

**Ministerul Educației și Cercetării
Programul PHARE TVET RO 2002/000 – 586.05.01.02.01.01**

AUXILIAR CURRICULAR CLASA a XI-a

DOMENIUL: Electric

CALIFICAREA: Electrician în instalații energetice

NIVELUL: 2



MODULUL: Montarea și utilizarea aparatelor electrice de joasă tensiune

2005

Montarea si utilizarea aparatelor electrice de joasa tensiune.

AUTOR:

prof. Constantin Nicolae – Colegiul Tehnic Energetic București

CONSULTANȚĂ:

Dana Stroie – expert CNDIPT

Carmen Mnohohitnei – expert local

CUPRINS

1. Introducere.....	4
2. Competențe vizate. Obiective urmărite.....	5
3. Lista de verificare a profesorului.....	6
4. Materiale de referință.....	7
5. Activități pentru elevi.....	17
6. Soluții și sugestii metodologice.....	37
7. Bibliografie.....	48

INTRODUCERE

Acest material este destinat pregătirii elevilor Școlii de Arte și Meserii, din domeniul Electric, nivel 2, (clasa a XI-a), în calificarea “Electrician în instalații energetice”. El se adresează atât elevilor, cât și profesorilor, fiind structurat în trei părți: o parte cuprinzând materiale de referință pentru profesor, o parte cu activități pentru elevi și una cu soluții și sugestii metodologice.

Precizăm că auxiliarul nu acoperă toate cerințele din Standardul de Pregătire Profesională; pentru obținerea certificatului de calificare este necesară validarea integrală a competențelor conform probelor de evaluare din Standardul de Pregătire Profesională.

Conținuturile incluse în structura modului “MONTAREA ȘI UTILIZAREA APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE” oferă elevilor cunoștințe care le permit dezvoltarea abilităților practice și creative privind construcția și asigurarea funcționării diverselor categorii de aparate electrice de joasă tensiune.

Programa modului trebuie utilizată împreună cu Standardul de Pregătire Profesională pentru a corela, în permanență, criteriile de performanță ale competențelor agregate în modul cu conținuturile incluse, rezultate din condițiile de aplicabilitate ale criteriilor de performanță respective.

Parcurgerea conținuturilor se va realiza în integralitatea lor.

Pentru atingerea competențelor specifice stabilite în modul, profesorul, are libertatea de a dezvolta anumite conținuturi, de a eșalona în timp, de a utiliza activități variate de învățare și în special cele cu caracter aplicativ, centrate pe elev.

Înainte de aplicarea materialelor de învățare propuse, profesorul trebuie să cunoască particularitățile colectivului de elevi și, îndeosebi, stilurile de învățare ale acestora, pentru reușita centrării pe elev a procesului instructiv; el poate adapta materialele în raport cu cerințele clasei.

Materialele de învățare sunt ușor de citit și de înțeles, informațiile fiind formulate într-un limbaj adecvat nivelului elevilor, accesibil și susținut prin exemple sugestive și prin imagini.

Evaluarea trebuie să fie un proces continuu și sumativ, referindu-se în mod explicit la criteriile de performanță și la condițiile de aplicabilitate ale acestora, corelate cu tipul probelor de evaluare specificate în Standardul de Pregătire Profesională, pentru fiecare competență.

O competență se evaluează o singură dată, iar elevii vor fi evaluați numai în ceea ce privește dobândirea competențelor specificate în tabelele de corelare ale competențelor cu conținuturile.

În auxiliar, s-au propus probe de evaluare după parcurgerea conținuturilor aferente fiecărei competențe vizate. În general, acestea sunt probe scrise ori practice, dar, la fel de bine, pot fi, acolo unde este cazul, și probe orale.

2. COMPETENȚE VIZATE

În modulul “Montarea și utilizarea aparatelor electrice de joasă tensiune”, au fost agregate competențe dintr-o singură unitate de competență tehnică generală, având trei competențe vizate:

UC73.8 MONTAREA ȘI UTILIZAREA APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

C73.8.1. Identifică subansamblurile constructive ale aparatelor electrice de joasă tensiune;

C73.8.2. Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune;

C73.8.3 Asigură funcționarea aparatelor electrice de joasă tensiune.

3. OBIECTIVE URMĂRITE

În urma parcurgerii conținuturilor modulului, urmărind atingerea tuturor competențelor vizate, elevii vor fi capabili să:

- Clasifice aparatele electrice de joasă tensiune după criteriile date;
- Precizeze subansamblurile constructive ale categoriilor de aparate electrice de joasă tensiune indicate;
- Recunoască subansamblurile construite în scheme structurale și în aparatele electrice de joasă tensiune indicate;
- Explice funcționarea aparatelor electrice de joasă tensiune pe baza schemelor structurale date;
- Să precizeze mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
- Să definească mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
- Să decodifice simbolurile înscrise pe etichetele, plăcuțele aparatelor electrice de joasă tensiune;
- Să monteze aparatele electrice de joasă tensiune în circuit;
- Să execute manevre cu aparate electrice de joasă tensiune;
- Să urmărească funcționarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit.

LISTA DE VERIFICARE A PROFESORULUI

Înainte de a finaliza predarea acestei unități de competență, este recomandabil să completați următoarea listă de verificare a criteriilor științifice folosite.

Bifați în căsuțe.

Ați tratat următoarele aspecte:

Competența 73.8.1. – IDENTIFICĂ SUBANSAMBLURILE CONSTRUCTIVE ALE APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

- Clasificarea aparatelor electrice după criterii date.
- Precizarea subansamblurilor constructive ale categoriilor de aparate electrice de joasă tensiune indicate.
- Recunoașterea subansamblurilor constructive în scheme structurale și în aparatele electrice de joasă tensiune indicate.
- Identificarea legăturilor funcționale dintre componentele subansamblurilor și dintre subansamblurile constructive ale aparatelor electrice de joasă tensiune.
- Explicarea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune pe baza schemelor structurale date.

Competența 73.8.2. – SPECIFICĂ PARAMETRII TEHNICI AI APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

- Precizarea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.
- Definirea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.
- Decodificarea simbolurilor referitoare la mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.

Competența 73.8.3. – ASIGURĂ FUNCȚIONAREA APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

- Montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit.
- Executarea manevrelor de conectare și de deconectare a aparatelor electrice de joasă tensiune.
- Urmărirea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit.

MATERIALE DE REFERINȚĂ

MATERIALE DE REFERINȚĂ



În această secțiune sunt prezentate câteva exemple de folii transparente (FT) .

Foliile transparente sunt o alternativă viabilă pentru prezentarea frontală a informațiilor de către profesor.

Fișele de lucru sunt prezentate ca exemplu pentru modalitatea de organizare a instruirii, folosind retroproiectorul sau prezentări digitale, pentru secvențele în care elevului nu i se pun la dispoziție materiale scrise.

Elevii vor rezolva exercițiile propuse în fișele de lucru folosind informațiile sintetizate în foliile transparente, indicațiile profesorului și pot consulta manuale de specialitate, pliante, fișe tehnice, prospecte, precum și site-urile de specialitate.

Au fost incluse următoarele folii transparente:

- FT1 – mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
- FT2 – categorii de aparate electrice de joasă tensiune;
- FT3 – aparate pentru comanda manuală;
- FT4 – aparate pentru comanda automată;
- FT5 – simboluri și semne convenționale utilizate în scheme pentru aparate electrice de joasă tensiune.

Fișele de lucru și evaluare au fost concepute astfel încât să acopere criteriile de performanță ale competențelor stabilite în Standardul de Pregătire Profesională.

Au fost întocmite fișe de evaluare care să atingă competențele vizate după parcurgerea conținuturilor aferente acestora.

- **Competența 73.8.1. – Identifică subansamblurile constructive ale aparatelor electrice de joasă tensiune**
 - FL1 – clasificarea aparatelor electrice după criterii date;
 - FL2 – precizarea, recunoașterea subansamblurilor constructive în schemele structurale și în aparatele electrice;
 - explicarea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - FEv1 – evaluarea competențelor vizate.
- **Competența 73.8.2. – Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune**
 - FL3 – precizarea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - definirea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - decodificarea simbolurilor referitoare la mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - FEv2 – evaluarea competențelor vizate.
- **Competența 73.8.3. – Asigură funcționarea aparatelor electrice de joasă tensiune**
 - FL4 – montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit;
 - urmărirea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit;
 - L1 (lucrare laborator) – montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit;
 - executarea manevrelor de conectare-deconectare a aparatelor electrice de joasă tensiune;

Montarea si utilizarea aparatelor electrice de joasa tensiune.

- urmărirea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit;

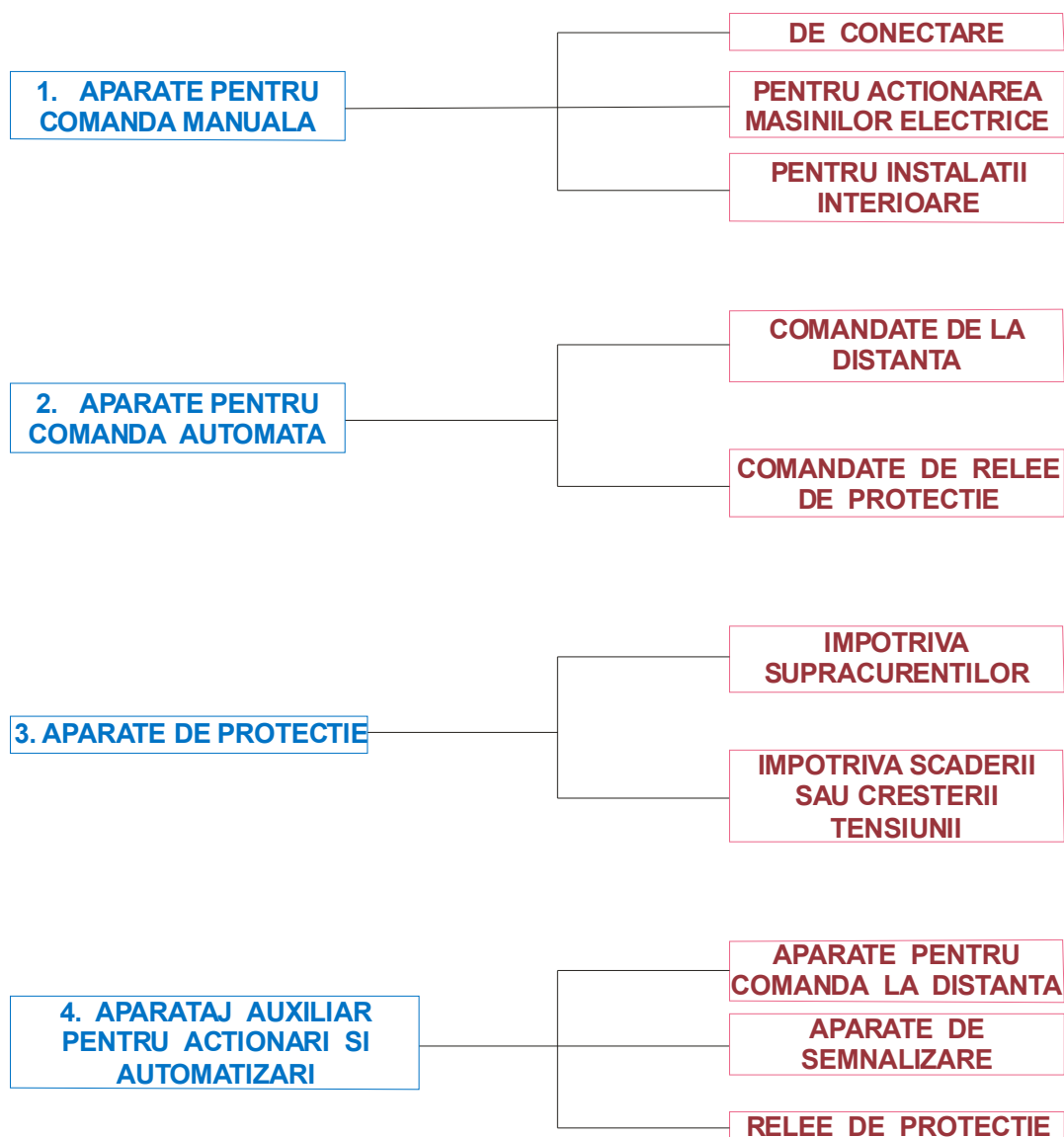
- **FL5** sau **L2** – montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit;
 - executarea manevrelor de conectare–deconectare a aparatelor electrice în circuit;

- **METODA CUBULUI** (evaluarea întregii unități de competență):
 - Identificarea subansamblurilor constructive ale aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune;
 - Asigură funcționarea aparatelor electrice de joasă tensiune.

MARIMILE NOMINALE ALE APARATELOR ELECTRICE DE JOASA TENSIUNE



CATEGORII DE APARATE ELECTRICE DE JOASA TENSIUNE



1. APARATE PENTRU COMANDA MANUALA

1.1 APARATE DE CONECTARE

- ✍ Intrerupatoare si comutatoare cu parghie;
- ✍ Intrerupatoare si comutatoare cu pachet;
- ✍ Intrerupatoare si comutatoare cu came;
- ✍ Separatoare;
- ✍ Intrerupatoare de sarcina;

1.2 APARATE PENTRU ACTIONAREA MASINILOR ELECTRICE

- ✍ Comutatoare stea-triunghi;
- ✍ Invertoare de sens;
- ✍ Autotransformatoare de pomire;
- ✍ Reostate de pornire si de excitatie;
- ✍ Controlere.

1.3 APARATE PENTRU INSTALATII INTERIOARE

- ✍ Intrerupatoare;
- ✍ Comutatoare;
- ✍ Prize si fise.

2. APARATE PENTRU COMANDA AUTOMATA

2.1 COMANDATE DE LA DISTANTA

- ✎ Cocontactoare;
- ✎ Ruptoare

2.2 COMANDATE DE RELEE DE PROTECTIE

- ✎ Cocontactoare cu relee;
- ✎ Intreruptoare automate.

3. APARATE DE PROTECTIE

3.1 IMPOTRIVA SUPRACURENTILOR

- ✎ Relee termice (electrotermice);
- ✎ Sigurante fuzibile;
- ✎ Declansatoare electromagnetice de curent;




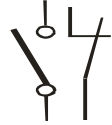


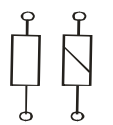

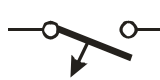
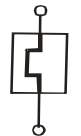
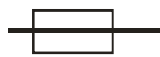

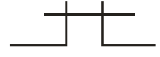
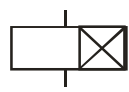


3.2 IMPOTRIVA SCADERII SAU CRESTERII TENSIUNII

- ✎ Declansatoare electromagnetice de tensiune;
- ✎ Relee de tensiune minima;

4. APARATAJ AUXILIAR PENRU ACTIONARI SI AUTOMATIZARI

- ✎ Butoane de comanda;
- ✎ Chei de comanda;
- ✎ Limitatoare de cursa;
- ✎ Microintreruptoare;
- ✎ Intreruptoare trestie (relee REED);

SIMBOLURI ȘI SEMNE CONVENȚIONALE UTILIZATE ÎN SCHEME PENTRU APARATE ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

Simbol	Denumire	Notății	Simbol	Denumire	Notății
	Întreruptor joasă tensiune (normal)	a		Contact normal deschis (CND)	c,d
	Întreruptor joasă tensiune (automat)	a		Contact normal închis (CNI)	c, d
	Separator	a		Contact normal închis releu termic	e
	Contactor electromagnetic (bobina)	c		Contact normal închis cu temporizare la închidere	dt
idem	Releu electromagnetic (bobina)	d		Contact normal închis cu temporizare la deschidere	dt
	Releu termic	e		Siguranță fuzibilă	e
	Releu de timp cu temporizare la închidere	dt		Siguranță tip M.P.R.	e
	Releu de timp cu temporizare la deschidere	h		Buton de comandă (CND)	bp
				Buton de comandă (CNI)	bo

GLOSAR DE TERMENI

Următoarea listă de termeni vă va fi folositoare la înțelegerea și absolvirea competențelor vizate.

În cazul în care găsiți și alți termeni care nu au fost incluși, adăugați-i la sfârșitul acestei liste.

• **Bimetal** – piesă compusă din două benzi metalice diferite, cu coeficienți de dilatare foarte diferiți, sudate între ele pe toată lungimea;

• **Cale de curent** – “traseu” format din elemente conductoare pentru realizarea unui circuit de curent;

• **Camă** – proeminență pe suprafața unui obiect cilindric care asigură o deplasare rectilinie altui obiect cu care este angrenată;

• **Comutator** – dispozitiv pentru schimbarea unui sistem de conexiuni electrice cu altul;

• **Contact electric** – piesă conductoare care servește la închiderea sau deschiderea unui circuit electric;

• **Contact** – “întreruptor” care închide un circuit electric sub acțiunea unei comenzi de la distanță, menținându-l închis atât timp cât se exercită comanda;

• **Controler** – comutator cu acțiuni multiple realizând o succesiune de modificări ale rezistențelor de pornire sau de reglaj;

• **Declanșator** – dispozitiv care face parte dintr-un întreruptor automat și care la variația unei mărimi fizice provoacă declanșarea acestuia;

• **Electromagnet** – magnet temporar obținut prin înfășurarea unui fir conductor electric în jurul unui miez din fier moale;

• **Fișă** – (de curent) – piesă de legătură între o conductă electrică izolată, mobilă și flexibilă, și rețeaua electrică (prin intermediul unei prize de curent);

• **Fuzibil** – fir conductor, component al siguranței fuzibile cu rol de a se topi când curentul ce îl străbate depășește anumite valori;

• **Limitator de cursă** – dispozitiv care împiedică un organ mobil al unei mașini, în mișcare de translație sau de rotație, să depășească anumite poziții;

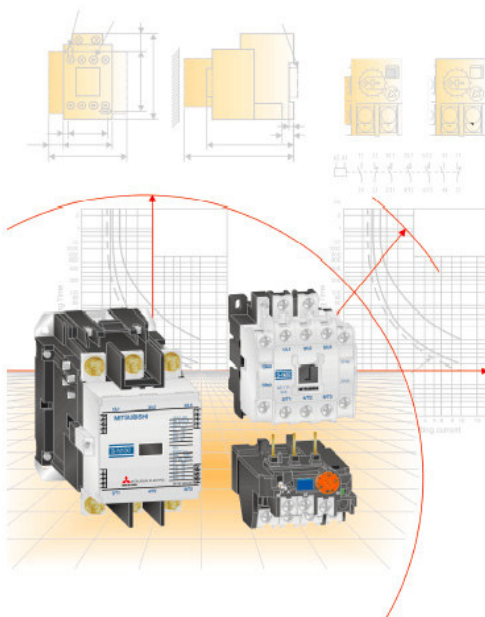
• **Releu** – dispozitiv, aparat acționat când variază mărimile caracteristice controlate (temperatura, tensiunea, curentul, ...) ale unui sistem tehnic și care comandă modificări într-un alt sistem tehnic (deschiderea, închiderea unui circuit, ...);

• **Reostat** – aparat alcătuit, în principal, dintr-o rezistență electrică reglabilă continuu sau în trepte;

• **Ruptor** – “întreruptor” care deschide un circuit sub acțiunea unei comenzi de la distanță, menținându-l deschis atât timp cât se exercită comanda;

ACTIVITĂȚI PENTRU ELEVI

ACTIVITĂȚI PENTRU ELEVI



FIȘA DE DESCRIERE A ACTIVITĂȚII

Tabelul următor detaliază exercițiile incluse în unitatea de competență.

Numele elevului: Clasa:

Data începerii unității de competență

Data promovării unității de competență

U.C. 45.9: UTILIZAREA MAȘINILOR ȘI A APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE				
<i>Competența</i>	<i>Exercițiul</i>	<i>Întrebarea</i>	<i>Subiect</i>	<i>Rezolvat</i>
73.8.1.	1;2 FEV-1	2.1	Clasificarea aparatelor electrice după criteriile date.	
	2; FEV-1	2.2	Precizarea subsansamblurilor constructive ale categoriilor de aparate electrice de joasă tensiune indicate.	
	2;3 FEV-1 10(cubul)	2.3; 3.1; 3.2; 3.3	Recunoașterea subsansamblurilor constructive în scheme structurale și în aparatele electrice de joasă tensiune indicate.	
73.8.2.	4	4.1	Precizarea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.	
	4; 5	4.2; 4.3; 5.1; 5.2; 5.3	Definirea mărimilor nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.	
	6; 7; 10(cubul)		Decodificarea simbolurilor referitoare la mărimile nominale ale aparatelor electrice de joasă tensiune.	
73.8.3.	8 L1	A; B	Montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit.	
	9 L1		Executarea manevrelor de conectare și de deconectare a aparatelor electrice de joasă tensiune.	
	L1 10(cubul)		Urmărirea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit.	

.....
UNITATE PROMOVATĂ CU SUCCES

.....
SEMNĂTURA CANDIDATULUI
DATA

.....
SEMNĂTURA EVALUATORULUI
DATA.....

ACTIVITATEA 1

FL 1

FIȘA DE LUCRU

În instalațiile electrice sunt folosite numeroase tipuri de aparate electrice de joasă tensiune, cu acționare manuală sau automată, cu rol de comutație, de comandă, de semnalizare sau de protecție.

- Pentru rezolvarea următoarelor exerciții, puteți apela la: foliile transparente FT2, FT3, FT4, manuale, cataloage de produse, pliante, prospecte, site-uri de specialitate: www.elth.ucv.ro

www.ccir.ro

www.acero.ro

www.universulenergiei.educația.ro



CUVINTE CHEIE: intreruptoare parghie, comutatoare cu came, comutatoare stea-triunghi, controlere, comutatoare pachet, intreruptor de sacina, fisa, cupla, ruptor

EXERCITIUL 1

În careul de mai jos sunt "ascunse" denumirile a șase aparate electrice de joasă tensiune.

Cine le găsește primul?

C	O	N	T	I	N	U	I	T	A	U
L	U	M	I	N	O	S	A	C	U	M
A	C	O	N	T	A	C	T	O	R	B
D	U	R	E	R	E	G	A	M	A	R
P	R	E	L	E	U	S	P	U	M	A
S	O	I	U	R	I	N	E	T	I	P
U	R	M	A	U	R	E	T	A	C	A
C	A	S	E	P	A	R	E	T	O	R
C	U	T	A	T	I	V	C	O	R	T
E	N	B	R	O	N	I	H	R	A	I
S	I	G	U	R	A	N	T	A	M	E

EXERCITIUL 2

2.1. Asociați următoarele aparate electrice categoriei din care fac ele parte:

- Aparate electrice

1. Contactoare electromagnetice;
2. Comutatoare cu came;
3. Întreruptoare automate;
4. Siguranțe fuzibile;
5. Separatoare;
6. Relee și declanșatoare electromagnetice;
7. Butoane de comandă;
8. Lămpi și casete de semnalizare;
9. Întreruptoare cu pârghie;
10. Fișe și prize.

- Categorii de aparate

- A. Aparat de conectare;
- B. Aparat de protecție;
- C. Aparat de comandă automată;
- D. Aparat pentru instalații electrice interioare;
- E. Aparat auxiliar pentru acționari industriale și automatizări.

2.2. În funcție de numărul de poli, aparatele se împart în :

- a)
- b)
- c)
- d)

2.3. Precizați funcția pe care o au în circuit următoarele aparate :

- a) Comutatoare cu came
- b) Comutatoare stea-triunghi
- c) Prize și fișe

ACTIVITATEA 2

FL 2

FIȘA DE LUCRU

În funcție de rolul îndeplinit în instalația electrică, aparatele includ în construcția lor:

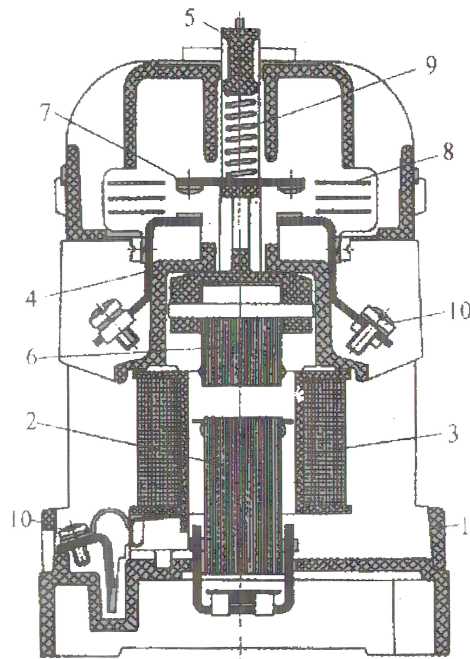
- căi de curent;
 - circuite magnetice;
 - mecanisme de acționare și de blocare;
 - dispozitive de stingere a arcului electric;
 - sistem de izolație;
 - sistem de fixare și de protecție.
- Pentru rezolvarea următoarelor exerciții puteți apela la: foliile transparente FT2, FT3, FT4, manuale, cataloage de produse, pliante, prospecte, site-uri de specialitate: www.elth.ucv.ro
www.ccir.ro
www.acero.ro
www.universulenergiei.educatia.ro



CUVINTE CHEIE: contacte amovibile, camere de stingere, arc electric, bimetal, miez magnetic, electromagnet, spira în scurtcircuit

EXERCITIUL 3

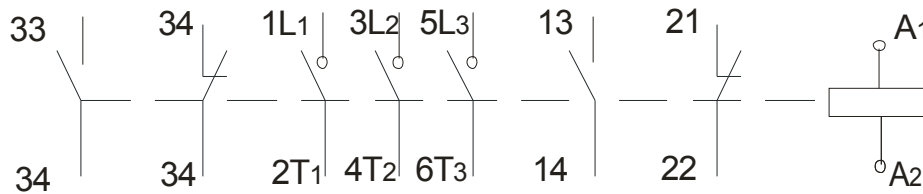
3.1. Imaginea de mai jos reprezintă un contactor electromagnetic cu mișcare de translație. Identificați și precizați elementele care alcătuiesc calea de curent a aparatului.



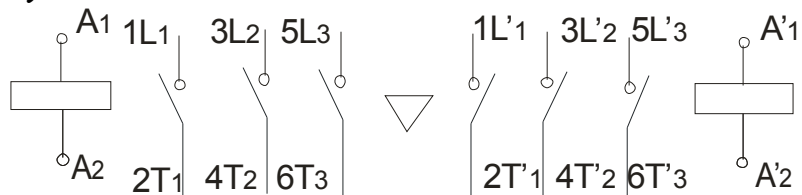
3.2. Folosind desenul de la punctul 1, explicați pe scurt funcționarea aparatului reprezentat.

3.3. Comentați ce reprezintă următoarele scheme electrice:

a).



b).



ACTIVITATEA 3

FEv 1

FIȘA DE EVALUARE

1. Închiderea și deschiderea circuitelor în cazul întreruptoarelor cu came se realizează cu ajutorul:

- a) unor contacte de presiune punctiforme;
- b) unor contacte cu frecare, de tip furcă;
- c) unor contacte cu frecare, de tip lala.

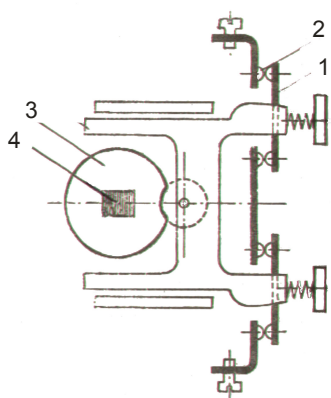
15 puncte

2. În coloana A sunt date denumirile unor elemente componente ale aparatelor electrice, iar în coloana B, diverse aparate electrice. Asociați literele cu cifrele.

A	B
a) Mecanism cu genunchi; b) Sistem de sacadare; c) Contacte tip furcă-cuțit; d) Electromagnet; e) Bimetal.	1) Separator; 2) Contactor; 3) Întreruptor automat; 4) Releu termic; 5) Întreruptor cu came.

15 puncte

3. În desenul de mai jos este reprezentată schema unui întreruptor cu came. Identificați elementele și explicați, pe scurt, funcționarea aparatului.

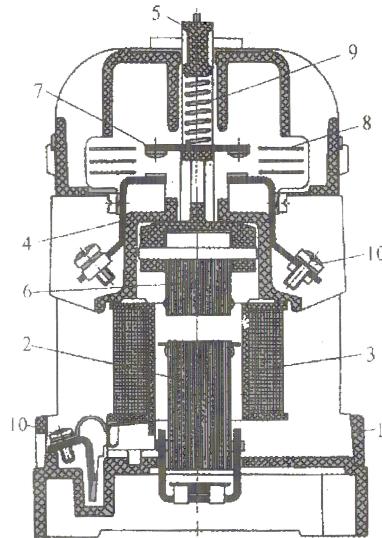


20 puncte

Montarea și utilizarea aparatelor electrice de joasă tensiune.

4. Recunoașteți în reprezentarea de mai jos elementele care compun mecanismul de acționare și sistemul de comandă. Precizați denumirea aparatului reprezentat în figură.

30 puncte



Notă: Se acordă 10 puncte din oficiu

ACTIVITATEA 4

FL 3

MARIMILE NOMINALE ALE APARATELOR ELECTRICE DE JOASA TENSIUNE

1. TENSIUNI NOMINALE

1.1 Tensiunea nominala de izolare

Tensiunea pentru care a fost dimensionat aparatul

1.2 Tensiunea nominala de utilizare

Tensiunea la care a fost folosit aparatul

1.3 Tensiunea nominala de comanda

Tensiunea Inecesara dispozitivului de comanda

2. CURENTI NOMINALI

2.1 Curentul nominal termic

Curentul suportat de aparat timp de 8 h fara ca incalzirea partilor componente sa depaseasca limitele admise.

2.2 Curentul nominal de utilizare

Curentul stabilit de constructor in functie de tensiunea de utilizare, de mediu, etc.

3. CURENT LIMITA TERMIC

Valoarea curentului pe care aparatul il poate suporta un timp scurt (1s), fara ca temperatura pieselor strabatute sa depaseasca o anumita valoare.

4. PUTERE NOMINALA

Puterea absorbita de aparat cand functioneaza la tensiunea si curentul nominal.

5. CAPACITATE DE COMUTATIE

5.1 Curentul de rupere

Cel mai mare curent pe care aparatul este capabil sa il intrerupa sub o tensiune data.

5.2 Curentul de inchidere

Cel mai mare curent pe care aparatul il poate stabili sub o tensiune data.

6. FRECVENTA DE CONECTARE

$f_c = 3600/t_c$, unde t_c = durata unui ciclu.

7. DURATA RELATIVA DE CONECTARE

$DA = t_a/t_c \times 100$ [%], unde t_a = timp de lucru, iar t_c = durata unui ciclu.

Pentru rezolvarea sarcinilor propuse apălați la foia FT1, informațiile oferite în foia de lucru FL3, manuale, cataloage, pliante, prospecte, site-uri.



CUVINTE CHEIE: curent de rupere, capacitate de rupere, curent limita dinamic, limita termic, tensiune de izolare, de comanda.

EXERCITIUL 4

4.1. Precizați care dintre următoarele mărimi reprezintă mărimi nominale caracteristice oricărui tip de aparat electric de joasă tensiune:

- a) tensiuni nominale;
- b) frecvența nominală;
- c) curenți nominali;
- d) putere de rupere.

4.2. Dintre tensiunile nominale ale aparatelor electrice, cea mai mare valoare o are:

- a) tensiunea de comandă;
- b) tensiunea nominală de utilizare;
- c) tensiunea nominală de izolare.

4.3. Tensiunea nominală de utilizare și curentul nominal de utilizare determină

.....

EXERCITIUL 5

5.1. Cel mai mare curent pe care un aparat de comutație îl poate stabili sub o tensiune dată reprezintă

5.2. Durata relativă de conectare exprimă, procentual, raportul dintre

.....

5.3. Deosebirea dintre definirea noțiunilor de curent limită termic și curentul nominal termic constă în:

- a) valoarea curentului;
- b) timpul în care curentul străbate calea de curent;
- c) nu există nici o deosebire.

EXERCITIUL 6

Pe baza mărimilor studiate, identificați mărimile înscrise pe următoarea etichetă de aparat:

DRG 10 COD 3240	I_r [A]	<p>P_{max}/380V - AC3 - 4kW</p> <p>10A - 660V</p>
U_c [V]		
24○	0,4 ○	EA
48○	0,55○	
110○	0,75○	
220●	1 ○	
380○	1,3 ○	
500○	1,8 ○	
50 Hz●	2,4 ○	
60 Hz○	3,3 ○	
15con/h	4,5 ○	
40%, 100%	6 ○	
	8 ○	
	10 ●	
	11 ○	

EXERCITIUL 7

Folosind cataloage de produse, pliante, prospecte, recunoașteți mărimile precizate în caracteristicile tehnice ale aparatelor electrice, procedând ca în exemplul următor.



Comutator cu came: tip GN 12

- tensiune nominală de izolare690 V.
- valoare maximă tensiune nominală de lucru 490 V.
- curent termic nominal12 A.
- curent nominal de scurtă durată (la 60s).....30 A.
- cicluri de comutare3 mil

ACTIVITATEA 5

FEv 2

FIȘĂ DE EVALUARE

1. Aparatele electrice se proiectează și se construiesc:

- a) numai pentru anumite valori standardizate de tensiune, curent, putere de rupere etc.
- b) pentru orice valori cerute de utilizatori;
- c) numai pentru anumite tensiuni, celelalte mărimi nominale nefiind reprezentative.

15 puncte

2. Dintre notațiile de mai jos, alegeți simbolurile pentru siguranțe fuzibile, precizând semnificația literelor și cifrelor folosite:

AMRO – 25 A; LF 25/25A; USOL – 100A; MPR – 160A; TCA – 10A; LS 20/25A; TSA – 32A.

20 puncte

3. Capacitatea de rupere nominală sau curentul de rupere al unui aparat reprezintă

15 puncte

3. Determinați frecvența de conectare a unui aparat la care durata relativă de conectare este de 60% și timpul de întrerupere de 1,2s.

20 puncte

4. Comentați următoarele înscrisuri de pe capacul unui întrerupător automat de joasă tensiune, de tip AMRO:

20 puncte

500V – 16A		50÷60 Hz
1,5 kA		500V
fc = 30c/h	IP00	STAS 44.80 - 77
<p style="text-align: center;">I_r [A]</p> <p>0.4○ 3.3○</p> <p>0.55○ 4.5○</p> <p>0,75○ 6○</p> <p>1○ 8○</p> <p>1.3○ 10○</p> <p>1.8○ 11○</p> <p>2.4○ 16●</p>		<p style="text-align: center;">CODE</p> <p>4635○</p> <p>4636●</p> <p>4637○</p>

Notă: se acordă 10 puncte din oficiu

ACTIVITATEA 6

FL 4

FIȘĂ DE LUCRU

Utilizând simbolurile și semnele convenționale ale aparatelor electrice, precizați ce reprezintă următoarea schemă electrică și care sunt elementele componente:

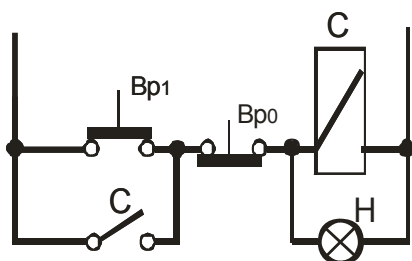


CUVINTE CHEIE: automenținere, protecție la suprasarcină, interblocare, c.n.d., c.n.i., temporizare, semnalizare pozitivă, semnalizare avarie.

EXERCITIUL 8

A.

- Denumirea schemei:
- Elemente componente:



b_p -
b_o -
C -
C₁ -
h -

B. Se dau următoarele aparate: două contactoare electromagnetice, un releu termic, trei butoane de comandă (două butoane cu C.N.D. și un buton cu C.N.I.). Folosind aceste elemente construiți o schemă de comandă cu intercondiționare (de tip comandă inversării sensului de rotație la un motor asincron trifazat).

NOTĂ:

Elevii vor explica necesitatea introducerii interblocărilor, modul de realizare a acestora și vor preciza schemele de comandă care impun folosirea acestor condiții.

ACTIVITATEA 7

FL 5

FIȘĂ DE LUCRU

Cuplele sunt celule des întâlnite în instalațiile energetice; ele au rolul de a realiza transferul de energie electrică între secții de bare, între sisteme de bare colectoare sau de a ocoli căi de alimentare.

Oricare ar fi rolul în instalație, cuplele au o "formulă" general valabilă: **S - I - S**, respectiv: **separator - întreruptor - separator**. Manevrarea acestor aparate este pusă sub o interdicție specială: **SEPARATORUL NU SE MANEVREAZĂ SUB SARCINĂ!** (Separatorul nu are cameră de stingere a arcului electric.)

EXERCITIUL 9

Ținând seama de aceste afirmații și condiții, precizați ordinea de manevrare a echipamentelor cuplei de mai jos la închiderea și deschiderea circuitului între cele două secții de bare.

LA ÎNCHIDERE	LA DESCHIDERE
ETAPA I: Se închide	ETAPA I: Se deschide
ETAPA II: Se închide	ETAPA II: Se deschide
ETAPA III: Se închide	ETAPA III: Se deschide

OBSERVAȚIE:

Acest exercițiu se poate realiza practic, acolo unde este posibil, pe un simulator de manevre sau pe un calculator (pe baza unui program special).

ACTIVITATEA 8

L 1

MONTAREA APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE ÎN CIRCUIT

LUCRARE DE LABORATOR

SCHEMA DE COMANDĂ CU INTERCONDIȚIONARE

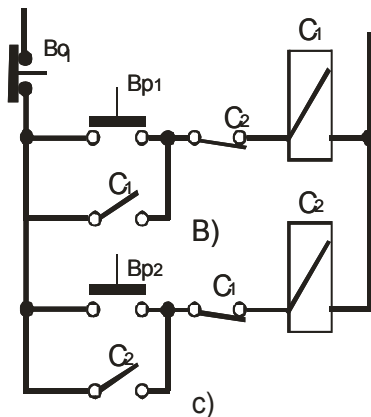
1. Scopul lucrării:

În urma studierii aparatelor electrice de joasă tensiune se va realiza un montaj pentru observarea funcționării aparatelor în instalație.

2. Obiective:

- Să identifice aparatele electrice necesare;
- Să realizeze legăturile la borne între aparate;
- Să verifice funcționalitatea montajului;
- Să respecte N.P.M. specifice.

3. Schema electrică de montaj:



4. Aparatele necesare:

- C_1, C_2 - contactoare electromagnetice;
- e_1, e_2 - siguranțe fuzibile;
- bp_1, bp_2, b_0 - butoane de comandă;
- h_1, h_2 - lămpi de semnalizare.

5. Modul de lucru (se lucrează pe grupe de 3-4 elevi)

- Se identifică aparatele, bornele de legătură;

Montarea și utilizarea aparatelor electrice de joasă tensiune.

- Se verifică aparatele (starea și poziția contactelor, bobinele, bornele de legătură, lămpile de semnalizare);
- Se realizează legăturile între aparate conform schemei de montaj, folosind conductoare flexibile;
- După verificarea de către profesor a montajului se va pune sub tensiune și se urmărește funcționarea acestora.

6. Concluzii

NOTĂ:

- Fiecare elev din grupă va rezolva, pe rând toate sarcinile propuse.
- Se va urmări respectarea normelor specifice de protecția muncii.

EXERCITIUL 10

METODA CUBULUI

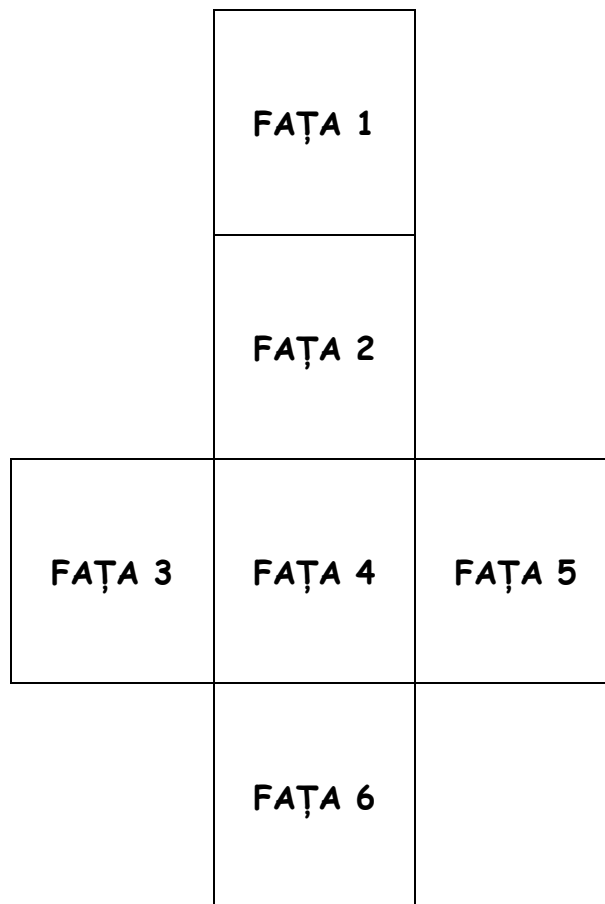
Activitatea poate fi una de recapitulare a cunoștințelor despre aparate electrice de joasă tensiune; propunem ca aparat de studiu contactorul electromagnetic cu mișcare de translație, aparat des întâlnit în schemele de comandă ale acționariilor electrice.

Metoda cubului presupune ca:

- același aparat să fie analizat de toate echipele pentru ca, în final, să se poată compara rezultatele;
- activitatea să se desfășoare sub forma unui concurs între echipele de lucru;
- profesorul să fie moderatorul și arbitrul activității.

Etapele metodei sunt următoarele:

- se formează grupuri de câte 6 elevi;
- se alege un lider care să controleze derularea activității grupului;
- se împart activitățile între membrii grupului: fiecare elev din grup primește o coală de hârtie de formă pătrată, care, în final, va constitui o "față" a cubului;
- pe foaia de hârtie primită va fi scrisă cerința de lucru a fiecarui elev și anume:
 - "fața" 1 - părțile componente ale contactorului;
 - "fața" 2 - principiul de funcționare al contactorului;
 - "fața" 3 - montarea contactorului într-o schemă simplă de comandă;
 - "fața" 4 - explicarea funcționării schemei de comandă;
 - "fața" 5 - defecțiuni care pot apărea la contactor;
 - "fața" 6 - remedierea defecțiunilor.
- lider-ul coordonează și verifică desfășurarea acțiunii;
- după rezolvarea sarcinii se construiește cubul;
- cubul desfășurat va arăta astfel:



- lucrarea, în forma finală, va fi afișată pe tablă, sub forma desfășurată a cubului, pentru discuții;

În final, completați următorul chestionar:

A. De ce este nevoie ca grupul să aibă un lider?

- Să facă toată munca;
- Să preia o parte din sarcini;
- Să-i ajute pe toți membrii grupului să-și îndeplinească sarcinile.

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

- Lider-ul nu are nevoie de cooperarea voastră.
- Lucrul în echipă presupune să-i ascultați pe ceilalți în aceeași măsură în care vorbiți.

FIȘA PENTRU ÎNREGISTRAREA PROGRESULUI ELEVULUI

Modulul (unitatea de competență)

Numele elevului

Numele profesorului

Competențe care trebuie dobândite	Data	Activități efectuate și comentarii	Data	Aplicare în cazul unității de competență	Evaluare		
					Bine	Satisfăcător	Reface
Comentarii			Priorități în dezvoltare				
Competențe care urmează a fi dobândite (pentru fișa următoare)			Resurse necesare				

- **Competențe care trebuie dobândite**
Pe baza evaluării inițiale, ar trebui să se poată identifica acele competențe pe care elevii trebuie să le dobândească la finele parcurgerii modulului. Această fișă de înregistrare este făcută pentru a evalua, în mod separat, evoluția legată de diferite competențe. Acest lucru înseamnă specificarea competențelor tehnice generale și competențe pentru abilități cheie, care trebuie dezvoltate și evaluate.
- **Activități efectuate și comentarii**
Aici ar trebui să se poată înregistra tipurile de activități efectuate de elev, materialele utilizate și orice alte comentarii suplimentare care ar putea fi relevante pentru planificare sau feed-back.
- **Aplicare în cazul unității de competență**
Aceasta ar trebui să permită profesorului să evalueze în măsura în care elevul și-a însușit competențele tehnice generale, tehnice specializate și competențele pentru activități cheie, raportate la cerințele pentru întreaga clasă. Profesorul poate indica gradul de îndeplinire a cerințelor prin bifarea uneia din următoarele trei coloane.
- **Priorități pentru dezvoltare**
Partea inferioară a fișei este concepută pentru a privi înainte și a identifica activitățile pe care elevul trebuie să le efectueze în perioada următoare ca parte a viitoarelor module. Aceste informații ar trebui să permită profesorilor implicați să pregătească elevul pentru ceea ce va urma.
- **Competențele care urmează să fie dobândite**
În această căsuță, profesorii trebuie să înscrie competențele care urmează a fi dobândite. Acest lucru poate implica continuarea lucrului pentru aceleași competențe sau identificarea altora care trebuie avute în vedere.
- **Resurse necesare**
Aici se pot înscrie orice fel de resurse speciale solicitate: manuale tehnice, rețete, seturi de instrucțiuni și orice fel de fișe de lucru care ar putea reprezenta o sursă de informare suplimentară pentru un elev care nu a dobândit competențele cerute.

Notă: acest format de fișă este un instrument detaliat de înregistrare a progresului elevilor. Pentru fiecare elev se pot realiza mai multe astfel de fișe pe durata derulării modulului, aceasta permițând evaluarea precisă a evoluției elevului, în același timp furnizând informații relevante pentru analiză.

SOLUȚII ȘI SUGESTII METODOLOGICE

- **COMPETENȚA 78.8.1.** – IDENTIFICĂ SUBANSAMBLURILE CONSTRUCTIVE ALE APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE
- În fișa de lucru FL1 sunt propuse exerciții care cer elevilor să clasifice aparatele electrice de joasă tensiune după criteriile date. La rezolvarea exercițiilor se folosesc informațiile din fișă, foliile transparente FT2, FT3, FT4, manuale, cataloage, pliante, prospecte cu aparate electrice și se pot apela site-urile:

www.elth.ucv.ro

www.ccir.ro

www.acero.ro

www.universulenergiei.educatia.ro

EXERCITIUL 1

În careul de mai jos sunt “ascunse” denumirile a șase aparate electrice de joasă tensiune.

Cine le găsește primul?

C	O	N	T	I	N	U	I	T	A	U
L	U	M	I	N	O	S	A	C	U	M
A	C	O	N	T	A	C	T	O	R	B
D	U	R	E	R	E	G	A	M	A	R
P	R	E	L	E	U	S	P	U	M	A
S	O	I	U	R	I	N	E	T	I	P
U	R	M	A	U	R	E	T	A	C	A
C	A	S	E	P	A	R	A	T	O	R
C	U	T	A	T	I	V	C	O	R	T
E	N	B	R	O	N	I	H	R	A	I
S	I	G	U	R	A	N	T	A	M	E

EXERCITIUL 2

- 2.1**
- | | |
|-----------|---------|
| 1 – c; | 6 – b; |
| 2 – a; | 7 – e; |
| 3 – c, b; | 8 – e; |
| 4 – b; | 9 – a; |
| 5 – a; | 10 – d. |

- 2.2**
- a) monopolare
 - b) bipolare
 - c) tripolare
 - d) tetrapolare

2.3

- Comutatoare cu came *realizează scheme electrice diferite.*
- Comutatoare stea triunghi *comandă pornirea și oprirea motoarelor electrice.*
- Prize și fișe *realizează legătura între rețea și receptorii mobili.*

Exercițiile propuse în fișa de lucru FL2 se referă la recunoașterea și precizarea subansamblurilor constructive ale aparatelor electrice, precum și la explicarea funcționării aparatelor electrice de joasă tensiune. Pentru rezolvarea sarcinilor se folosesc foliile FT2, FT3, FT4, informațiile oferite de către profesor, manuale, planșe, cataloage de aparate, diverse pliante sau prospecte, informații din site-uri de specialitate sau de pe CD-uri ale firmelor producătoare de aparate.

- (site-uri: www.elth.ucv.ro
www.ccir.ro
www.acero.ro
www.universulenergiei.educatia.ro)

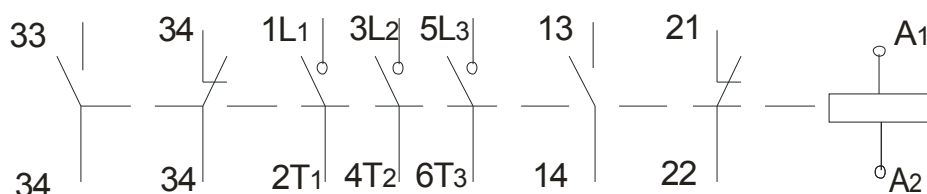
EXERCIȚIUL 3

3.1. Calea principală de curent este realizată de bornele de legătură (10), contactele fixe (4) și contactele mobile (7).

4.2. Alimentând bobina contactorului cu tensiunea de comandă electromagnetul, prin închidere, atrage echipajul mobil al contactorului care va închide contactele normal deschise și va deschide contactele normal închise. Contactorul rămâne în această stare, cât timp bobina este excitată.

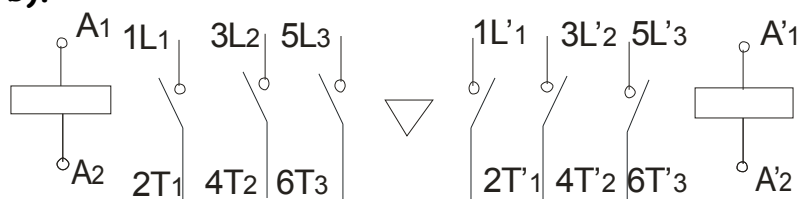
4.3. a) Schema electrică a unui contactor având patru contacte normal deschise și două contacte normal închise;
b) Schema electrică a două contactoare având contactele principale (de forță) interblocaute mecanic între cele două contactoare.

a).



Schema electrică a unui contactor în varianta 2ND=2NI.

b).



Schema electrică a două contactoare cu interblocaj mecanic.

Competența 73.8.1.

Identifică subsamblurile constructive ale aparatelor electrice de joasă tensiune

FEv 1

FIȘĂ DE EVALUARE (Barem de corectare)

1. Închiderea și deschiderea circuitelor în cazul întreruptoarelor cu came se realizează cu ajutorul:

a) unor contacte de presiune punctiforme;

15 puncte

2. În coloana A sunt date denumirile unor elemente componente ale aparatelor electrice, iar în coloana B, diverse aparate electrice. Asociați literele cu cifrele.

a - 3

b - 5

c - 1

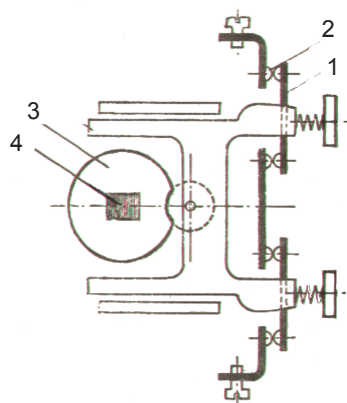
d - 2

e - 4

15 puncte

3. În desenul de mai jos este reprezentată schema unui întreruptor cu came. Identificați elementele și explicați, pe scurt, funcționarea aparatului.

30 puncte



1 - contact mobil

2 - contact fix cu borne de legătură

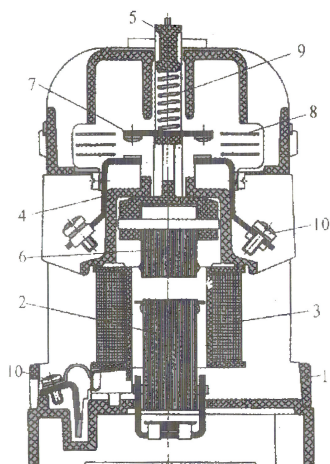
3 - camă

4 - ax

La rotirea axului (4) cu ajutorul unui buton- mâner, cama, se rotește ocupând diferite poziții și transmite, prin intermediul unor piese izolatoare, o mișcare de translație brațului purtător de contacte mobile, care la rândul său închide sau deschide un circuit.

4. **Recunoașteți în reprezentarea de mai jos elementele care compun mecanismul de acționare și sistemul de comandă. Precizați denumirea aparatului reprezentat în figură.**

30 puncte



În figură este reprezentat un contactor electromagnetic cu mișcare de translație.

- Sistemul de comandă: bobina cu bornele (10), miezul fix (2) și miezul mobil (6) al electromagnetului
- Mecanismul de acționare: sistemul mobil (5), resortul (9) și puntea contactelor mobile (7).

Notă: Se acordă 10 puncte din oficiu.

Competența 73.8.2.

Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune

EXERCIȚIUL 4

4.1. **Precizați care dintre următoarele mărimi reprezintă mărimi nominale caracteristice oricărui tip de aparat electric de joasă tensiune:**

- a) tensiuni nominale;
- c) curenți nominali.

4.2. **Dintre tensiunile nominale ale aparatelor electrice, cea mai mare valoare o are:**

- c) tensiunea nominală de izolare.

4.3. **Tensiunea nominală de utilizare și curentul nominal de utilizare determină puterea nominală a aparatului.**

EXERCIȚIUL 5

5.1. **Cel mai mare curent pe care un aparat de comutație îl poate stabili sub o tensiune dată reprezintă curentul de rupere.**

Montarea și utilizarea aparatelor electrice de joasă tensiune.

5.2. Durata relativă de conectare exprimă, procentual, raportul dintre *timpul de lucru (funcționare) al aparatului și durata unui ciclu de funcționare (timpul de lucru plus timpul de întrerupere).*

5.3. Deosebirea dintre definiția noțiunilor de curent limită termic și curentul nominal termic constă în:

- a) valoarea curentului;*
- b) timpul în care curentul străbate calea de curent;*

EXERCIȚIUL 6

Pe baza mărimilor studiate, identificați mărimile înscrise pe următoarea etichetă de aparat:

DRG10 – tipul contactorului (contactor cu rele)

$U_c = 220V$ – tensiunea de comandă

$f = 50Hz$ – frecvența nominală

$I_r = 10A$ – curentul de reglaj al releului termic

frecvența de comutare = 15 conectări / h

$P_{max} = 4W$ – puterea maximă a motorului ce poate fi comandat de către contactor

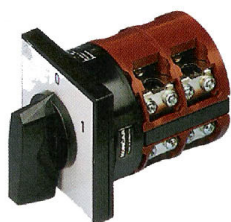
$I_n = 10A$ – curentul nominal

$U_{iz} = 660V$ – tensiunea de izolare

EA = Electroaparataj – fabrica constructoare

EXERCIȚIUL 7

Folosind cataloage de produse, pliante, prospecte, recunoașteți mărimile precizate în caracteristicile tehnice ale aparatelor electrice, procedând ca în exemplul următor.



Comutator cu came: tip GN 12

- tensiunea nominală de izolare690 V.
- valoarea maximă a tensiunii nominale de lucru..... 490 V.
- curent termic nominal12 A.
- curent nominal de scurtă durată (la 60s).....30 A.
- cicluri de comutare3 milioane

Se va alege din pliante, prospecte, cataloage un aparat electric pentru care se vor recunoaște și explica caracteristicile tehnice.

Competența 73.8.2.

Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune

FEv 2

FIȘĂ DE EVALUARE (Barem de corectare)

1. Aparatele electrice se proiectează și se construiesc:

a) numai pentru anumite valori standardizate de tensiune, curent, putere de rupere etc.

15 puncte

2. Dintre notațiile de mai jos, alegeți simbolurile pentru siguranțe fuzibile, precizând semnificația literelor și cifrelor folosite:

AMRO – 25 A; LF 25/25A; USOL – 100A; MPR – 160A; TCA – 10A; LS 20/25A; TSA – 32A.

20 puncte

LF25 / 25A – siguranță fuzibilă, legături față, element fuzibil de 25A, soclu de 25A;

MPR – 160A – siguranța cu mare putere de rupere, cu element fuzibil de 160A.

LS20 / 25A – siguranță fuzibilă, legături spate, element fuzibil de 20A și soclu de 25A.

3. Capacitatea de rupere nominală sau curentul de rupere al unui aparat reprezintă *capacitatea de comutație a unui aparat.*

15 puncte

5. Determinați frecvența de conectare a unui aparat la care durata relativă de conectare este de 60% și timpul de întrerupere de 1,2s.

$$\Delta A = 60\%$$

$$t_p = 1,2s$$

$$f_c = ?$$

$$\Delta A = t_a / t_c \cdot 100[\%]$$

$$f_c = 3600 / t_c ; t_c = t_a + t_p$$

$$60 / 100 = t_a / t_a + t_p$$

$$60 t_a + 60 \cdot 1,2 = 100 t_a$$

$$40 t_a = 72$$

$$t_a = 1,8s$$

$$f_c = 1,8s + 1,2 = 3s$$

$$f_c = 3600 / 3 = 1200 \text{ con/h}$$

20 puncte

6. Comentați următoarele înscrisuri de pe capacul unui întrerupător automat de joasă tensiune, de tip AMRO:

20 puncte

500V – 16A		50÷60 Hz
1,5 kA		500V
fc = 30 c/h	IP00	STAS 44.80 - 77
<p style="text-align: center;">Ir [A]</p> <p>0.4○ 3.3○</p> <p>0.55○ 4.5○</p> <p>0,75○ 6○</p> <p>1○ 8○</p> <p>1.3○ 10○</p> <p>1.8○ 11○</p> <p>2.4○ 16●</p>		<p style="text-align: center;">CODE</p> <p>4635○</p> <p>4636●</p> <p>4637○</p>

- *Tensiunea nominală de utilizare – 500V*
- *Curentul nominal de utilizare – 16A*
- *Frecvența nominală – 50-60 Hz*
- *Tensiunea nominală de izolare – 500V*
- *Curentul de rupere – 1,5KA*
- *Frecvența de conectare 30 c/h*
- *Grad de protecție – IP00*
- *Curentul de reglaj al declanșatorului de curent – 16A*
- *Codul aparatului – 4636*
- *Standardul de fabricație – STAS 44.80-77.*

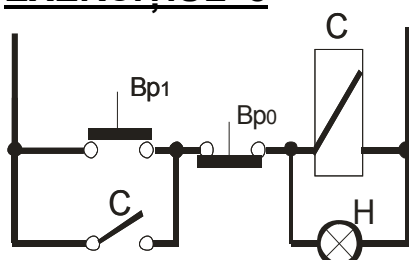
Notă: se acordă 10 puncte din oficiu.

Competența 73.8.2.

Specifică parametrii tehnici ai aparatelor electrice de joasă tensiune

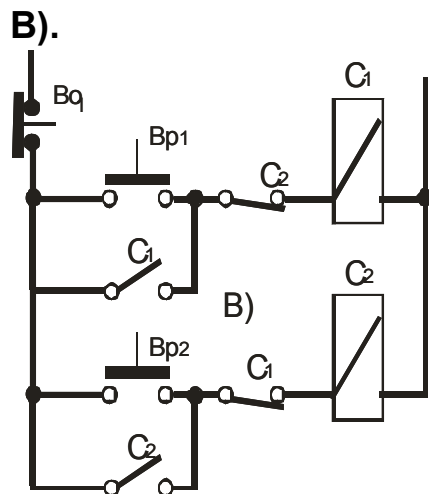
În fișele de lucru FL4, FL5 sunt cuprinse exerciții ce vizează montarea aparatelor electrice de joasă tensiune în circuit și urmărirea funcționării acestora în circuit. În afara acestor fișe propunem și lucrarea de laborator L1 în care elevii vor realiza practic montaje cu aparate electrice și vor analiza funcționarea aparatelor. Pentru realizarea de manevre cu aparate electrice s-a propus exercițiul 9 în care să se execute manevre pe o cuplă, atât la închidere cât și la deschidere; pentru o mai bună înțelegere a fenomenelor este de preferat ca manevrele să se realizeze pe un simulator sau pe calculator.

EXERCITIUL 8

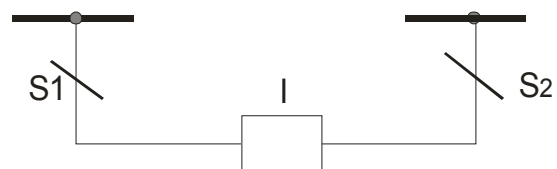


- Bp – buton pornire*
- Bo – buton oprire*
- C – bobina contactor*
- C1 – contact automenținere*
- H – lampă semnalizare*

Schema de comandă a unui contactor cu semnalizarea funcționării



EXERCITIUL 9



LA ÎNCHIDERE	LA DESCHIDERE
ETAPA I: Se închide <i>separatorul S1</i>	ETAPA I: Se deschide <i>întreruptorul I</i>
ETAPA II: Se închide <i>separatorul S2</i>	ETAPA II: Se deschide <i>separatorul S1</i>
ETAPA III: Se închide <i>întreruptorul I</i>	ETAPA III: Se deschide <i>separatorul S2</i>

BIBLIOGRAFIE

1. **Hortopan Gh. și colectiv** – Aparate electrice, Editura Didactică și Pedagogică, 1972;
2. **Popa A.** – Aparate electrice de joasă și înaltă tensiune – manual pentru licee cu profil de electrotehnică, școli de maiștri și de specializare postliceală, Editura Didactică și Pedagogică, 1977;
3. **Cănescu T., Huhulescu M., Dordea R.** – Aparate electrice de joasă tensiune, îndreptar, Editura Tehnică, 1977;
4. **Simulescu D., Huhulescu M., Casin V., Călin I.** - Aparate electrice de joasă tensiune, montare, întreținere, exploatare, Editura Tehnică, 1971;
5. **Fransua Al., Cănescu S.** – Electrotehnică și electronică, manual pentru licee de specialitate, Editura Didactică și Pedagogică, 1972;
6. **Mihoc D., Simulescu D., Popa A.** – Aparate electrice și automatizări, Editura Didactică și Pedagogică, 1982;
7. **Ionescu I., Manole M., Manole C.** – Solicitări și măsurări tehnice, manual pentru clasa a X-a, Editura Economică, 2000;
8. **Mareș Fl., Zaharciuc V., Mihai G., Gogocea E.** – Solicitări și măsurări tehnice, sinteze și teste pentru examenul național de bacalaureat și olimpiadele interdisciplinare, Editura Scorpion, 2003;
9. **Mareș Fl., Bălășoiu T., Fetecău Gr., Enache S., Federenciuc D.** – Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată, manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, Editura Economică, 2002;
10. **Bichir N. și colectiv** – Mașini, aparate, acționări și automatizări, manual pentru clasa a XI-a și a XII-a licee industriale și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică 1993;
11. **Buzatu C. și colectiv** – Electrotehnică generală. Editura Didactică și Pedagogică 1963;
12. **Popa A. și Cosmin Gh.** – Aparate electrice, manual pentru licee industriale cu profil de electrotehnică, clasa a XI-a, Editura Didactică și Pedagogică, 1978;
13. *** – Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale, Editura Științifică și Enciclopedică, 1979;
14. *** – Dicționar Politehnic, Editura Tehnică, 1967;
15. *** – Cataloage de produse, pliante, prospecte, fișe tehnice.