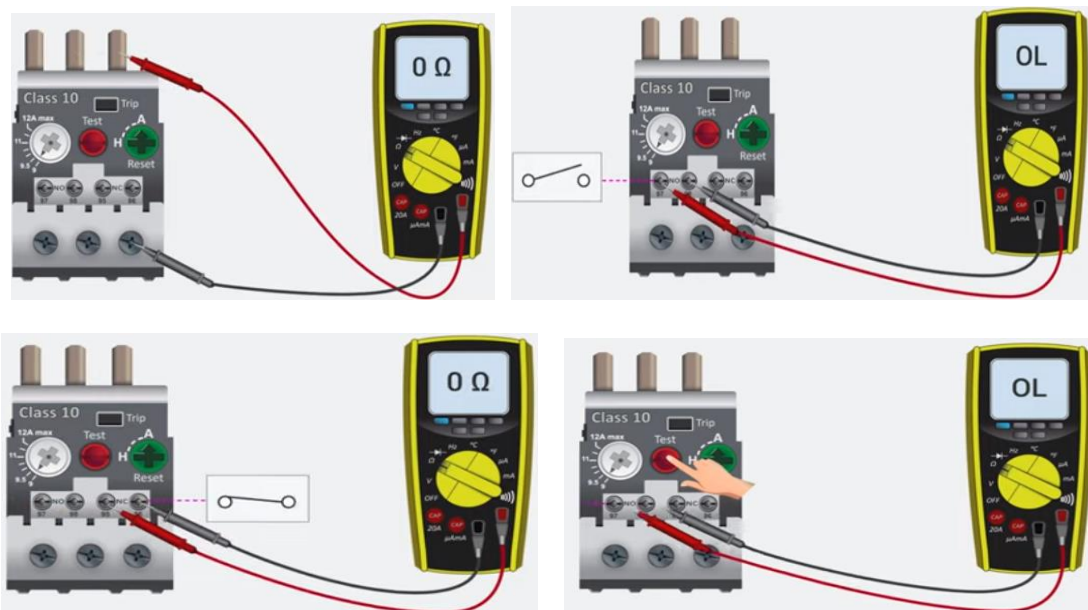
Schema releului termic

Fig.1.



Scheme de montaj pentru testarea releului termic:

Testarea releului de suprasarcină folosind un multimetru setat la semnalul sonor de continuitate.



Modul de lucru

- Identificați părțile componente pentru releul termic din figura 1.
- Precizați denumirea blocului 11 din figura 1 și rolul acestuia.
- Pentru un releu din dotarea laboratorului reprezentați schema contactelor și identificați datele tehnice înscrise pe carcasă.
- Realizați conexiunile între L1-T1, L2-T2, L3-T3 și verificați continuitatea folosind un multimetru setat la semnalul sonor de continuitate.
- Realizați conexiunea între bornele 97-98 și precizați starea lor (NC sau NO)
- Realizați conexiunea între bornele 95-96 și precizați starea lor (NC sau NO)
- Apăsăți butonul de testare și reluați măsurătorile efectuate mai sus
- Completați datele în tabel.

Rezultate obținute:

Elemente componente releu termic	Denumirea blocului 11 și rolul acestuia
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	
5 -	
6 -	
7 -	
8 -	
9 -	
10-	

Rezultatele măsurătorilor se trec în tabelul următor:

Măsurători efectuate	Descrierea operației și rezultatul obținut
- conexiune între bornele L1-T1	
- conexiune între bornele L2-T2	
- conexiune între bornele L3-T3	
- conexiune între bornele 97-98 și precizați starea lor (NC sau NO)	
- conexiunea între bornele 95-96 și precizați starea lor (NC sau NO)	
Rezultate după apăsarea butonului de testare	
- conexiune între bornele L1-T1	
- conexiune între bornele L2-T2	
- conexiune între bornele L3-T3	
- conexiune între bornele 97-98 și precizați starea lor (NC sau NO)	
- conexiunea între bornele 95-96 și precizați starea lor (NC sau NO)	

Observații și concluzii

Se va pune în evidență modul de legare a releului termic în circuit și starea normală a contactelor releului la montarea în circuit.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 9

LUCRARE DE LABORATOR

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	<i>Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice</i>
<i>Modul</i>	MODUL I Sisteme de acționare
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema lucrării de laborator/lucrării practice</i>	Exerciții de reprezentare pe calculator a schemelor de comandă pentru sisteme de acționare electrică utilizând programe specifice - <i>Schema electrică de forță și comandă pentru pornirea unui motor asincron cu rotor în scurtcircuit cu reostate statorice</i>

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.2. Scheme electrice 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	8.3.3. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor abordate 8.3.4. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Suport teoretic:

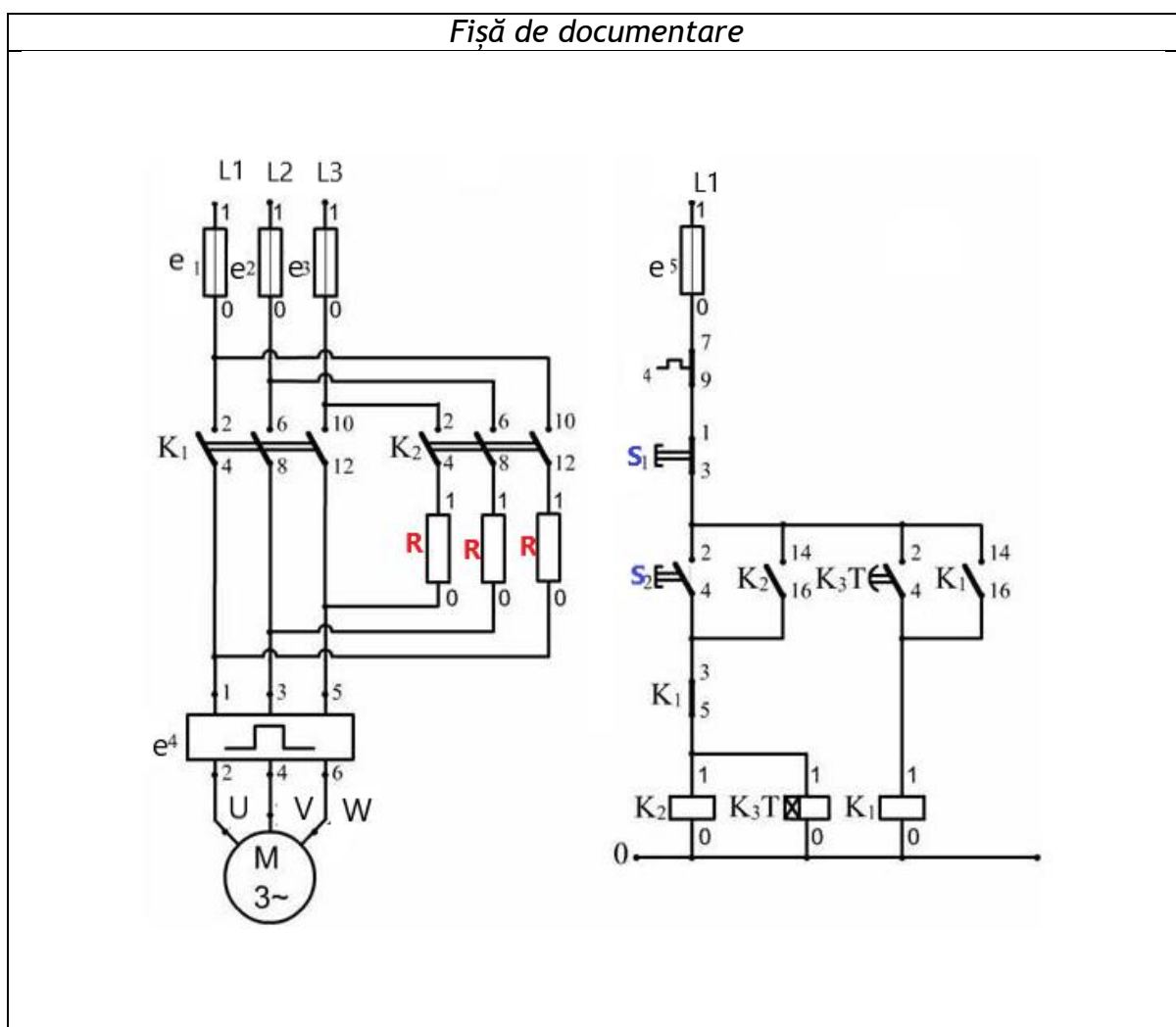
Pornirea unui motor asincron cu rotor în scurtcircuit cu reostate statorice

Pornirea motorului asincron trifazat reprezintă procesul de conectare a acestuia la rețeaua trifazată de alimentare și creșterea turației sale până la valoarea nominală, corespunzătoare sarcinii nominale la arbore. Principalii parametri care definesc procesul pornirii sunt : cuplul dezvoltat și curentul absorbit în momentul pornirii, durata procesului, pierderile de energie în înfășurări, încălzirea lor, variația cuplului și curentului pe durata pornirii.

O metoda de pornire a motoarelor asincrone cu rotor în scurtcircuit constă în pornirea cu reostate statorice, a cărei schemă electrică desfășurată de comandă și protecție este prezentată în Fișa de documentare.

Metoda de pornire cu reostate statorice a motoarelor asincrone este o metoda de pornire cu tensiune redusă (și deci cu moment de pornire redus) care limitează valoarea curentului de pornire. Circuitul de forță conține contactoarele K1 și K2 care alimentează succesiv motorul.

Schema electrică de forță și de comandă (utilizând soft specializat pentru desenarea acestora) pentru pornirea unui motor asincron cu rotor în scurtcircuit cu reostate statorice conform Fișei de documentare.

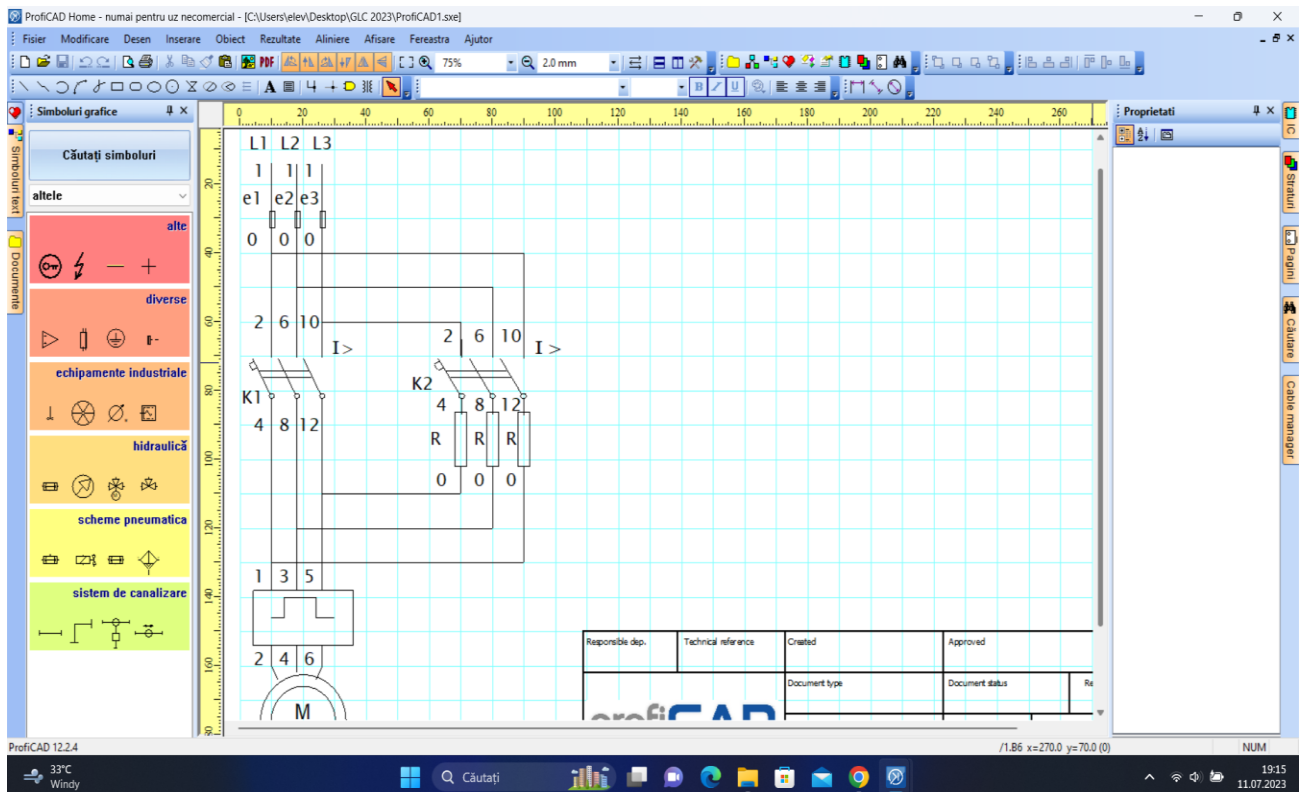


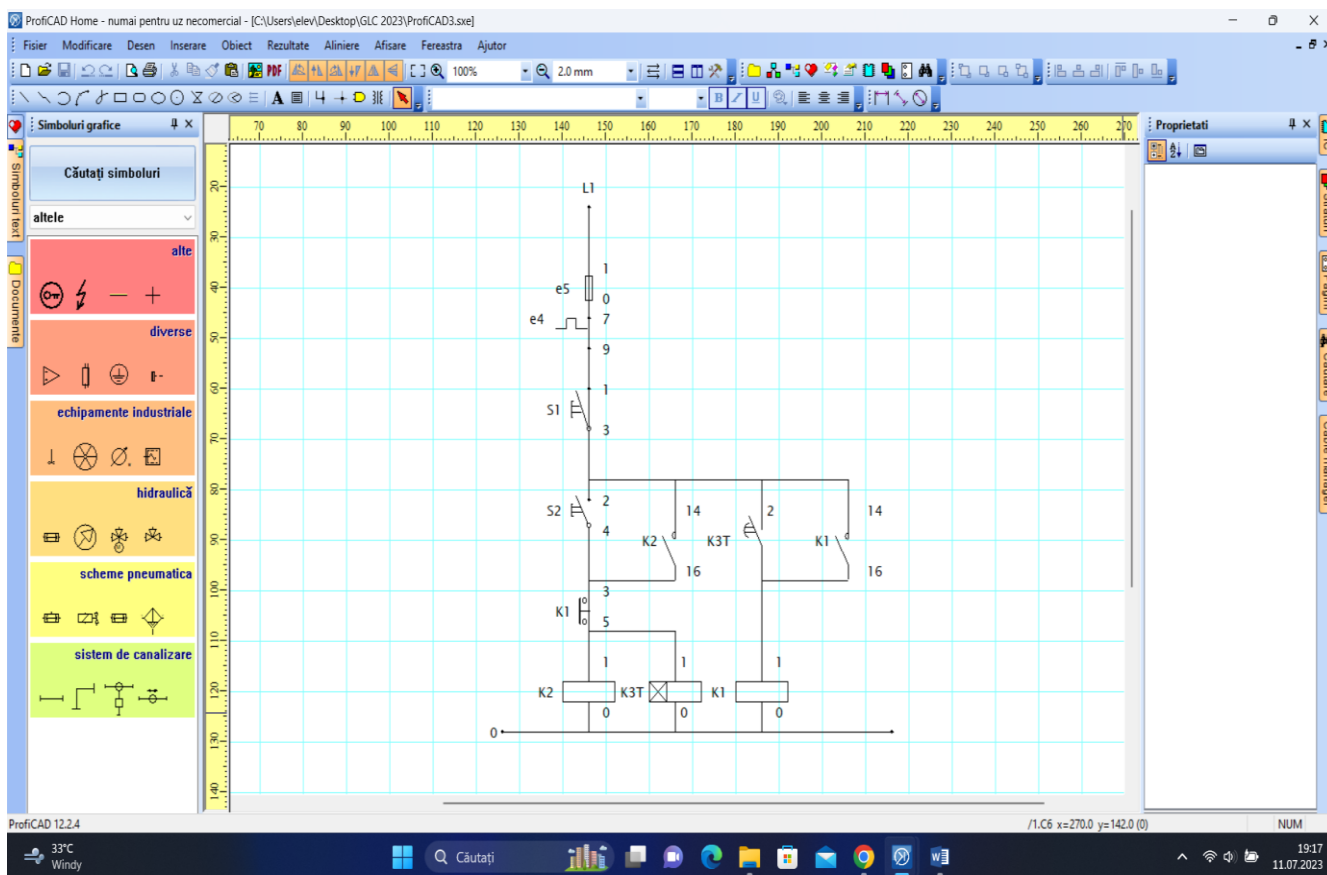
e1, e2, e3, e5	siguranțe fuzibile
e4	releu termobimetalic
K1, K2	contactoare electromagnetice
K3T	releu de timp cu temporizare la acțiunare
S1, S2	butoane de acțiunare
M	motor asincron cu rotorul în scurtcircuit
R	reostate de pornire

Modul de lucru

- prin acționarea butonului de pornire S2 este alimentată bobina contactorului K2 dacă contactul de interblocare K1 (3-5) este închis anume K1 nu este acționat.
- contactorul K2 se automenține prin K2 (14-16) și concomitent cu el este alimentat releul de timp K3T.
- după trecerea timpului prestabilit contactul normal deschis cu temporizare la acționare K3T (2-4) se închide alimentând bobina contactorului K1 (0-1) care deschide contactul auxiliar K1 (3-5), închide contactele de forță și contactul de automenținere K1 (14-16).
- astfel motorul rămâne alimentat în regim de durată la tensiunea nominală a rețelei.
- pentru oprire se acționează butonul S1 care întrerupe alimentarea circuitului de comandă readucând circuitul de forță la starea inițială.
- protecția la scurtcircuit a motorului și a circuitului de comandă se realizează prin siguranțe fuzibile
- protecția la suprasarcină a motorului este asigurată de blocul de rele termobimetalice e4.

Rezultate obținute (se desenează pe calculator utilizând soft specializat, schema electrică de forță și de comandă pentru pornirea unui motor asincron cu rotor în scurtcircuit cu reostate statorice).





Observații și concluzii

- schemele electrice de forță și de comandă desenate pe calculator se pot imprima la imprimantă.
- se pot realiza montajele pentru Pornirea unui motor asincron cu rotor în scurtcircuit cu reostate statorice în atelierul de Acționări electrice al unității școlare ca și probă de instruire practică.

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a,
în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 1

PROBĂ PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	UR1 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	Realizarea schemelor de forță și comandă pentru pornirea stea-triunghi a unui motor asincron trifazat cu rotor în scurtcircuit

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.2. Scheme electrice 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	8.3.3. <i>Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor tehnice abordate</i> 8.3.4. <i>Comunicarea, raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate</i> 8.3.5. <i>Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor</i>

Enunțul probei practice:

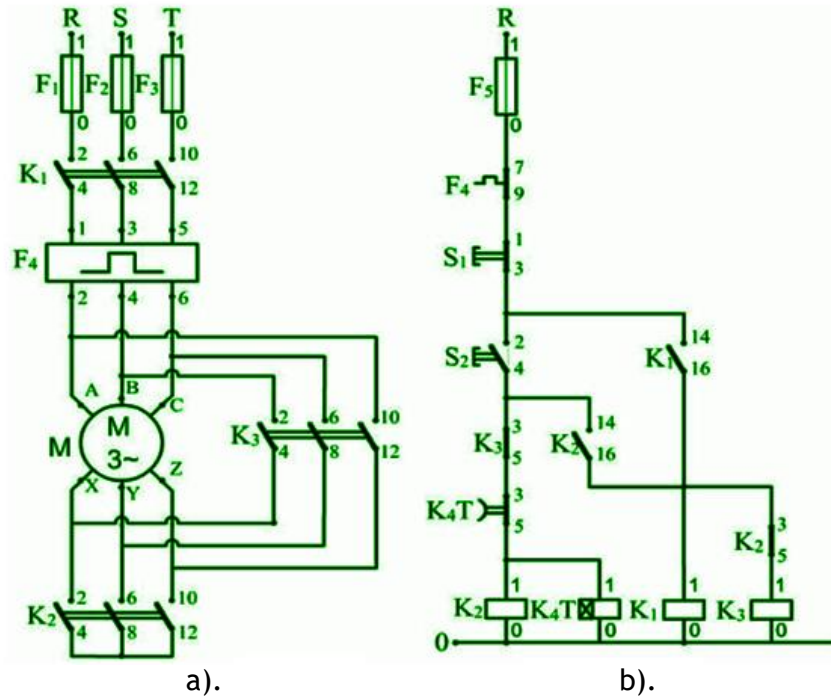
Realizați schema de pornire stea-triunghi a motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit, în condiții de laborator, în conformitate cu simbolurile reprezentate în schemele de forță (a) și de comandă (b).

Pornirea stea-triunghi este o metodă de pornire a motorului asincron cu rotor în scurtcircuit, folosită atunci când rețeaua de alimentare nu permite o pornire directă a motorului, datorită curentului prea mare pe care acesta l-ar absorbi pe perioada pornirii.

Această metodă de pornire indirectă a motorului asincron are la bază micșorarea curentului absorbit de motor, prin reducerea tensiunii aplicate pe fazele acestuia și constă în aplicarea tensiunilor nominale înfășurării trifazate statorice, conectată inițial în stea. La atingerea unei viteze de circa 90...95% din viteza de sincronism, înfășurarea trifazată statorică se comută în triunghi. Comutarea poate avea loc manual, folosindu-se comutatoare stea-triunghi sau automat.

Pentru a putea aplica această metodă, trebuie să fie îndeplinite câteva condiții:

- motorul pornește în gol sau cu sarcină redusă;
- motorul are accesibile cele 6 capete ale înfășurării statorice la cutia de borne;
- motorul poate funcționa în triunghi la tensiunea rețelei trifazate la care este legat (deci, pe plăcuța motorului trebuie să fie scris: 400V Δ sau 400V/690V Δ/Y).
- cuplul de pornire al motorului în conexiunea Y să fie mai mare decât cuplul rezistent aplicat la arbore (cuplul sarcinii). Aceasta condiție apare deoarece, prin aceasta metodă, curentul absorbit scade de 3 ori, dar și cuplul motorului scade de 3 ori. Dacă în cazul unei porniri directe, curentul de pornire absorbit de motor de la rețea este de 6...8 I_n , la pornirea stea-triunghi curentul de pornire va fi de 2,2...2,7 I_n . Uzual, se ia în considerare valoarea 2,5 I_n .



Funcționarea schemei este următoarea:

- Pentru pornire se acționează butonul S2. Astfel, bobinele contactoarelor K1 și K2 cu bloc de releu de timp K4T vor fi comectate la sursa de alimentare.
- Contactele normal deschise ale contactoarelor K1 și K2 din schemele de forță și de comandă se vor închide, contactele normal închise K2 se vor deschide, astfel încât înfășurarea statorică a motorului M este conectată în stea.
- După trecerea timpului necesar ca turația motorului să ajungă la 93% ... 95% din turația nominală, contactul normal închis cu temporizare la deschidere K4T deconectează contactorul K2, astfel că se deschid contactele K2 din circuitele de comandă și de forță.
- Contactele normal închise K3 din circuitul de comandă revin la poziția inițială, conectând la rețea bobina contactorului K3. Se închid, astfel, contactele trifazice K3 din circuitul de forță și motorul va funcționa în continuare în conexiunea triunghi.
- Pentru oprire se apasă pe butonul de oprire b1.
- Automenținerea comenzii se face prin K1, iar interblocajul între contactoarele de stea și triunghi se face cu ajutorul contactelor lor auxiliare normal închise K2 și K3.

- Oprirea motorului se face prin apăsarea butonului S2, iar comanda de oprire de urgență - cu ajutorul butonului S1.

Sarcini de lucru:

1. Selectarea echipamentelor specifice și a aparatelor electrice necesare realizării montajului, conform schemei date.
2. Verificarea funcționării aparatelor electrice selectate.
3. Realizarea conexiunilor electrice între aparate, urmărind circuitele electrice din schemele de forță și de comandă, astfel:
 - a. Poziționarea și fixarea aparatelor electrice pe standul de lucru;
 - b. Alegerea sculelor necesare fixării aparatelor și a realizării conexiunilor electrice;
 - c. Transpunerea schemei de conexiuni și realizarea legăturilor electrice.
4. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului.
5. Verificarea continuității circuitelor realizate utilizând un ohmmetru, în absența tensiunii.
6. Alimentarea montajului pentru verificarea funcționării.
7. Explicarea modului în care se realizează interblocajul electric al celor două contactoare K2 (pentru conexiunea în stea) și K3 (pentru conexiunea în triunghi).
8. Argumentarea utilizării metodei de pornire stea-triunghi pentru un motor trifazat pe plăcuța căruia este înscrisă tensiunea: 230V/400V Δ/Y.

Grila de evaluare

Criterii de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	30 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă	10 p
		Alegerea aparatajului conform simbolurilor din schemele de forță și comandă și în funcție de puterea motorului	10 p
		Corelarea datelor nominale ale aparatelor selectate cu parametrii caracteristici ai motorului	10 p
2. Realizarea sarcinii de lucru	40 p	Alegerea echipamentelor și sculelor necesare realizării sarcinii de lucru	5 p
		Poziționarea aparatelor pe standul de lucru în conformitate cu schemele date	5 p
		Fixarea mecanică a aparatelor pe standul de lucru	5 p
		Realizarea conexiunilor electrice	15 p
		Verificarea continuității circuitelor realizate	5 p
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului	5 p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	30 p	Verificarea funcționării schemelor realizate	10 p
		Argumentarea posibilității de pornire stea-triunghi în funcție de datele nominale ale motorului	10 p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	10 p

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 2

PROBĂ PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	URÎ 8. Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Modulul I. SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	Reprezentarea caracteristicii $n = f(I)$ a motorului de curent continuu cu excitație derivație

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
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

Enunțul probei practice:

Reprezentați caracteristica $n = f(I)$ a motorului de curent continuu cu excitație derivație

Aparate și echipamente necesare:

M - motor de curent continuu. cu excitație derivație, cu tensiunea nominală de 220 V;

G - generator de curent continuu cu excitație derivație, cu tensiunea nominală de 220 V;

TG - tahogenerator;

A - ampermetru cu domeniul de 2 A;

V - voltmetru cu domeniul de 250 V;

RA - reostat de pornire de 300 W, 50 Ω;

Ro - reostat de excitație de 500 W, 200 Ω;

Rc - reostat de excitație de 500 W, 200 Ω;

RS - reostat de sarcină;

Ic - întrerupător.

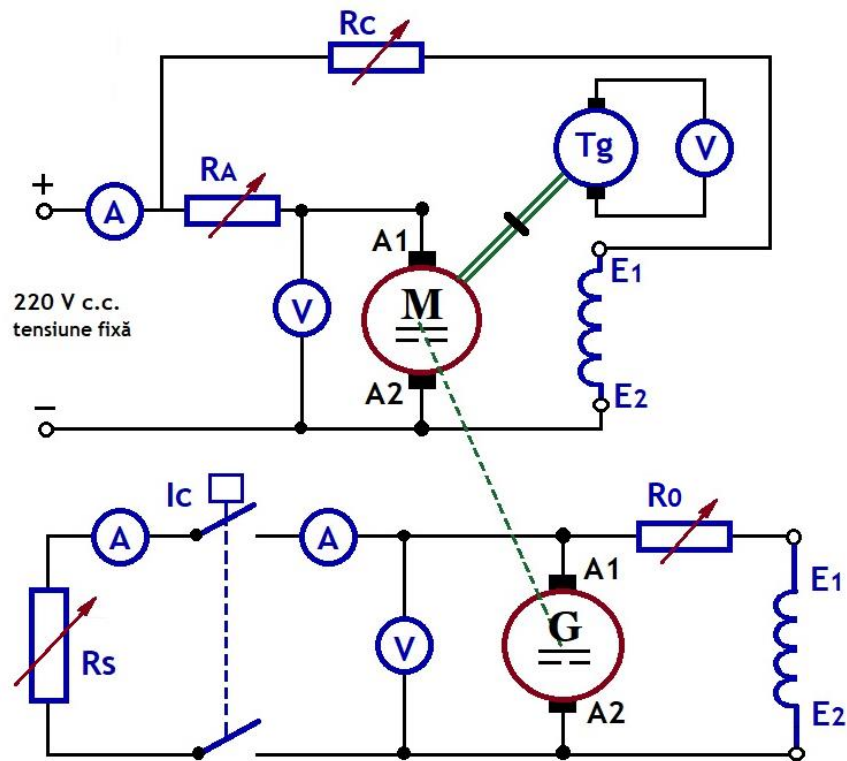


Fig. 1. Schema de montaj

Sarcini de lucru:

1. Identificarea elementelor componente în schema electrică (mașina de acționare, aparatele electrice).
2. Selectarea echipamentelor specifice și a aparatelor electrice necesare realizării montajului, conform schemei date.
3. Verificarea funcționării aparatelor electrice selectate.
4. Realizarea conexiunilor electrice, conform schemei, între mașina de acționare și aparatele electrice necesare, urmărind etapele următoare:
 - a. Poziționarea și fixarea aparatelor electrice pe standul de lucru;
 - b. Alegerea sculelor necesare fixării aparatelor și a realizării conexiunilor electrice;
 - c. Transpunerea schemei de conexiuni și realizarea legăturilor electrice.
5. Reglarea aparatelor de măsură.
6. Verificarea și punerea în funcțiune a montajului realizat.
7. Efectuarea determinărilor experimentale, urmărind următoarele etape:
 - reglarea reostatului de excitație Rc pe poziția minimă;
 - reglarea reostatului de pornire RA pe poziția maximă;
 - reglarea reostatului Ro pe poziția maximă, pentru reglarea tensiunii produse de generator;
 - pornirea motorului cu tensiunea de alimentare U la valoare nominală, fără conectarea pe sarcină a generatorului;
 - scurtcircuitarea RA și reglarea turației, cu reostatul Rc la 3000 de rot/min (turația nominală);

- oprirea motorului și se repunerea RA pe poziția maximă, fără a mai acționa cursorul lui Rc;
 - cuplarea generatorului și pornirea grupului motor-generator, prin alimentarea directă la 220 V c.c.;
 - scurtcircuitarea RA și se variera Ro până când generatorul produce tensiunea de 220 V;
 - citirea pe aparate a turației motorului și a curentului de sarcină;
 - închiderea Ic și vriarea traptată a reostatului Rs până când curentul de sarcină al motorului și al generatorului ajunge la 2 A.
8. Completarea tabelului cu valorile măsurate.
 9. Reprezentarea grafică, la scară, a caracteristicii de variație a turației în funcție de curentul de sarcină, $n = f(I)$, la valori constante ale tensiunii de alimentare U și ale curentului de excitație I_{ex} .
 10. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului.

n (rot/min)					
I (A)					

Grila de evaluare

Criterii de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	30 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă	10 p
		Alegerea aparatului conform simbolurilor din schemele de forță și comandă și în funcție de puterea motorului	10 p
		Corelarea datelor nominale ale aparatelor selectate cu parametrii caracteristici ai motorului	10 p
2. Realizarea sarcinii de lucru	40 p	Identificarea și alegerea echipamentelor și sculelor necesare realizării sarcinii de lucru	5 p
		Poziționarea și fixarea aparatelor pe standul de lucru în conformitate cu schemele date	5 p
		Realizarea conexiunilor electrice și verificarea continuității circuitelor realizate	5 p
		Reglarea aparatelor de măsură în scopul realizării determinărilor experimentale	5 p
		Realizarea efectivă a determinărilor experimentale cu urmărirea reglajelor corespunzătoare etapelor aferente sarcinii de lucru	15 p
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului	5 p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	30 p	Reprezentarea grafică a caracteristicii $n=f(I)$ utilizând datele obținute	10 p
		Interpretarea rezultatelor determinate experimental și a formei caracteristicii reprezentate	10 p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	10 p

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 3

PROBĂ PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	<i>Electromecanic utilaje și instalații industriale</i>
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	<i>Mentenanța utilajelor și echipamentelor electrice din instalațiile industriale</i>
<i>Modul</i>	M.I. Întreținerea și repararea utilajelor și echipamentelor electrice
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	<i>Întreținerea și repararea utilajelor și echipamentelor electrice</i>

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.1. Lucrări de mentenanță pentru utilajele și echipamentele electrice din instalațiile industriale;	8.2.1. Selectarea SDV-urilor și AMC-urilor necesare executării lucrărilor de mentenanță pentru utilajele și echipamentele electrice din instalațiile industriale; 8.2.2. Executarea operațiilor pregătitoare în vederea realizării lucrărilor de revizie tehnică, reparație curentă și reparație capitală; 8.2.3. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate; 8.2.5. Utilizarea documentației tehnice pentru executarea lucrărilor de întreținere și reparare;	8.3.2. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă 8.3.3. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită 8.3.5. Respectarea normelor de sănătate și siguranță a muncii și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate.

Mod de organizare a activității/clasei:

Elevii lucrează câte doi pentru realizarea probei practice .

Resurse materiale:

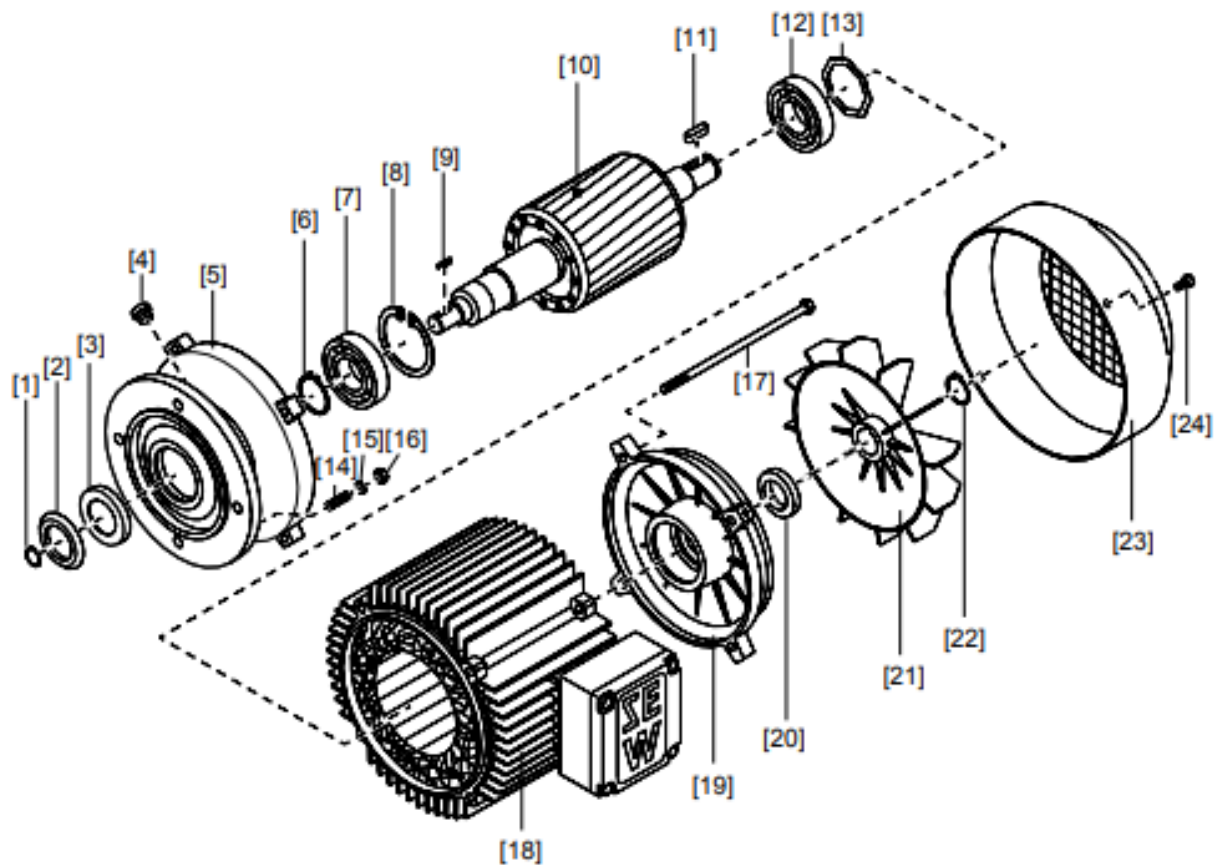
- Trusa electricianului.
- Documentație tehnică și tehnologică (desene de execuție, fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de calitate).

- S.D.V.-uri și AMC-uri - uri: șublere, micrometre, verificatoare, dispozitive de prindere, dispozitive de fixare , aparate electrice de măsură, analogice și digitale (ampermetre, voltmetre, ohmmetre, multimetre);
- Echipamente electrice din instalațiile industriale;: motor asincron DFT90

Durată: 50 minute

Enunțul probei practice:

Realizați lucrări de inspectare / întreținere motor (motor DFT90) când există scurgere



[1] Inel de siguranță
 [2] Disc de injecție
 [3] Inel de etanșare radială
 [4] Șurub de obturare
 [5] Flanșă 9Scutul de rulment A)
 [6] Inel de siguranță
 [7] Rulment
 [8] Inel de siguranță

[9] Arc de reglare
 [10] Rotor
 [11] Arc de reglare
 [12] Rulment
 [13] Distanțier
 [14] Șurub de știft (4x)
 [15] Inel elastic (4x)
 [16] Piuliță hexagonală (4x)

[17] Șurub hexagonal
 [18] Stator
 [19] Plăcuță rulment B
 [20] Inel V
 [21] Ventilator
 [22] Inel de siguranță
 [23] Capacul; ventilatorului
 [24} Șurub carcasă

!!!! Înainte de a începe lucrările la motor acestea se vor scoate de sub tensiune și se vor bloca împotriva unei porniri accidentale!!!!

Sarcini de lucru:

1. Organizarea ergonomică a locului de muncă;
2. Planificarea activităților de lucru membrilor echipei
3. Selectarea SDV-urile și AMC-urile necesare executării lucrării de mentenanță
4. Utilizarea documentației tehnice pentru executarea lucrărilor de întreținere și reparare.
5. Executarea operațiilor pregătitoare în vederea realizării lucrărilor de reparație (demonțare, curățare,);
 - Demontarea capacului flanșei sau al ventilatorului [23], [21]
 - Desfacerea șuruburilor hexagonale [17] de pe scuturile de rulment A [5] și B [19], îndepărtarea statorului [18] de pe scutul de rulment A
6. Inspecție vizuală :
Există umezeală sau ulei de transmisie în spațiul interior al statorului?
 - Dacă NU,..... continuarea de la pasul 9
 - Dacă există umiditate , continuarea va fi de la pasul 7
 - Dacă este ulei pentru angrenaje motorul se duce la reparat într-un atelier specializat
 Dacă este umiditate în interiorul statorului
 - La motoarele cu angrenaje : Demontarea mororului de pe angrenaj
 - La motoarele fără angrenaje :Demontarea flanșei A
 - Demontarea rotorului [9]
7. Curățirea bobinei, usucarea și verificarea electrică
8. Înlocuirea rulmenților [7], [12] (numai cu ,,tipuri admise de rulmenți)
9. Schimbarea inelului de etanșare [3] în scutul de rulment A (înainte de montaj, inelele de etanșare trebuie prevăzute cu o rezervă de vaselină)
10. Reînnoirea etanșeității locașului statorului și gresarea inelului în V, respectiv etanșarea labirintului.
11. Asigurarea calității lucrărilor executate;
12. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI, protecția mediului
13. Prezentarea activității practice realizate utilizând vocabularul de specialitate

Criteria de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	30	1.1. Organizarea ergonomică a locului de muncă	7p
		1.2. Planificarea activitatile de lucru	8p
		1.3. Selectarea corectă a SDV-urilor și AMC-urilor necesare executării lucrărilor de mentenanță	8p
		1.4. Utilizarea documentației tehnice pentru executarea lucrărilor de întreținere și reparare.	7p

2. Realizarea sarcinii de lucru	40 p	2.1.Executarea operațiilor pregătitoare în vederea realizării lucrărilor de reparație	8p
		2.2.Utilizarea corectă a echipamentelor de lucru avându-se în vedere toate activitățile planificate	8p
		2.3. Realizarea inspecției vizuale, executarea lucrărilor de întreținere /reparare	12p
		2.4. Asigurarea calității lucrărilor executate	6p
		2.5. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului	6p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	30 p	3.1. Descrierea modului de realizare a sarcinilor de lucru	10p
		3.2. Asumarea în cadrul grupei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită	10p
		3.3. Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru	10p

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 4

PROBĂ PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	MODUL I Sisteme de acționare
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	Realizați pornirea unui motor asincron trifazat cu rotorul bobinat cu reostat de pornire

Rezultate ale învățării vizate:

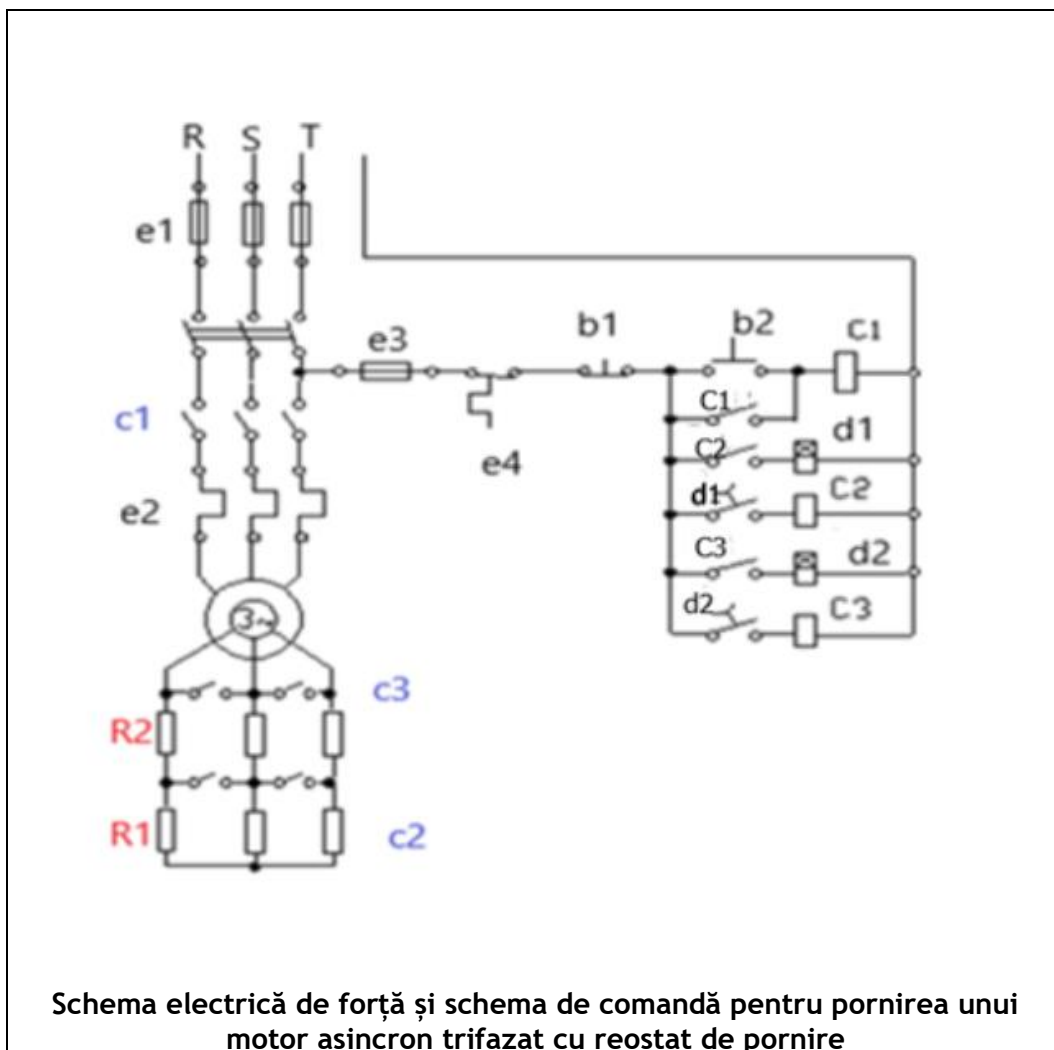
Cunoștințe	Abilități	Atitudini
8.1.2. Scheme electrice de acționare	8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică 8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă	8.3.3. Demonstrarea spiritului creativ în argumentarea soluțiilor abordate 8.3.4. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Enunțul probei practice: *Realizați pornirea unui motor asincron trifazat cu rotorul bobinat cu reostat de pornire conform schemei de forță și comandă*

Sarcini de lucru:

- organizarea locului de muncă
- selectarea echipamentelor necesare realizării lucrării practice (motor electric asincron trifazat, tahogenerator, turometru, ampermetru, sarcină de lucru, reostat de pornire, conductoare de legătură) conform schemei electrice de forță
- realizarea legăturilor funcționale pentru pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat conform schemei electrice de forță
- pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat cu ajutorul reostatului de pornire conform schemei electrice de forță
- măsurarea turației și măsurarea curentului de pornire

- selectarea echipamentelor necesare realizării lucrării practice (motor electric asincron trifazat, tahogenerator, turometru, ampermetru, sarcină de lucru, reostat de pornire, conductoare de legătură, siguranțe fuzibile, buton de pornire, buton de oprire, contactor C1, contactor C2, contactor C3, releu de timp) conform schemei electrice de comandă
- realizarea legăturilor funcționale pentru pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat cu ajutorul reostatului de pornire conform schemei electrice de comandă
- pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat cu ajutorul reostatului de pornire conform schemei electrice de comandă
- măsurarea turației și măsurarea curentului de pornire
- respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI, protecția mediului



Grila de evaluare

Criteria de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	30 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă	10p
		Selectarea echipamentelor necesare realizării lucrării practice (motor electric asincron trifazat, tahogenerator, turometru, ampermetru, sarcină de lucru, reostat de pornire, conductoare de legătură) conform schemei electrice de forță	10p
		Selectarea echipamentelor necesare realizării lucrării practice (motor electric asincron trifazat, tahogenerator, turometru, ampermetru, sarcină de lucru, reostat de pornire, conductoare de legătură, siguranțe fuzibile, buton de pornire, buton de oprire, contactor C1, contactor C2, contactor C3, releu de timp) conform schemei electrice de comandă	10p
2. Realizarea sarcinii de lucru	40 p	Realizarea legăturilor funcționale pentru pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat conform schemei electrice de forță	10p
		Pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat cu ajutorul reostatului de pornire conform schemei electrice de forță	5p
		Realizarea legăturilor funcționale pentru pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat conform schemei electrice de comandă	10p
		Pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat cu ajutorul reostatului de pornire conform schemei electrice de comandă	5p
		Măsurarea turației și măsurarea curentului de pornire	5p
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului	5p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	30 p	Prezentarea rezultatelor măsurării- valoarea curentului măsurat, valoarea turației	10p
		Argumentarea introducerii reostatului de pornire, explicarea scurtcircuitării reostatului de pornire cu releul de timp.	15p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	5p

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 5

PROBĂ PRACTICĂ

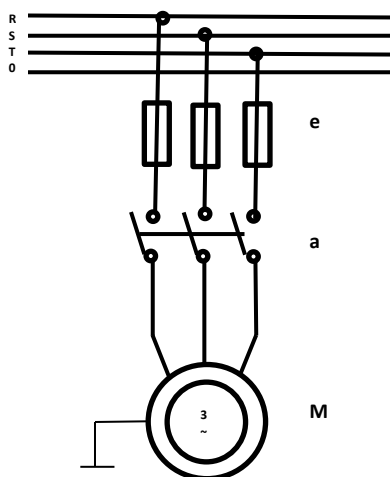
<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	MODUL I: SISTEME DE ACȚIONARE
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	PORNIREA DIRECTĂ PRIN ÎNTRERUPTOR (MANUALĂ) A MOTORULUI ASINCRON TRIFAZAT

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
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;

Enunțul probei practice:

Să se realizeze pornirea motorului asincron trifazat prin cuplare directă la rețea prin întreruptor (manuală).



Notații:

- e - siguranțe fuzibile
- a- întreruptor tripolar
- M- motor asincron trifazat

Lista de componente:

- e siguranțe fuzibile Lfi 25/12 3 buc.
- a întreruptor pachet sau cu came tripolar 1 buc.
- M motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit (P = 2 kW)
șir de cleme, cordoane de legătură.

Noțiuni teoretice

Motorul electric este un dispozitiv care transformă energia electrică în energie mecanică. Funcționarea sa se bazează pe interacțiunea dintre câmpul magnetic produs de un magnet permanent și curentul din spirele unei bobine plasate în câmpul magnetic.

Motorul asincron cu rotor în scurtcircuit este cel mai utilizat în sistemele de acționare electrice, datorită avantajelor: construcție simplă, cost redus, robustețe, întreținere ușoară, alimentare directă de la rețeaua trifazată 3x380, dependența redusă a turației de sarcină.

La pornirea motoarelor asincrone, deoarece $n \ll n_0$, vom avea un curent de pornire $I_p = I_n(4...8)$, rezultă un șoc de sarcină, de curent, care provoacă o scădere a tensiunii din rețea cu efecte negative asupra cuplului de pornire și asupra funcționării altor consumatori.

Se admite pornirea directă (prin conectare directă) atunci când $P_n < 0,2 P_{\text{trafo}}$, dar, când din aceeași rețea este alimentat și iluminatul secției, se impune, $P_n < 0,5 P_{\text{trafo}}$, unde P_{trafo} este puterea transformatorului de alimentare a secției.

Pornirea directă se poate face numai pentru motoare cu puteri până la 5,5 kW, pentru puteri mai mari fiind necesară pornirea indirectă.

Observație: Curentul nominal al motorului se poate determina cu relația:

$$I_n = \frac{P}{3 * U * \eta * \cos \varphi} = \frac{P}{500} = \frac{2P[W]}{1000} \Rightarrow I_n[A] \cong 2P[KW]$$

La pornirea motoarelor asincrone trebuie să se asigure următoarele condiții:

- o cuplul electromagnetic dezvoltat la pornire să fie suficient de mare pentru a se putea realiza pornirea în gol sau în sarcină în funcție de condițiile de funcționare a mașinii;
- o curentul de pornire al mașinii să nu depășească valoarea limită admisibilă determinată de rețeaua de alimentare, deoarece $I_p = (5-8) I_n$;
- o durata procesului de pornire să fie cât mai scurtă pentru a nu se produce încălziri în mașină precum și interacțiuni electrodinamice periculoase în zona capetelor de bobine.

Pornirea - oprirea se realizează manual prin acționarea întreruptorului tripolar a. Se folosește un întreruptor tripolar. Dacă se folosește un comutator-inversor, se poate realiza și inversarea sensului de rotație.

Sarcini de lucru:

1. Organizați locul de muncă în vederea realizării schemei de montaj;
2. Selectați componentele necesare realizării circuitului;
3. Verificați funcționalitatea componentelor selectate;

4. Realizați practic montajul corespunzător schemei electrice date (realizarea interconexiunilor);
5. Verificați continuitatea circuitelor electrice;
6. Verificați funcționalitatea în absența tensiunii;
7. Alimentați circuitul cu tensiune;
8. Verificați sub tensiune funcționalitatea schemei;
9. Măsurați tensiunea de alimentare a motorului;
10. Calculați curentul nominal al motorului;
11. Prezentați avantajele și dezavantajele metodei de pornire utilizate;
12. Prezentați altă metodă de pornire directă a motoarelor asincrone.

Notă: la evaluarea probei practice se va ține cont de respectarea normelor de protecție a muncii și PSI și de respectarea normelor de protecție a mediului în domeniul electric.

Grila de evaluare

Criteria de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	30 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă	10p
		Analiza sarcinii de lucru și identificarea soluției de rezolvare.	10p
		Alegerea S.D.V-urilor necesare executării sarcinilor de lucru, a aparatelor electrice, a mașinii electrice, a sursei de tensiune, conform schemei propuse	10p
2. Realizarea sarcinii de lucru	30 p	Verificarea funcționalității componentelor selectate	5p
		Realizarea montajului conform schemei date.	5p
		Verificarea continuității circuitului	3p
		Verificarea funcționalității circuitului în absența tensiunii	2p
		Verificarea funcționalității circuitului în prezența tensiunii	3p
		Calculul curentului nominal	2p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	30 p	Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului	10p
		Prezentarea metodei de pornire directă a motoarelor asincrone, a avantajelor și dezavantajelor acestora	10p
		Prezentarea altei metode de pornire a motoarelor asincrone care permite și inversarea sensului de rotație	10p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	10p

Repere metodologice pentru aplicarea curriculumului la clasa a XI-a, în anul școlar 2023-2024.

EXEMPLUL 6

PROBĂ PRACTICĂ

<i>Domeniul de pregătire profesională</i>	ELECTROMECHANICĂ
<i>Calificarea profesională</i>	TEHNICIAN ELECTROMECHANIC
<i>Unitatea de rezultate ale învățării</i>	Utilizarea sistemelor de acționare din instalațiile electromecanice
<i>Modul</i>	Acționări în instalațiile electromecanice
<i>Clasa</i>	a XI-a
<i>Tema probei practice</i>	Realizați inversarea sensului de rotație la motorul de curent continuu cu excitație derivație

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
<p>8.1.3. Sisteme de acționare electrică cu motoare de curent continuu și cu motoare asincrone.</p> <p>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</p>	<p>8.2.5. Realizarea de scheme de forță și de comandă pentru sisteme de acționare electrică</p> <p>8.2.6. Utilizarea semnelor convenționale ale elementelor componente ale acționărilor electrice în realizarea unor scheme de forță și de comandă</p> <p>8.2.11. Utilizarea/Completarea documentației tehnice</p> <p>8.2.12. Monitorizarea indicațiilor aparatelor pentru determinarea mărimilor electrice</p>	<p>8.3.5. Respectarea normelor de securitate la locul de muncă, precum și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor</p> <p>8.3.6. Asumarea la locul de muncă a calității lucrărilor/sarcinilor încredințate</p> <p>8.3.8. Responsabilizarea în asigurarea calității lucrărilor/sarcinilor</p> <p>8.3.9. Respectarea normelor specifice/legislația de protecția mediului pentru alegerea elementelor componente</p> <p>8.3.10 Asumarea responsabilității la realizarea autonomă a circuitelor</p>

Enunțul probei practice:

Realizați practic inversarea sensului de rotație la motorul de curent continuu cu excitație derivație

Sarcini de lucru:

- Alegerea componentelor necesare realizării montajului **a** sau **b**;
- Executarea unuia dintre montaje **a** sau **b**;
- Verificarea fără tensiune a continuității circuitului de comandă a montajului **a** sau **b**;
- Verificarea sensului de rotație;
- Precizarea rolului aparatelor electrice;
- Explicarea modului de funcționare al montajului;
- Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului.

Scheme de montaj:

a. inversarea sensului prin schimbarea polarității la excitație automat cu contactoare sau cu comutatoare manuale pe indus

Aparate și echipamente necesare

M - motor de c.c. cu excitație derivație, tensiunea nominală 220V

1C, 2C - contactoare pentru schimbarea sensului câmpului statoric;

b₀, b_p - butoane de oprire și pornire;

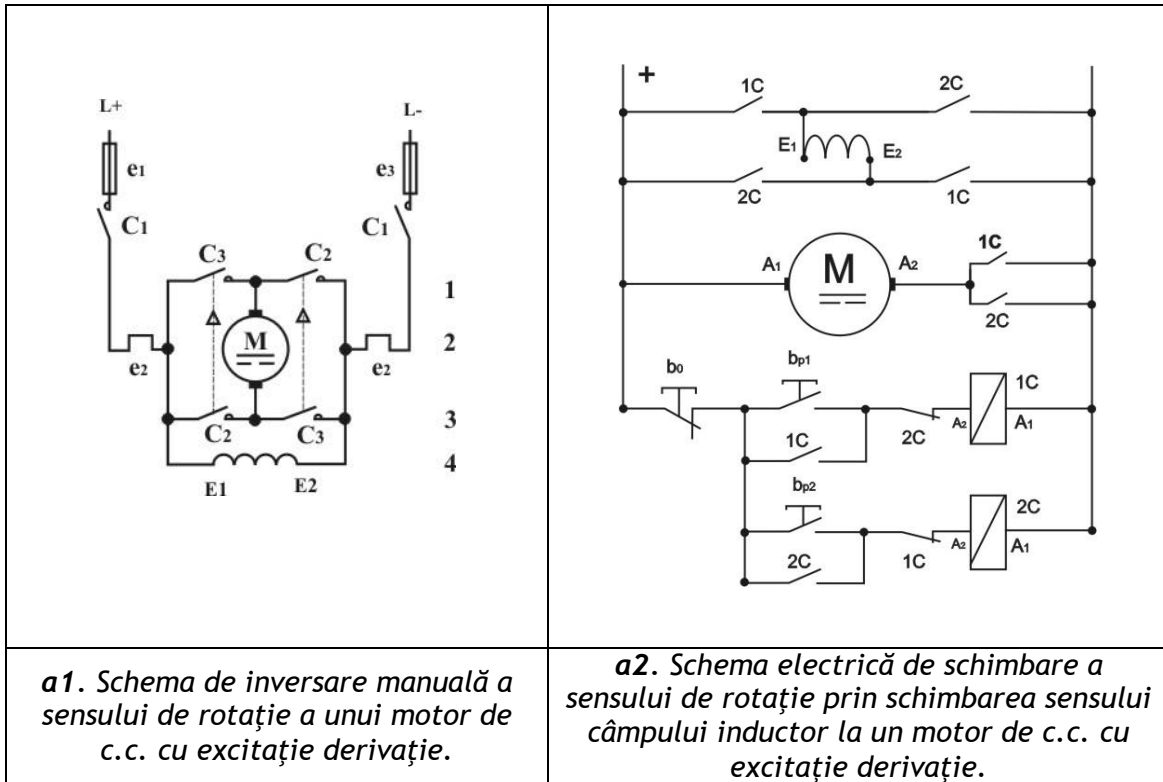
E₁, E₂ - înfășurarea de excitație derivație a motorului de c.c.;

e₁, e₃ - siguranțe fuzibile;

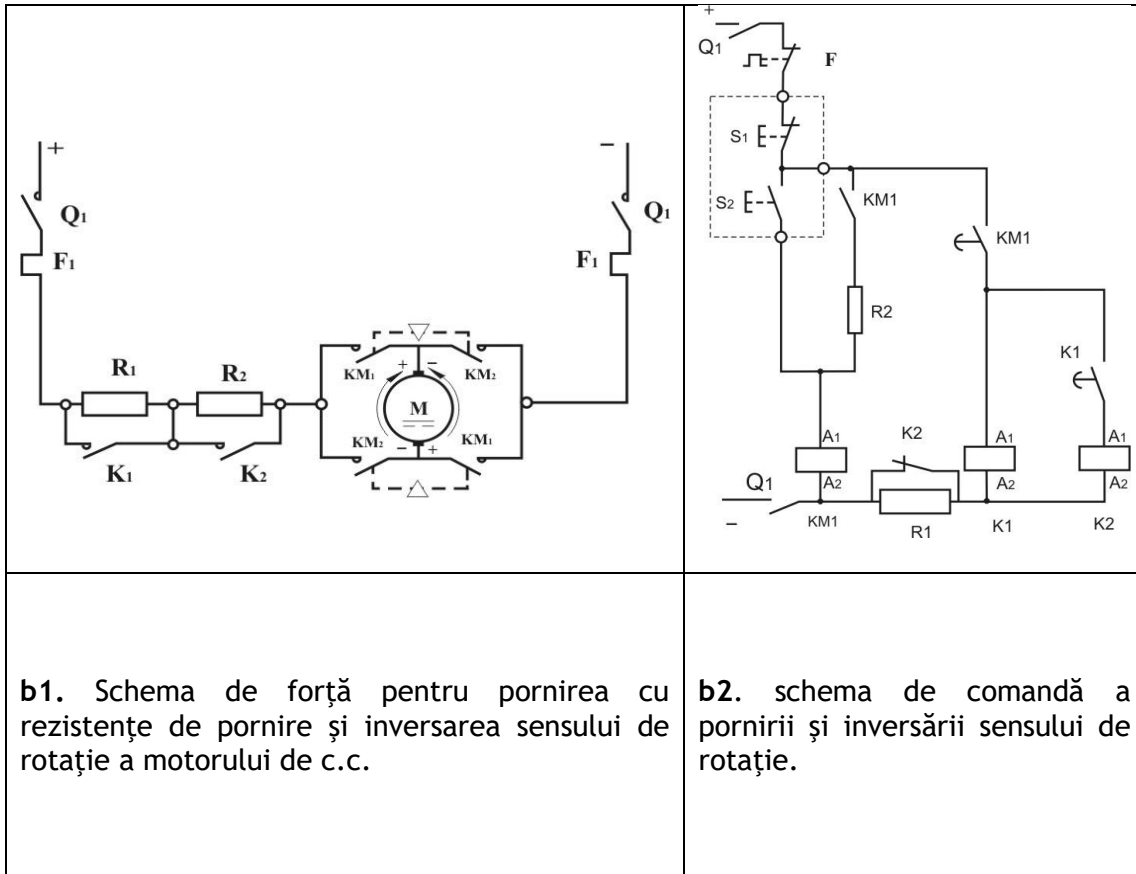
C1 - comutator cu came, întreruptor pentru conectare la rețea;

C2, C3 - contacte (ale comutatorului cu came) pentru inversarea sensului de rotație pe indus;

e₂ - releu termic.



b. pornirea automată cu rezistențe înseriate în indus și schimbarea sensului manual prin schimbarea polarității la indus



Aparate și echipamente necesare

M - motor de c.c. cu excitație derivație, tensiunea nominală 220V;

R₁, R₂ - rezistențe de pornire;

Q₁ - întrerupător;

F - releu termic;

K₁, K₂ - contacte ale contactoarelor de scurtcircuitare a rezistențelor de pornire;

KM₁, KM₂ - contacte ale comutatoarelor pentru schimbarea sensului pe indus;

s₁, s₂ - butoane de pornire - oprire.

Desfășurarea lucrării

- Se aleg componentele necesare realizării montajului **a** sau **b**;
- Se execută unul din montaje **a** sau **b**;
- Se verifică fără tensiune continuitatea circuitului de comandă a montajului **a** sau **b**;
- Se verifică sensul de rotație;
- Se prezintă rolul aparatelor electrice a celor două circuite (de forță și de comandă);
- Se explică modul de funcționare al montajului.

Funcționare montaj:

a1. Schema de inversare manuală a sensului de rotație a unui motor de c.c. cu excitație derivație.

- Se închide comutatorul C1 alimentând circuitul de la sursa de c.c.;
- Pentru pornirea într-un sens se acționează comutatorul C2, moment în care sensul curentului este de la L+, e2, C2, rotor, C2, e2, C1 și L-;
- Pentru pornirea în sens invers se acționează comutatorul C3, moment în care se va schimba sensul de parcurgere de la L- la L+.

a2. Schema electrică de schimbare automată a sensului de rotație la un motor de c.c. cu excitație derivație.

- Acționând butonul **bp1** alimentăm bobina contactorului 1C. Contactele cnd ale contactorului 1C vor fi închise, iar cni vor fi deschise. În acest fel se va bloca acționarea contactorului 2C în caz că se va acționa butonul **bp2**;
- Oprirea se va face acționând butonul **b0**, moment în care bobina contactorului nu va mai fi alimentată;
- Acționarea în sens invers se va face acționând butonul **bp2**.

b. Pornirea automată cu rezistențe înseriate în indus și schimbarea sensului manual prin schimbarea polarității la indus.

Se închide Q1, alimentând montajul la sursa de c.c.. Cu butonul S1 închis, se acționează butonul cu contact normal deschis și revenire automată S2, alimentând bobina contactorului KM1.

Comutatorul KM1 își va închide contactele normal deschise KM1 din circuitul de forță, asigurând astfel alimentarea indusului. Motorul va porni cu reostatul de pornire, $R_p = R_1 + R_2$. În circuitul de comandă, se închide contactul normal deschis KM1 al releului cu temporizare la închidere ($t=2s$), asigurând automenținerea comenzii.

Se permite, astfel, alimentarea bobinei contactorului K1, care își va închide contactul normal deschis K1 din circuitul de forță, scurtcircuitând prima treaptă a reostatului de pornire, R1, motorul fiind alimentat prin R2. După temporizarea reglată, se

închide contactul normal deschis al releului K1 din circuitul de comandă, realizându-se alimentarea bobinei releului de timp cu temporizare la acționare, K2.

Contactele K2 din circuitul de forță se vor închide și vor scurtcircuita R2. Motorul va funcționa în continuare cu R₁ și R₂ scurtcircuitate.

Deși contactul normal închis al contactorului K2 din circuitul de comandă se va deschide, alimentarea bobinei comutatorului KM1 se păstrează, atât timp cât bobina contactorului se află sub tensiune.

Pentru pornirea într-un sens se acționează comutatorul KM1 moment în care sensul curentului este de la Q⁺ rotor Q Pentru inversarea de sens se acționează comutatorul KM2, moment în care sensul curentului este de la Q⁻ rotor Q⁺.

Pentru oprire se acționează butonul cu contact normal închis și revenire automată, S1, întrerupându-se alimentarea bobinei comutatorului KM1.

Schema revine la starea inițială, repornirea fiind posibilă dacă contactele de forță K1, K2 din circuitul de forță nu au rămas lipite și deci contactele auxiliare normal închise K2 din circuitul de comandă au revenit în starea normală.

Protecția la suprasarcină este asigurată de releul termic F1: contactul său normal închis din circuitul de comandă se deschide la apariția unei suprasarcini decuplând circuitul de comandă de sub tensiune.

Grila de evaluare pentru montaj - a

Criteria de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă;	10p
		Alegerea componentelor necesare realizării montajului.	15p
2. Realizarea sarcinii de lucru	50 p	Elaborarea schemei electrice a circuitului de forță a1 (siguranțe fuzibile -2p; comutatoare C1,C2,C3 - 3p; releu termic e2- 2p);	7p
		Elaborarea schemei electrice a circuitului de forță și comandă a2 (butoane de pornire b_p - 1p; buton de oprire b_o-1p; bobină 1C- 1p; bobină 2C- 1p; CNI 1C, 2C (2)- 2p; CND 1C, 2C (4)- 2p;	8p
		Realizarea montajului: <i>estetica montajului: 5p</i> <i>realizarea interconexiunilor: 5 p</i> <i>(dezizolare conductor-1p; ochiuri-1p; sens de strângere -1p; fixare rigidă a conductorului în contact-1p; liniaritate și racord conductor-1p);</i>	10p
		Verificarea fără tensiune a continuității circuitului de comandă;	10p
		Verificarea sensului de rotație;	10p
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului.	5p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	25 p	Prezentarea rolului aparatelor electrice: e ₁ ,e ₃ , e ₂ ,1C,2C, CND 1C, 2C (4), CNI 1C, 2C, b _o , b _p . celor două circuite (de forță și de comandă);	10p
		Explicarea modului de funcționare a montajului;	10p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru.	5p

Grila de evaluare pentru montaj - b

Criteria de evaluare	Punctaj	Indicatori de evaluare	Punctaj pe indicator
1. Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25 p	Organizarea ergonomică a locului de muncă;	10p
		Alegerea componentelor necesare realizării montajului.	15p
2. Realizarea sarcinii de lucru	50 p	Elaborarea schemei electrice a circuitului de forță b1 (comutatoare KM1, KM2-2p; întrerupător Q-1p; releu termic F-1p; contacte CND K1, K2-2p);	6p
		Elaborarea schemei electrice a circuitului de comandă b2 (buton de pornire S2-1p; buton de oprire S1-1p; bobină RTp1-1p; bobină RTp2 -1p bobină K1-1p; bobină K2-1p;CND RTp1, RTp2 - 2p CND k1-1p;	9p
		Realizarea montajului: <i>estetica montajului:</i> 5p <i>realizarea interconexiunilor:</i> 5 p (dezizolare conductor-1p; ochiuri-1p; sens de strângere -1p; fixare rigidă a conductorului în contact-1p; liniaritate și racord conductor-1p);	10p
		Verificarea fără tensiune a continuității circuitului de comandă;	10p
		Verificarea sensului de rotație;	10p
		Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI și protecția mediului.	5p
3. Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru	25 p	Prezentarea rolului aparatelor electrice:F, Q, KM1, KM2, K1, K2, RTp1, RTp2, CND, K1, K2, CND, RTp1, RTp2, S2, S1 a celor două circuite (de forță și de comandă);	10p
		Explicarea modului de funcționare a montajului;	10p
		Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru.	5p