

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
CENTRUL NAȚIONAL DE DEZVOLTARE A  
ÎNVĂȚĂMÂNTULUI PROFESIONAL ȘI TEHNIC

Anexa nr. 1 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018

# CURRICULUM

pentru

clasa a XI-a

CICLUL SUPERIOR AL LICEULUI - FILIERA TEHNOLOGICĂ

Calificarea profesională  
TEHNICIAN ÎN INSTALAȚII ELECTRICE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

2018

Acest curriculum a fost elaborat ca urmare a implementării proiectului “Curriculum Revizuit în Învățământul Profesional și Tehnic (CRIPT)”, ID 58832.

Proiectul a fost finanțat din FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013

Axa prioritară: 1 “Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”

Domeniul major de intervenție 1.1 “Accesul la educație și formare profesională inițială de calitate”



**GRUPUL DE LUCRU:**

<b>BĂLĂȘOIU TATIANA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul "Ștefan Odobleja" Craiova
<b>BĂLĂȘOIU DOINIȚA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul "Ștefan Odobleja" Craiova
<b>CIȘMAN AMELIA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic "Dimitrie Leonida" Iași
<b>DRUȚĂ NICULESCU IANA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic București
<b>GEORGESCU OTILIA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic de Poștă și Telecomunicații "Gheorghe Airinei" București
<b>GHEORGHIU TATIANA GENOVEVA</b>	prof.ing., grad didactic I, Liceul Tehnologic "Sfântul Pantelimon" București
<b>MARINESCU PATRIȚA</b>	prof.ing., grad didactic I, Liceul "Voievodul Mircea" Târgoviște
<b>PUNEI DANA ANIȘOARA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic de Electronică și Telecomunicații "Gheorghe Mârzescu" Iași
<b>RAFA MARIA ADRIANA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic "Edmond Nicolau" Cluj Napoca
<b>SĂCĂCIAN DORINA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic "Traian Vuia" Oradea
<b>STÂNCULEANU LUCICA</b>	prof. dr. ing., grad didactic I, Liceul Tehnologic "Dimitrie Filipescu" Buzău
<b>ȚUCANU DANIELA CORNELIA</b>	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic "Mircea Cristea" Brașov

**COORDONARE - CNDIPT:****ANGELA POPESCU – Inspector de specialitate / Expert curriculum****CARMEN RĂILEANU – Inspector de specialitate / Expert curriculum**

## NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea profesională TEHNICIAN ÎN INSTALAȚII ELECTRICE corespunzătoare profilului TEHNIC, domeniul de pregătire profesională ELECTRIC:

Curriculumul a fost elaborat pe baza standardului de pregătire profesională (SPP) aferent calificării sus menționate.

**Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 4**

**Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:**

Unitatea de rezultate ale învățării – tehnice generale și specializate (URÎ)	Denumire modul
URÎ 7. Utilizarea sistemelor de automatizare în procesele tehnologice	MODUL I. Sisteme de automatizare
URÎ 12. Asigurarea funcționalității instalațiilor electrice speciale	MODUL II. Instalații electrice speciale
URÎ 6. Montarea și întreținerea mașinilor electrice	MODUL IV. Mașini electrice



**PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT**  
**Clasa a XI-a**  
**Ciclul superior al liceului – filiera tehnologică**

**Calificarea: TEHNICIAN ÎN INSTALAȚII ELECTRICE**

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

**Cultură de specialitate și pregătire practică**

**Modul I. Sisteme de automatizare**

Total ore/an:		<b>132</b>
din care:	Laborator tehnologic	<b>66</b>
	Instruire practică	...

**Modul II. Instalații electrice speciale**

Total ore/an:		<b>165</b>
din care:	Laborator tehnologic	<b>66</b>
	Instruire practică	<b>33</b>

**Modul III. ....Curriculum în dezvoltare locală\***

Total ore/an:		<b>66</b>
din care:	Laborator tehnologic	-
	Instruire practică	-

**Total ore/an = 11 ore/săpt. x 33 săptămâni = 363 ore/an**

**Stagii de pregătire practică**

**Modul IV. Mașini electrice**

Total ore/an:		<b>150</b>
din care:	Laborator tehnologic	90
	Instruire practică	60

**Total ore /an = 5 săpt. x 5 zile x 6 ore /zi = 150 ore/an**

**TOTAL GENERAL: 513 ore/an**

**Notă:**

Pregătirea practică poate fi organizată atât în unitatea de învățământ cât și la operatorul economic/instituția publică parteneră

\* Denumirea și conținutul modulului/modulelor vor fi stabilite de către unitatea de învățământ în parteneriat cu operatorul economic/instituția publică parteneră, cu avizul inspectoratului școlar.





## MODUL I: SISTEME DE AUTOMATIZARE

### • Notă introductivă

Modulul „Sisteme de automatizare”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician în instalații electrice*, domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a XI-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică.

Modulul are alocat un număr de **132 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **66 ore/an** – laborator tehnologic

Modulul „Sisteme de automatizare” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini specifice, necesare practicării/ angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 4, *Tehnician în instalații electrice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior. Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician în instalații electrice*.

### • STRUCTURĂ MODUL

#### Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 7. UTILIZAREA SISTEMELOR DE AUTOMATIZARE ÎN PROCESELE TEHNOLOGICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
7.1.1	7.2.1 7.2.10 7.2.11	7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.7	<b>Sisteme de automatizare:</b> - domenii de aplicare - tipuri de procese: lente, rapide (exemple) - tipuri de automatizări: de stabilizare, cu program variabil, de urmărire, cu acțiune continuă, cu acțiune discretă
7.1.2	7.2.2 7.2.3 7.2.4 7.2.5 7.2.6 7.2.10 7.2.11 7.2.17 7.2.18	7.3.4 7.3.6 7.3.8	<b>Sistem de reglare automată (SRA):</b> - elemente componente: regulator automat, element de execuție, traductor (clasificare, rol funcțional, principii de funcționare); - mărimi care intervin în sistem: de intrare (de referință), de reacție, abaterea, de comandă, de execuție (de reglare), de ieșire, perturbații; - transmiterea fluxului informațional (legătura directă, legătura inversă); - monitorizarea variației mărimilor reglate automat (de ieșire electrice și neelectrice).
7.1.3 7.1.4	7.2.5 7.2.6 7.2.7	7.3.1 7.3.2 7.3.3	<b>Sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici</b> (schema bloc, elemente componente, mărimi fizice, principiul de funcționare, utilizare, norme SSM și



	7.2.8 7.2.9 7.2.10 7.2.11 7.2.17 7.2.18	7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.3.8 7.3.9	PSI): - reglarea temperaturii, - reglarea debitului, - reglarea vitezei/turației, - reglarea presiunii - reglarea nivelului fluidelor Monitorizarea mărimilor reglate automat. Soft educațional pentru simularea funcționării sistemelor de reglare automată a parametrilor tehnologici. Surse de informare și documentare pentru sisteme de reglare automată și componentele acestora.
7.1.5 7.1.6	7.2.7 7.2.8 7.2.9 7.2.10 7.2.11 7.2.12 7.2.13 7.2.14 7.2.15 7.2.16 7.2.17 7.2.18	7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.3.8 7.3.9	<b>Automate programabile:</b> - structură - elementele limbajului de programare - utilizare Soft educațional pentru automate programabile Surse de informare și documentare pentru automate programabile.

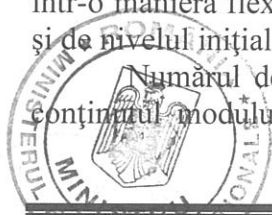
**LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):**

- ✓ **Componente ale sistemelor de reglare automată:** traductoare, reglatoare, amplificatoare, elemente de execuție.
- ✓ **Echiptament specific de laborator (stand de probe didactic)** pentru determinarea parametrilor caracteristici unor sisteme automatizate
- ✓ **Sisteme de reglare automată** a parametrilor unor procese tehnologice
- ✓ **Soft educațional**
- ✓ Documentație tehnică
- ✓ Trusa electricianului, multimetru
- ✓ Echipament individual de securitate în muncă
- ✓ Calculator, videoproiector
- ✓ Auxiliare curriculare, suport de curs, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutătoare, planșe didactice, reviste de specialitate, documentație tehnică (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) etc.

• **SUGESTII METODOLOGICE**

Conținuturile prevăzute pentru modulul **Sisteme de automatizare** trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modulului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale



colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul „**Sisteme de automatizare**” are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform recomandărilor precizate în unitatea de rezultate ale învățării, menționată mai sus.

Pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită în atingerea rezultatelor învățării/ competențelor de specialitate.

Pregătirea practică în laboratorul tehnologic se realizează respectând specificitatea activităților de învățare (prin efectuarea unor lucrări de laborator) pentru care profesorul va pregăti materiale de învățare – îndrumări de laborator. Structura materialelor de învățare proiectate pentru lucrările de laborator ar trebui să includă, după caz, referiri la următoarele aspecte:

- a. Tema abordată
- b. Noțiuni teoretice
- c. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării
- d. Breviar de calcul
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- f. Tabel de date experimentale/date calculate
- g. Concluzii și observații personale

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea standului de lucru, alegerea aparatelor necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc. Astfel, elevii beneficiază de mai multe oportunități pentru a proba atitudinile conexe modulului „**Sisteme de automatizare**” iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării, existente în școală sau la operatorul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele rezistive/capacitive/inductive de deplasare
2. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele piezoelectrice
3. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele generatoare de viteză (tahogeneratoare)
4. Studiul traductoarelor de viteză stroboscopice
5. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele de temperatură (termorezistențe)
6. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele termoelectrice (termocuple)
7. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele manometrice de presiune
8. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele piezorezistive de presiune
9. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele tensometrice rezistive (mărci tensometrice)
10. Studiul traductoarelor de nivel cu plutitor/cu imersor: analiză comparativă
11. Studiul traductoarelor de debit pentru locuințe (apometre)



12. Determinarea caracteristicii intrare-ieșire pentru traductoarele de mărimi electrice (de curent, de tensiune)
13. Determinarea experimentală a caracteristicii unui regulator automat P/I/D/PID
14. Simularea funcționării unui sistem de reglare automată a temperaturii prin modificarea legii de reglare
15. Simularea funcționării unui sistem de reglare automată a temperaturii și nivelului de lichid dintr-un rezervor, prin modificarea legii de reglare  
<http://www.perfnet.com/services.php#animationsimulation>
16. Simularea în mediul virtual a funcționării unui sistem de reglare automată a nivelului fluidelor prin modificarea legii de reglare; exemple (în mediul Simulink) la adresele:  
<http://www.atp.ruhr-uni-bochum.de/DynLAB/dynlabmodules/Examples/WhatIsControl/WaterLevel4.html>  
<http://www.atp.ruhr-uni-bochum.de/DynLAB/dynlabmodules/Examples/WhatIsControl/WaterLevel5.html>

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Acestea vizează următoarele aspecte:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinelui;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, stidii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea modului, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- Elaborarea de referate interdisciplinare;
- Activități de documentare;
- Vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD – uri);
- Problematizarea;
- Demonstrația;
- Investigația științifică;
- Învățarea prin descoperire;
- Activități practice;
- Studii de caz;
- Jocuri de rol;
- Simulări;
- Elaborarea de proiecte;
- Activități bazate pe comunicare și relaționare;
- Activități de lucru în grup/în echipă.



Tehnician în instalații electrice

Clasa a XI-a, domeniul de pregătire profesională: Electric

Se prezintă un material de învățare – îndrumar de laborator pentru o lucrare de laborator prin care sunt vizate următoarele rezultate ale învățării:

7.1.2. Sisteme de reglare automată (SRA): - elemente componente ale SRA: traductoare – rol funcțional, principiul de funcționare;

7.2.3. Identificarea rolului funcțional al traductoarelor, elementelor de execuție și reguletoarelor automate, în cadrul SRA.

7.2.4. Analizarea principiilor de funcționare ale diferitelor tipuri de traductoare.

7.2.6. Analizarea modului de transmitere a fluxului informațional pe legătura directă/inversă

7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unei sarcini de lucru

7.3.6. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate

7.3.7. Respectarea normelor SSM și PSI

7.3.8. Argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate

---

## LUCRARE DE LABORATOR

### 1. Tema abordată

Determinarea experimentală a caracteristicii  $U=f(T)$  pentru un termocuplu dat

### 2. Noțiuni teoretice

Termocuplul este un traductor activ, care furnizează o tensiune termoelectromotoare de valoare relativ redusă și proporțională cu temperatura.

Nu necesită sursă de alimentare exterioară.

Energia necesară funcționării este preluată din mediul a cărui temperatură se măsoară.

Principiul de funcționare a termocuplurilor se bazează pe efectul termoelectric direct (numit și **efectul Seebeck** (după numele fizicianului estonian Thomas Seebeck care a descoperit acest fenomen, în anul 1822)). Acesta constă în apariția unei tensiuni termoelectromotoare într-un circuit închis format din două conductoare de natură diferită (A și B), atunci când cele două joncțiuni (capetele de îmbinare) se află la temperaturi diferite.

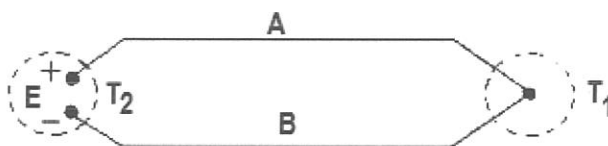


Fig. 1 Structura termocuplului

Tensiunea termoelectromotoare (t.t.e.m.) care apare, depinde de diferența de temperatură dintre cele două joncțiuni și se exprimă prin relația (1):

$$E = a \cdot (T_1 - T_2) + b \cdot (T_1 - T_2)^2 + c \cdot (T_1 - T_2)^3 + \dots \quad (1)$$

în care:

a, b, c, sunt constante de material

$T_1$  și  $T_2$  sunt temperaturile joncțiunilor ( $T_1 > T_2$ ).

Din această relație se observă că t.t.e.m. nu depinde de dimensiunile geometrice ale celor două conductoare ale termocuplului, ci doar de diferența dintre temperaturile celor două joncțiuni.

În general, din relația (1) se rețin doar primii doi termeni, rezultând o dependență  $U=f(T)$  neliniară.

Explicația fizică a acestui fenomen constă în faptul că prin creșterea temperaturii, crește mobilitatea purtătorilor de sarcină în mod diferit în cele două materiale. Acesta are drept efect migrarea purtătorilor de sarcină de la zone mai calde spre zone mai reci.

Fenomenul invers este **efectul Peltier**: dacă un termocuplu este parcurs de un curent de o anumită polaritate, are loc o cedare sau o absorbție de căldură la joncțiuni (unde electronul trece dintr-un material în altul).



Simbolizarea termocupurilor este prezentată în figura 2.

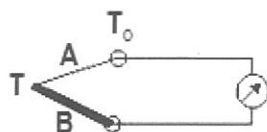


Fig. 2 Simbolizarea termocupurilor

Măsurarea tensiunii termoelectromotoare se poate efectua cu instrumente indicatoare, reglatoare sau înregistratoare, montate fie prin întreruperea unui termoelectrod (fig. 3a), fie în locul sudurii reci (fig. 3b), varianta a doua fiind mai rațională.

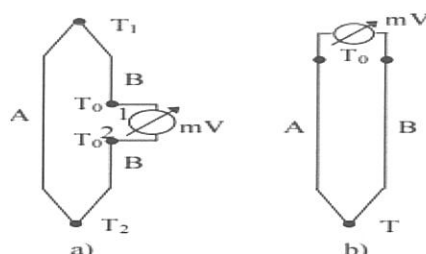


Fig. 3 Montarea instrumentului de măsurare:  
a) prin întreruperea unui termoelectrod: b) în locul sudurii reci

### 3. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării

Schema cu care se determină experimental dependența  $U=f(T)$  pentru termocuplul de studiat este reprezentată în figura 4.

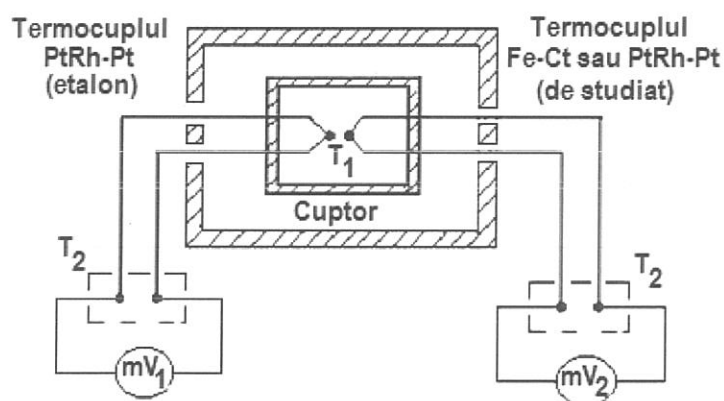


Fig. 4 Schema montajului de lucru

Aparatele necesare:

- un termocuplu etalon PtRh-Pt pentru determinarea temperaturii corespunzătoare sudurii calde  $T_1$
- un termocuplu Fe-Ct (sau PtRh-Pt) de studiat
- două milivoltmetre (analogice sau digitale)
- un cuptor electric alimentat de la o sursă reglabilă de tensiune

### 4. Tabel de variație tensiune-temperatură pentru termocuplul etalon

În tabelul 1 sunt indicate tensiunile termoelectromotoare furnizate de un termocuplu de tip PtRh/0% Pt pe un domeniu cuprins între  $0^{\circ}\text{C}$  și  $700^{\circ}\text{C}$ , atunci când joncțiunea de referință se află la temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ .

Tabelul 1.

°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
mV	0,055	0,113	0,173	0,235	0,299	0,365	0,432	0,502	0,573	0,645
°C	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
mV	0,719	0,795	0,872	0,950	1,029	1,109	1,190	1,273	1,356	1,440
°C	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
mV	1,525	1,611	1,698	1,785	1,873	1,962	2,051	2,141	2,232	2,323
°C	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
mV	2,414	2,506	2,599	2,692	2,786	2,880	2,974	3,069	3,164	3,260
°C	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
mV	3,356	3,452	3,549	3,645	3,743	3,840	3,938	4,036	4,135	4,234
°C	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600
mV	4,333	4,432	4,532	4,632	4,732	4,832	4,933	5,034	5,136	5,237
°C	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700
mV	5,339	5,442	5,544	5,648	5,751	5,855	5,960	6,064	6,169	6,274

### 5. Modul de lucru

a. Se introduce în cuptor, simultan, termocuplul etalon și termocuplul de studiat, astfel încât capetele lor să fie poziționate în același punct (să aibă aceeași temperatură).

b. Se alimentează cuptorul electric cu tensiune și se variază temperatura din incinta acestuia, din 10 în 10 grade, până la 100°C.

Temperatura  $T_1$  din cuptor se determină cu ajutorul tabelului 1, corespunzător tensiunii indicate de milivoltmetrul  $mV_1$ .

Temperatura  $T_2$  a joncțiunii reci se consideră egală cu temperatura camerei în care se desfășoară experimentul: această temperatură fiind diferită de 0°C, se impune corecția valorii citite la milivoltmetrul  $mV_2$ , prin adăugarea valorii t.t.e.m. corespunzătoare camerei de laborator (dacă, de exemplu, în laborator sunt 30°C, atunci, la valoarea indicată de  $mV_2$ , se vor adăuga 0,173 mV, adică t.t.e.m. corespunzătoare acestei temperaturi-conform tabelului 1).

Pentru fiecare treaptă de temperatură se citește indicația milivoltmetrului  $mV_2$ .

c. Se înregistrează valorile determinate experimental în tabelul 2.

d. Se reprezintă grafic, pe hârtie milimetrică, dependența  $E_{mV_2} = f(T_1)$  adică dependența dintre mărimea de ieșire și mărimea de intrare a termocuplului de studiat.

### 6. Tabel de date experimentale/date calculate

Tabelul 2

$E_{mV_1}$ [mV]	$T_1$ [°C]	$E_{mV_2}$ [mV]	
		indicat	corectat

### 7. Observații și concluzii

Pentru formularea observațiilor și concluziilor se poate folosi următoarea listă de idei:

- influența inerției fenomenelor termice asupra determinărilor experimentale
- alura caracteristicii intrare-ieșire determinate experimental (liniară/nelinară) și justificarea acesteia
- condiții de îndeplinit pentru a asigura temperatura constantă la joncțiunea rece și/sau compensarea eventualelor variații ale acesteia

Una dintre metodele interactive ce poate fi integrată în activitățile de învățare-evaluare pentru componenta teoretică a instruirii este METODA CUBULUI: Este o metodă care facilitează analiza unui subiect din diferite puncte de vedere (fețele cubului).

Metoda poate fi folosită în orice moment al lecției și oferă elevilor posibilitatea de a-și dezvolta competențele necesare unor abordări complexe.

### **Modalitate de realizare:**

Se realizează un cub ale cărui fețe pot fi acoperite cu hârtie de culori diferite.

Pe fiecare față a cubului se scrie câte una dintre următoarele instrucțiuni: DESCRIE, COMPARĂ, ANALIZEAZĂ, ASOCIAZĂ, APLICĂ, ARGUMENTEAZĂ.

Este recomandabil ca fețele cubului să fie parcurse în ordinea prezentată, urmând pașii de la simplu la complex.

Elevii vor fi grupați în șase echipe (câte una pentru fiecare față a cubului) la mesele de lucru. Se cere elevilor să scrie timp de 2 - 4 minute pe subiectul lecției descriindu-l din toate punctele de vedere într-un timp limitat.

Participarea la completarea fișei comune va fi dirijată de profesor, care trebuie să încurajeze participarea tuturor elevilor din grupurile constituite.

La finalul exercițiului se va comenta și se va completa întreaga structură cu explicațiile de rigoare. Forma finală a conținuturilor realizate de fiecare grupă este împărtășită întregii clase (6 minute – câte un minut pentru fiecare față a cubului).

Lucrarea în forma finală poate fi desfășurată pe tablă.

Caracterul stimulatив al metodei cubului: lucrul individual, în echipe, sau participarea întregii clase la realizarea cerințelor „cubului” este o provocare ce determină o întrecere în a demonstra asimilarea corectă și completă a cunoștințelor.

### **Aplicarea metodei cubului, pentru tema „Traductoare”**

Pentru tema „Traductoare”:

Descrieți – Priviți cu atenție traductoarele și descrieți funcționarea lor.

Comparați – Comparați diversele traductoare expuse.

Asociați – Asociați elementul sensibil al fiecărui traductor cu mărimea fizică de natură electrică prin care se caracterizează funcționarea lui.

Analizați – Precizați componentele unui traductor.

Aplicați – Cum poate fi utilizat un traductor?

Argumentați – Argumentați necesitatea utilizării traductorului pe calea de reacție a unei bucle de reglare.

Rezultatele învățării a căror realizare este avută în vedere prin această activitate de învățare sunt (codificare conform SPP):

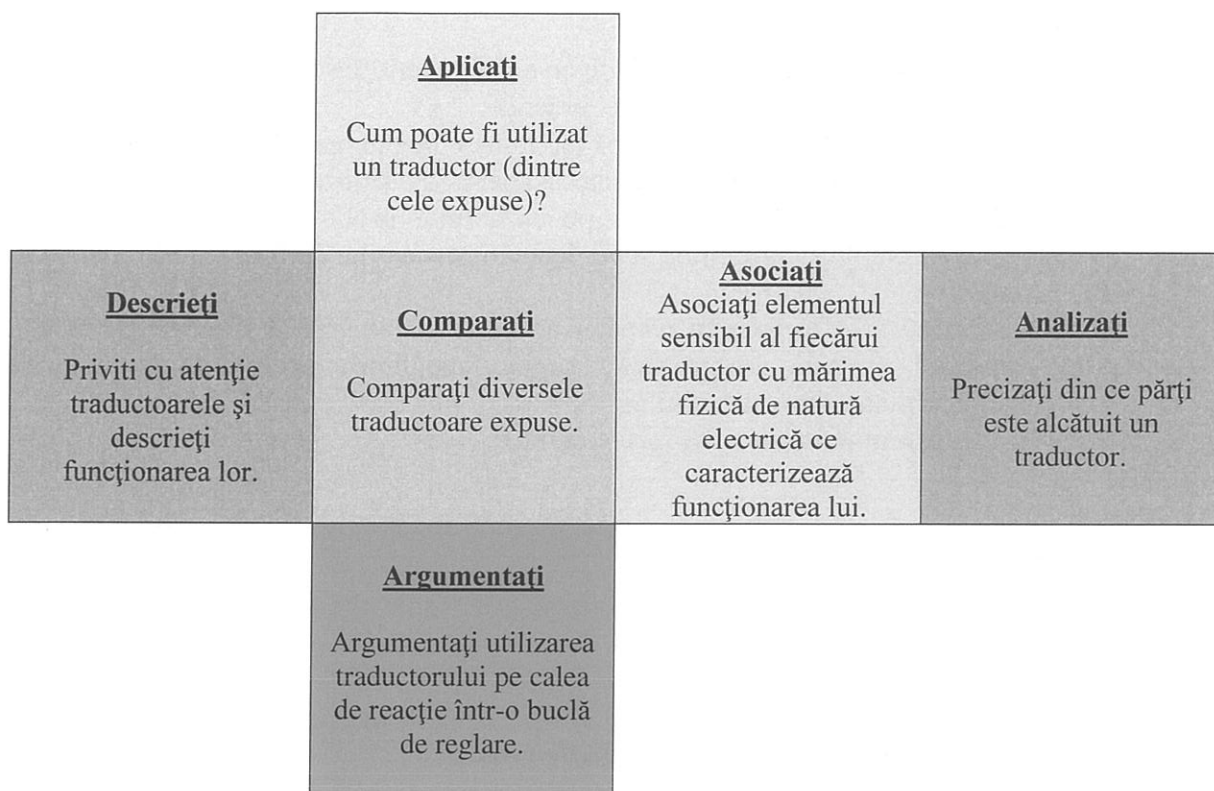
7.1.2. Sisteme de reglare automată: elemente componente – traductoare

7.2.3. Identificarea rolului funcțional al traductoarelor

7.2.4. Analizarea principiilor de funcționare ale diferitelor tipuri de traductoare







Echipele corespunzătoare fețelor cubului răspund sarcinilor de lucru, în timpul alocat de profesor, apoi scriu acest răspuns pe foi de flip-chart și pentru raportare în fața clasei, așează, în ordine (descrieți, comparați, asociați etc.), pe tablă, fețele cubului (ca în figura de mai sus) pentru a alcătui structura sintetică a rezolvărilor elaborate.

Pe toată durata exercițiului, profesorul îi va observa pe elevi pentru ca, la final, pe lângă feed-back-ul referitor la corectitudinea răspunsurilor, să poată furniza elevilor și un feed-back referitor la componenta atitudinală a activității acestora (interacțiune în echipă, contribuție la rezolvarea sarcinilor de lucru, inițiativă, responsabilitate etc.).

Pentru această etapă de feed-back poate fi folosită următoarea listă de verificare:

<b>Criteriul/Atitudinea elevului față de sarcina de lucru</b>	<b>Da</b>	<b>Nu</b>
A dovedit responsabilitate în rezolvarea sarcinilor de lucru		
A urmat instrucțiunile		
A oferit sprijin/ajutor colegilor		
A solicitat sprijin/ajutor (colegilor, profesorului)		
A cooperat cu ceilalți		
A finalizat sarcina de lucru		

### • SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii au atins rezultatele învățării și și-au format competențele stabilite în standardul de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a) **Continuă:**

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

b) **Finală:**

- Realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se propun următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare/interevaluare;
- Eseul;
- Portofoliul;
- Referatul științific;
- Proiectul;
- Activități practice + Fișe de observare+ Fișe de evaluare
- Teste docimologice.

Sugerăm utilizarea următoarelor **instrumente de evaluare finală:**

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- Studiul de caz, cu variantele sale (prezentare de informații + sarcini de lucru pe baza acestora, sarcini de lucru rezolvate prin documentare + prezentare rezultate), folosit de exemplu, pentru un produs, o imagine, sau o înregistrare electronică referitoare la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluarea de tip formativ și, la final, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

Evaluarea sumativă trebuie proiectată astfel încât să fie respectate criteriile și indicatorii de realizare a acestora prevăzute în Standardul de Pregătire Profesională.

Se propune următorul test de evaluare ce vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

1.2. Sistem de reglare automată (SRA)

1.2.2. Alegerea, în funcție de proces, a elementelor componente ale unui SRA: traductor, regulator automat, elemente de execuție

7.2.3. Identificarea rolului funcțional al traductoarelor, elementelor de execuție și reglatoarelor automate, în cadrul SRA.

7.3.4. Folosirea eficientă a timpului de muncă

7.3.6. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate

7.3.8. Argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate

Testul de evaluare are în vedere conținuturile corespunzătoare temei „Sisteme de reglare automată”.

### TEST DE EVALUARE

**Timp de lucru: 120 minute**

**Se acordă 10 puncte din oficiu**

#### SUBIECTUL I

**25 puncte**

**I. 1.** Pentru fiecare dintre enunțurile următoare, încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect. **5p**

1. Pe legătura inversă a unui sistem de reglare automată este montat elementul de:

- a) comandă;      b) comparație;      c) execuție;      d) măsurare.

2. Într-un sistem de reglare automată, abaterea sau eroarea se obține la ieșirea elementului de:

- a) comandă;      b) comparație;      c) execuție;      d) măsurare;

3. Rolul elementului de execuție este acela de a:

- a) acționa direct asupra instalației;  
b) executa comenzi primite de la instalație;  
c) modifica valoarea parametrilor din proces;  
d) schimba natura mărimii fizice.

4. Elementul care realizează conversia unei mărimi fizice, de regulă neelectrică, într-o altă mărime fizică, de regulă electrică sau mecanică, pe baza unei legi cunoscute, se numește:

- a) adaptor;      b) comparator;      c) regulator;      d) traductor.

5. Într-un sistem de reglare automată, valoarea la care este menținută mărimea reglată se numește valoare:

- a) critică;      b) limită;      c) optimă;      d) prescrisă.

**I.2.** Scrieți pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera **A**, dacă apreciați că enunțul este corect (adevărat), respectiv litera **F**, dacă apreciați că enunțul este fals. Transformați enunțurile considerate false în enunțuri adevărate. **10p**

1. Mărimea de ieșire a elementului de execuție poate fi o deplasare liniară sau unghiulară.
2. Din punct de vedere constructiv, regulatorul automat include și un element de comparație.
3. Reglatoarele pentru procese rapide sunt folosite atunci când constantele de timp ale instalației sunt mari.
4. Traductoarele se folosesc preponderent pentru transformarea mărimilor neelectrice în mărimi electrice.
5. Regulatorul automat are rolul de a prelucra semnalul de eroare primit de la elementul de măsurare.

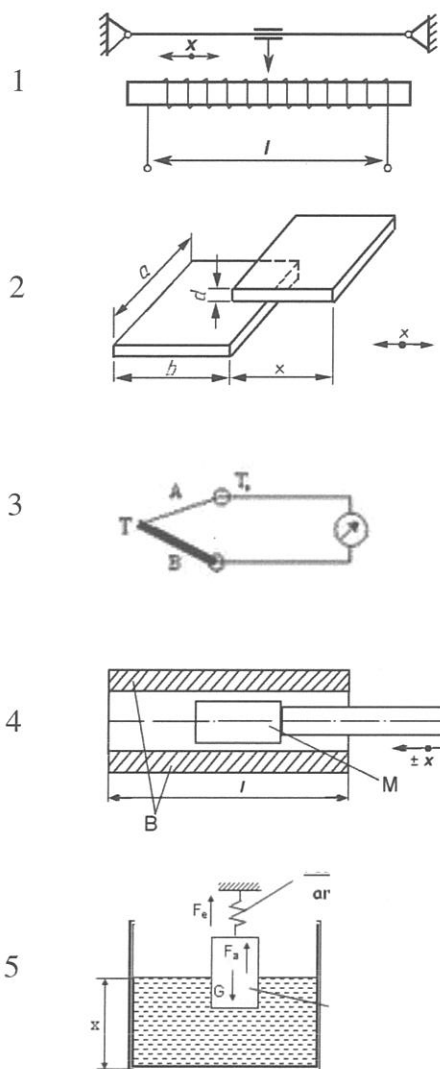
**I.3.** În coloana **A** sunt prezentate scheme de principiu ale unor tipuri de traductoare, iar în coloana **B** sunt enumerate denumirile acestora.

Asociați fiecărei cifre din coloana **A**, litera corespunzătoare din coloana **B**. **10p**



**A. Schema de principiu a unor tipuri de traductoare**

**B. Denumirea traductorului**



a Traductor inductiv

b Traductor rezistiv

c Traductor capacitiv

d Traductor generator

e Traductor de presiune

f Traductor de nivel

**SUBIECTUL II**

**30 puncte**

**II.1.** Completați spațiile libere din enunțurile de mai jos, astfel încât acestea să fie corecte din punct de vedere științific: **4p**

- 1. Elementul de comparație (EC)** are rolul de a compara permanent mărimea de .....(1)..... a instalației tehnologice cu o mărime de același fel, ce are o valoare prescrisă.
- 2. Instalația tehnologică (IT)** este un sistem supus unor acțiuni externe numite .....(2).....

**II.2. Răspundeți următoarelor cerințe:**

**6p**

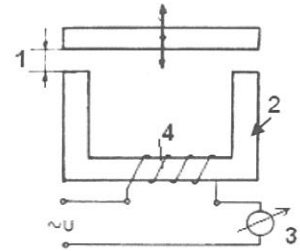
1. Numiți efectul curentului electric pe care se bazează funcționarea termocuplului.
2. Scrieți relația de calcul a capacității unui traductor capacitiv.



II.3. Se consideră traductorul din figura alăturată.

20p

- Specificați tipul de traductor.
- Indicați denumirea elementelor notate cu 1, 2, 3 și 4.
- Precizați mărimea neelectrică a cărei variație este transformată de acest traductor.
- Explicați modul de funcționare a traductorului.



### SUBIECTUL III

35 puncte

Realizați un eseu cu tema „Sisteme de reglare automată” respectând următoarea structură de idei:

- Reprezentarea schemei bloc a unui sistem de reglare automată (SRA)
- Marcarea elementelor schemei bloc și a mărimilor care intervin.
- Prezentarea, pe scurt, a rolului funcțional al regulatorului automat și al elementului de măsurare.
- Precizarea tipului de regulator utilizat la un fier de călcat cu termostat în funcție de modul de variație a mărimii de comandă.
- Explicarea modului în care funcționează acest regulator.

### BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

#### SUBIECTUL I

25 puncte

##### I. 1. 5 puncte

1 – d; 2 – b; 3 – a; 4 – d; 5 – d.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.

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

##### I.2. 10 puncte

1 – A, 2 – A; 3 – F; 4 – A; 5 – F.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

##### I.3. 10 puncte

1 – b; 2 – c; 3 – d; 4 – a; 5 – f.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

#### SUBIECTUL II

30 puncte

##### II.1. 4 puncte

1 – ieșire; 2 – perturbații.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

##### II.2. 6 puncte

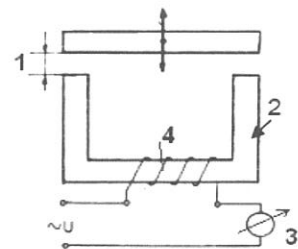
1. efectul termoelectric.

$$2. C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

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

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



### II.3. 20 puncte

#### a. 3 puncte

traductor inductiv cu armătură mobilă

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

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

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

#### b. 8 puncte

1 – întrefier; 2 – armătură fixă; 3 – ampermetru; 4 – bobină.

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

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

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

#### c. 2 puncte

deplasarea armăturii mobile

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

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

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

#### d. 7 puncte

La deplasarea armăturii mobile se modifică geometria circuitului magnetic al bobinei, deci se modifică inductivitatea proprie a acesteia și, drept consecință, variază intensitatea curentului prin circuitul alimentat de la tensiunea  $U$ . Variația curentului este proporțională cu variația întrefierului.

Pentru răspuns corect și complet se acordă **7 puncte**.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă **3 puncte**.

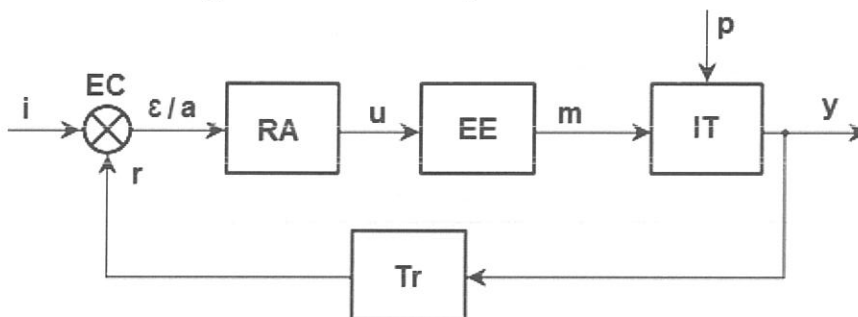
Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

## SUBIECTUL III

35 puncte

### 1. 3 puncte

Schema bloc a unui sistem de reglare automată se reprezintă astfel:



Pentru desen corect și complet se acordă **3 puncte**.

Pentru desen corect dar incomplet se acordă **1 punct**.

Pentru lipsa desenului se acordă **0 puncte**.

### 2. 24 puncte

Elementele schemei sunt:

EC – element de comparație

RA – regulator automat

EE – element de execuție

IT – instalație tehnologică

Tr – traductor (element de măsurare)

Pentru marcarea corectă pe desen a fiecărui element, se acordă câte **2 puncte**.

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

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



Mărimile care intervin în schema bloc sunt:

$i$  – mărime de intrare

$\varepsilon$  (a) – eroare (abatere)

$c$  – mărime de comandă

$m$  – mărime de execuție

$y$  – mărime de ieșire

$p$  – perturbație (perturbații)

$r$  – mărime de reacție

*Pentru marcarea corectă pe desen a fiecărei mărimi, se acordă câte 2 puncte.*

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

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

### **3. 4 puncte**

Regulatorul automat are rolul de a prelucra eroarea (abaterea) după o anumită lege, numită lege de reglare, în scopul obținerii mărimii necesare acționării elementului de comandă.

Elementul de măsurare transformă, în scopul măsurării, mărimea fizică de la ieșirea SRA (de obicei, de natură neelectrică), într-o altă mărime (de obicei, de natură electrică).

*Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 2 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.*

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

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

### **4. 2 puncte**

În funcție de modul de variație a mărimii de comandă, regulatorul utilizat la un fier de călcat cu termostat este de tip discontinuu.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă 2 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.*

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

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

### **5. 2 puncte**

Mărimea de comandă a regulatorului unui fier de călcat cu termostat are două valori care corespund alimentării, respectiv deconectării rezistenței de încălzire, prin conectarea, respectiv întreruperea circuitului de alimentare cu energie electrică.

*Pentru răspuns corect și complet se acordă 2 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.*

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

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

## **• BIBLIOGRAFIE**

[1] Mareș, Fl., ș.a. *Elemente de comandă și control pentru acționări și SRA, manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, liceu tehnologic, specializarea electrotehnică*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2002

[2] Bichir, N., ș.a., *Mașini, aparate, acționări și automatizări, manual pentru clasa a XI-a și a XII-a licee industriale și școli profesionale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1993

[3] Mareș, Fl., ș.a., *Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată, manual pentru clasele a XI-a și a XII-a*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2002

[4] Mareș, Fl., ș.a. *Solicitări și măsurări tehnice. Laborator tehnologic. Auxiliar curricular pentru clasa a X-a, liceu tehnologic – profil tehnic*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2001

[5] Mihoc, D., Simulescu, D., Popa, A., *Aparate electrice și automatizări*, Editura Didactică și Pedagogică, 1982;

[6] <http://www.tvet.ro/index.php/ro/curriculum/153.html>



## MODUL II: INSTALAȚII ELECTRICE SPECIALE

### • NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Instalații electrice speciale**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician în instalații electrice* din domeniul de pregătire profesională *Electric* face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a XI-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică.

Modulul are alocat un număr de **165 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **66 ore/an** – laborator tehnologic
- **33 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Instalații electrice speciale**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 4, *Tehnician în instalații electrice* din domeniul de pregătire profesională *Electric* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior. Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician în instalații electrice*.

### • STRUCTURĂ MODUL

#### Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 12. ASIGURAREA FUNCȚIONALITĂȚII INSTALAȚIILOR ELECTRICE SPECIALE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
12.1.1	12.2.1 12.2.2 12.2.3 12.2.11	12.3.1 12.3.2 12.3.4 12.3.5 12.3.6 12.3.7 12.3.8	<b>Instalații electrice speciale</b> (componente, rol funcțional, parametri caracteristici): <ul style="list-style-type: none"> <li>- instalații de iluminat:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• de siguranță</li> <li>• de urgență</li> <li>• pentru continuarea lucrului</li> <li>• anti-panică</li> </ul> </li> <li>- instalații de curenți slabi               <ul style="list-style-type: none"> <li>• instalații pentru semnalizări acustice și optice</li> <li>• instalații electrofonice</li> <li>• instalații de ceasuri electrice</li> <li>• instalații de detecție pentru fum/incendiu</li> </ul> </li> <li>- instalații de redresare</li> <li>- instalații pentru ameliorarea factorului de putere</li> <li>- instalații de încălzire               <ul style="list-style-type: none"> <li>• cu rezistențe electrice</li> <li>• prin inducție</li> <li>• cu arc electric</li> <li>• cu radiații infraroșii</li> </ul> </li> </ul>





			<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalații de galvanotehnică <ul style="list-style-type: none"> <li>• instalații de galvanostegie</li> <li>• instalații de galvanoplastie</li> </ul> </li> <li>- instalații de electroliză</li> <li>- instalații de sudare <ul style="list-style-type: none"> <li>• cu arc electric</li> <li>• în puncte</li> <li>• prin presiune</li> </ul> </li> </ul>
12.1.2 12.1.3 12.1.4	12.2.4 12.2.5 12.2.6 12.2.7 12.2.8 12.2.9 12.2.11	12.3.1 12.3.2 12.3.4 12.3.5 12.3.6 12.3.7 12.3.8	<p><b>Categoriile de reparații în funcție de natura lucrărilor necesare</b> (descriere):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• revizii tehnice (RT)</li> <li>• reparații curente (RC1 și RC2)</li> <li>• reparații capitale (RK)</li> </ul> <p>Ciclul de reparații al unui echipament/mașină/instalație (elemente de calcul, parametri):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• timpul de funcționare</li> <li>• durata reparațiilor</li> </ul> <p>Documentația tehnică a lucrărilor de reparații/revizii planificate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• documente de planificare în timp (grafice de reparații)</li> <li>• fișe de lucrări de revizie/reparații</li> <li>• liste de materiale și SDV-uri necesare lucrărilor de reparații</li> <li>• documente de înregistrare a datelor necesare planificării (numărul și durata opririlor accidentale/avariilor, cauzele acestora)</li> <li>• documente de monitorizare a lucrărilor de reparații</li> </ul> <p>Tehnologia lucrărilor de întreținere curentă/revizii și reparații a echipamentelor/instalațiilor electrice speciale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• demontare/montare</li> <li>• curățare</li> <li>• reparare/înlocuire componente</li> <li>• materiale, mașini și SDV-uri necesare</li> <li>• norme de SSM</li> </ul>
12.1.5	12.2.10 12.2.11	12.3.3 12.3.8	Prevederi legislative în vigoare și directive ale CE privind deșeurile electrice și electronice

**LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):**

- ✓ Calculator
- ✓ Videoproiector.
- ✓ Auxiliare curriculare, suport de curs, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutătoate, planșe didactice, reviste de specialitate, documentație tehnică (fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de calitate) etc.
- ✓ Instalații electrice speciale: de curenți slabi, de redresare, de corecție a factorului de putere, de sudare, de electroliză, de galvanotehnie, de încălzire electrică.

- ✓ Trusa electricianului, mașină de găurit portabilă, materiale necesare realizării instalațiilor și/sau intervențiilor în instalații
- ✓ Documentație tehnică și tehnologică pentru instalații electrice speciale (cataloge, specificații tehnice)
- ✓ Documentație tehnică și tehnologică pentru reparații planificate în instalații electrice speciale

## SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile programei modulului **Instalații electrice speciale** trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modulului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul **Instalații electrice speciale** are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform recomandărilor precizate în unitatea de rezultate ale învățării, menționată mai sus.

Pregătirea practică în cabinete/ laboratoare tehnologice/ ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită în atingerea rezultatelor învățării/ competențelor de specialitate.

Pregătirea practică în laboratorul tehnologic se realizează respectând specificitatea activităților de învățare (prin efectuarea unor lucrări de laborator) pentru care profesorul va pregăti materiale de învățare – îndrumări de laborator.

Structura materialelor de învățare proiectate pentru lucrările de laborator ar trebui să includă, după caz, referiri la următoarele aspecte:

- a. Tema abordată
- b. Noțiuni teoretice
- c. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării
- d. Breviar de calcul
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- f. Tabel de date experimentale/date calculate
- g. Concluzii și observații personale

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea standului de lucru, alegerea aparatelor necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc. Astfel, elevii beneficiază de mai multe oportunități pentru a proba atitudinile conexe modulului **Instalații electrice speciale** iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

Noțiunile teoretice necesare aplicațiilor practice pot fi incluse în materialele de învățare în cadrul orelor de laborator și/sau orelor de instruire practică, înainte de efectuarea lucrărilor de laborator și/sau lucrărilor de instruire practică

Pentru fiecare lucrare de laborator elevii vor întocmi un referat în care trebuie să se regăsească dovezile activității lor pentru rezolvarea sarcinilor de lucru primite, precum și concluziile și observațiile personale privind lucrarea desfășurată, chiar dacă s-a recurs la organizarea clasei pe grupe și la lucrul în echipă. Referatele pot fi colectate de elev într-un portofoliu de laborator ce urmează a fi valorificat ca instrument de evaluare sumativă. La începutul activității de pregătire practică în laboratorul tehnologic, profesorul va preciza structura acestui portofoliu, precum și criteriile de evaluare ce vor fi folosite pentru aprecierea finală, asociate cu punctajul corespunzător.

De exemplu, se poate folosi următoarea listă de criterii și punctaje asociate:

<b>Criterii de evaluare a portofoliului de laborator la modulul „Instalații electrice speciale”</b>	<b>Punctaj acordat</b>	<b>Punctaj realizat</b>
<b>I. Criterii de evaluare profesionale</b>	<b>80</b>	
<i>I.1 Elemente obligatorii</i>	60	
conținut – minim 80% dintre temele studiate	30	
referate complete, cu reprezentări grafice (dacă este cazul) și cu concluzii și observații personale	30	
<i>I.2. Elemente suplimentare</i>	20	
situaționale (aplicarea în alte situații practice, la alte module/discipline)	5	
descriptive <ul style="list-style-type: none"> <li>• chestionare de autoevaluare cu descrierea aspectelor neclare la tema respectivă și scoaterea în evidență a cauzelor ce au generat insuccesul</li> <li>• listă de obiective pe care elevul ar dori să le realizeze după parcurgerea modulului/temelor de laborator</li> <li>• jurnal reflectiv privind activitățile desfășurate</li> <li>• materiale ilustrative la temă</li> <li>• articole din cărți, reviste, de pe Internet</li> <li>• glosar de termeni</li> <li>• tabel semne convenționale-semnificații</li> </ul>	15	
<b>II. Criterii de evaluare estetice</b>	<b>20</b>	
prezentare ordonată și atractivă	10	
originalitate și creativitate în organizarea conținutului	10	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării, existente în școală sau la operatorul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Determinarea randamentului termic al sistemelor de încălzire prin inducție
2. Dependența randamentului termic al sistemelor de încălzire prin inducție de frecvența de lucru
3. Compensarea factorului de putere cu baterii de condensatoare pentru un consumator inductiv (dat/descris) – elemente de calcul, schemă electrică de montaj
4. Randamentul instalațiilor industriale de redresare a curentului alternativ
5. Studiul regimurilor de funcționare ale unei baterii de acumulare
6. Studiul variației factorului de putere în funcție de încărcare pentru un consumator inductiv dat (de exemplu, un motor asincron trifazat)
7. Studiul posibilităților de modificare a fluxului luminos emis de sursele de lumină ale instalațiilor de iluminat



8. Determinarea pragului de sensibilitate al detectoarelor de fum din componența instalațiilor de detecție și semnalizare a incendiilor
9. Studiul comparativ al transformatorului de sudare și al transformatorului de forță monofazat
10. Posibilități de reglare a parametrilor regimului de lucru la sudarea cu transformator electric
11. Dependența randamentului instalațiilor de electroliză de densitatea de curent
12. Întocmirea documentației tehnice pentru lucrările de reparații/revizii planificate la instalațiile electrice speciale

De asemenea, pentru **lucrările practice** din atelierul școlii sau de la agentul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de lucrări:

1. Lucrări de reparații (detectare defecte simulate și remedierea acestora) în instalații electrice speciale de curenți slabi:
  - 1a) instalație de iluminat de siguranță
  - 1b) instalație de semnalizare acustică
  - 1c) instalație de interfon
  - 1d) instalație de chemare de persoane
  - 1e) instalație de ceas electronic
2. Lucrări de verificare a funcționării corecte a instalațiilor electrice speciale prin control vizual/auditiv, măsurarea parametrilor specifici și compararea cu valorile normale
3. Lucrări de verificare generală a funcționării instalațiilor electrice speciale (deconectarea instalației, desfacerea legăturilor electrice, curățarea contactelor, refacerea legăturilor electrice, verificarea calității lucrărilor efectuate)
4. Lucrări de întreținere curentă/reparații în instalații electrice speciale (*la agentul economic partener*):
  - 4a) instalații de sudare electrică
  - 4b) instalații industriale de redresare a curentului alternativ
  - 4c) instalații de încălzire electrică
  - 4d) instalații de galvanotehnică
  - 4e) instalații de electroliză
5. Lucrări de revizii planificate la instalațiile electrice speciale conform documentației tehnice specifice

Se prezintă îndrumarul de laborator pentru lucrarea cu tema „**Studiul regimurilor de funcționare ale unei baterii de acumuloare**”, având structura recomandată la Sugestiile metodologice pentru proiectarea materialelor de învățare destinate activităților de instruire prin laborator tehnologic.

Rezultatele învățării vizate prin desfășurarea acestei lucrări de laborator sunt:

- 12.1.1.** Instalații electrice (componente, rol funcțional, parametri caracteristici): instalații de corecție a factorului de putere
- 12.2.1.** Citirea schemelor instalațiilor electrice
- 12.2.2.** Analizarea rolului funcțional al componentelor din instalațiile electrice
- 12.2.3.** Măsurarea parametrilor caracteristici instalațiilor electrice pentru asigurarea funcționării acestora
- 12.3.1.** Asumarea rolului în echipă și colaborarea cu ceilalți membri ai echipei
- 12.3.2.** Respectarea normelor de SSM
- 12.3.4.** Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă
- 12.3.5.** Organizarea locului de muncă pentru lucrările de realizat
- 12.3.8.** Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date
- 12.3.9.** Comunicare activă în cadrul echipei, indiferent de structura etnică a grupului.



Tehnician în instalații electrice  
Clasa a XI-a, domeniul de pregătire profesională: Electric

## ÎNDRUMAR DE LABORATOR

### 1. Tema lucrării de laborator

Studiul regimurilor de funcționare ale unei baterii de acumuloare

### 2. Noțiuni teoretice

Bateriile de acumuloare pot funcționa în următoarele regimuri:

- încărcare–descărcare
- încărcare permanentă
- tampon

**Regimul încărcare-descărcare** este cel în care au funcționat inițial bateriile de acumuloare (în prezent fiind mai puțin utilizat). Această soluție a fost impusă de folosirea mașinilor rotative ca sursă de încărcare.

Consumatorii sunt alimentați în permanență de la bateria de acumuloare.

Deoarece tensiunea la borne se micșorează în timpul funcționării, se utilizează un comutator cu ploturi cu care se înserează noi elemente, pentru a păstra tensiunea constantă. Când bateria se descarcă, se conectează sursa de încărcare: prin reducerea numărului de elemente cu ajutorul unui alt comutator cu ploturi, se realizează încărcarea pe fiecare element al bateriei.

Există și scheme de încărcare-descărcare cu număr fix de elemente. Când bateria se descarcă până la (60-70)%, se cuplează sursa de încărcare iar bateria se încarcă și alimentează și consumatorii.

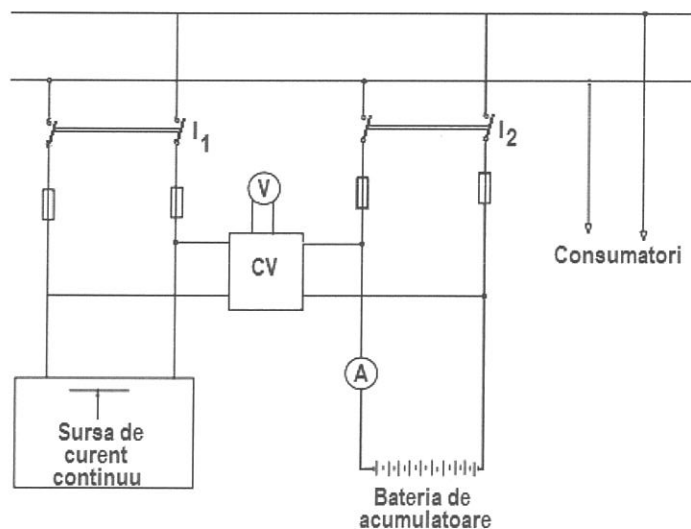
Funcționarea în **regim de încărcare permanentă** are loc atunci când sursa de curent continuu alimentează consumatorii și prin realizează și menținerea bateriei în stare de încărcare permanentă folosind un comutator voltmetric. Când sursa de curent continuu nu mai este disponibilă, bateria este cuplată și asigură, pentru o durată determinată, alimentarea consumatorilor.

Funcționarea în **regim tampon** are loc în cazul când sarcina este mai mare decât curentul furnizat de sursa de curent continuu și bateria intervine și completează necesarul de sarcină. În restul timpului, bateria se încarcă de la sursa de curent continuu.

### 3. Schema montajului de lucru și aparatele necesare

Pentru realizarea practică a lucrării sunt necesare următoarele elemente:

- sursă de curent continuu (40 V/5 A);
- o baterie de acumuloare tip auto 12 V
- un voltmetru;
- un ampermetru (numeric sau analogic cu zero la mijlocul scalei);
- un comutator voltmetric;
- consumatori electrici





#### 4. Modul de lucru

Pentru funcționarea în regim tampon întrerupătoarele  $I_1$  și  $I_2$  sunt închise, astfel încât, în momentul în care sarcina este mai mare decât curentul debitat de sursa de curent continuu (creșterea sarcinii se obține prin creșterea numărului consumatorilor), bateria intră în funcțiune, completând consumul până la valoarea necesară.

Regimul de funcționare al bateriei ca generator se constată la ampermetru, prin schimbarea sensului curentului prin circuit.

Pentru funcționarea în regim de încărcare permanentă, întrerupătorul  $I_2$  este normal deschis. Indicația ampermetrului are același sens.

Pentru funcționarea în regim de încărcare-descărcare, întrerupătoarele  $I_1$  și  $I_2$  sunt închise până când bateria se încarcă, după care  $I_1$  se deschide și bateria este lăsată să alimenteze consumatorii. După descărcare, se închide din nou întrerupătorul  $I_1$  și ciclul se repetă. Se observă schimbarea sensului curentului prin circuitul bateriei de acumuloare.

Cu ajutorul comutatorului voltmetric se pot măsura atât tensiunea de încărcare de la sursă, cât și tensiunea curentă a bateriei în timpul descărcării.

#### 5. Observații și concluzii

Pentru formularea observațiilor și concluziilor se poate efectua o comparație calitativă a celor trei regimuri de funcționare observate, pentru a aprecia care este regimul cel mai eficient, cel mai sigur, cel mai rapid etc.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Acestea vizează următoarele aspecte:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinelui;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, stidii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

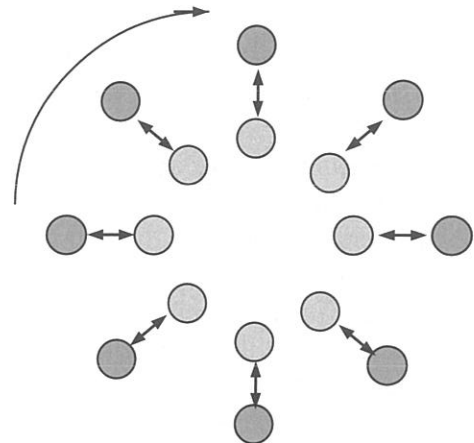
Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea modului, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- Elaborarea de referate interdisciplinare;
- Activități de documentare;
- Vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD – uri);
- Problematizarea;
- Demonstrația;
- Investigația științifică;
- Învățarea prin descoperire;

- Activități practice;
- Studii de caz;
- Jocuri de rol;
- Simulări;
- Elaborarea de proiecte;
- Activități bazate pe comunicare și relaționare;
- Activități de lucru în grup/în echipă.

Una dintre metodele interactive ce poate fi integrată în activitățile de învățare-evaluare pentru pregătirea teoretică este **metoda „schimbă perechea” (share-pair circles)**.

Această metodă are la bază activitatea elevilor în perechi: se împarte clasa în două grupe, egale ca număr de participanți și se formează două cercuri concentrice, elevii fiind față în față, pe perechi.



*Reprezentarea modului de așezare a elevilor în două cercuri concentrice și interrelațiile dintre ei, în cadrul metodei „schimbă perechea”*

Profesorul pune o întrebare sau dă o sarcină de lucru în perechi. Fiecare pereche discută și apoi comunică ideile. Cercul din exterior se rotește în sensul acelor de ceasornic, realizându-se astfel, schimbarea partenerilor în perechi.

Elevii au posibilitatea de a lucra cu fiecare membru al clasei. Fiecare se implică în activitate și își aduce contribuția la rezolvarea sarcinilor.

Pentru aplicarea metodei este necesar să se parcurgă următoarele etape:

#### **a. etapa organizării colectivului în două grupe egale**

Fiecare elev ocupă un scaun, fie în cercul interior, fie în cercul exterior. Profesorul poate să lase elevilor să-și aleagă locul sau poate organiza elevii, punându-i să numere din doi în doi. Astfel, cei cu numărul 1 se vor așeza în cercul interior cu fața la exterior, iar cei cu numărul 2, în cercul exterior cu fața către elevii din cercul interior. Stând față în față, fiecare elev are un partener. Dacă numărul de elevi este impar, la activitate poate participa și cadrul didactic sau, doi elevi pot lucra în „tandem”.

#### **b. etapa prezentării și explicării problemei**

Profesorul oferă cazurile pentru studiu, problemele de rezolvat sau situațiile didactice și explică importanța soluționării.

#### **c. etapa de lucru în perechi**

Elevii lucrează doi câte doi pentru câteva minute. Apoi elevii din cercul exterior se mută un loc mai la dreapta pentru a schimba partenerii, realizând astfel o nouă pereche. Jocul se continuă până când se ajunge la partenerii inițiali sau se termină întrebările.

#### **d. etapa analizei ideilor și a elaborării concluziilor**

În acest moment, clasa se regroupează și se analizează ideile emise. Profesorul face împreună cu elevii o schemă a concluziilor obținute.

Se prezintă, în continuare, sugestii privind aplicarea metodei la tema „Instalații ameliorare a factorului de putere: componente, rol funcțional, parametri caracteristici”.

Rezultatele învățării vizate prin desfășurarea acestei activități sunt:

**12.1.1. Instalații electrice (componente, rol funcțional, parametri caracteristici): instalații electrice de corecție a factorului de putere**

**12.2.2.** Analizarea rolului funcțional al componentelor din instalațiile electrice

**12.3.1.** Asumarea rolului în echipă și colaborarea cu ceilalți membri ai echipei

**12.3.8.** Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date

**12.3.9.** Comunicare activă în cadrul echipei, indiferent de structura etnică a grupului.

Pe baza unei fișe de lucru, conținând mai multe sarcini, profesorul poate aplica metoda în două variante:

- fie prin rezolvarea, pe rând, a sarcinilor în perechi (sarcinile se vor rezolva pe rând, de către fiecare pereche; sarcina 1 – în perechea 1, sarcina 2 – în perechea 2, ș.a.m.d., apoi se schimbă perechile și se reia rezolvarea sarcinilor; în final se vor analiza toate răspunsurile și se vor face corectări și completări);
- fie prin rezolvarea, pe rând, a sarcinilor de către toate perechile (sarcinile se vor rezolva pe rând, de către toate perechile; sarcina 1, timp de 5 minute, toate perechile, apoi schimbarea perechilor, apoi sarcina 2, timp de 5 minute, toate perechile, ș.a.m.d. până se termină fișa de lucru; apoi se reface colectivul și se analizează, pe rând, răspunsurile date).

Avantajele metodei:

- ↳ stimulează participarea tuturor elevilor la activitate;
- ↳ fiecare elev poate lucra cu fiecare coleg;
- ↳ stimulează cooperarea în echipă, ajutorul reciproc, înțelegerea și toleranța față de opinia celui alt;
- ↳ este ușor de aplicat și adaptabilă oricărui domeniu și obiect de învățământ;
- ↳ dezvoltă inteligența logico-matematică, inteligența interpersonală ce creează oportunități în activitățile colective.

De exemplu, pentru tema precizată, sarcinile din fișa de lucru pot fi axate pe următoarele aspecte (pentru unele sarcini de lucru se precizează și răspunsul așteptat):

1. Categoriile de putere în curent alternativ și factorul de putere: definiții, relații de calcul, unități de măsură, mijloace de măsurare.

2. Cauzele scăderii factorului de putere

R: funcționarea motoarelor asincrone cu o sarcină medie mai mică decât cea nominală; funcționarea motoarelor asincrone în gol, în anumite perioade; modificarea caracteristicilor nominale de funcționare ale motoarelor, datorită reparațiilor necorespunzătoare; funcționarea transformatoarelor cu sarcină redusă.

3. Efectele scăderii factorului de putere (argumentate cu relații, diagrame etc.)

R: creșterea pierderilor de putere în rezistența conductoarelor; necesitatea supradimensionării instalațiilor; reducerea posibilităților de încărcare cu putere activă a instalațiilor.

4. Mijloace naturale pentru îmbunătățirea factorului de putere

R: funcționarea după graficul de pierderi minime a transformatoarelor trifazate; folosirea de motoare sincrone în locul celor asincrone, dacă procesul tehnologic permite și puterile instalate sunt mai mari de 100 kW; înlocuirea motoarelor asincrone supradimensionate; montarea de comutatoare stea-triunghi, înlocuirea transformatoarelor slab încărcate; montarea de limitatoare de mers în gol la motoarele asincrone, transformatoarele de sudură, încărcarea motoarelor asincrone cu sarcini cât mai apropiate de cea nominală etc.

5. Mijloace speciale/artificiale pentru îmbunătățirea factorului de putere

R: echiparea motoarelor asincrone cu compensatoare de fază; montarea de compensatoare sincrone; montarea de compensatoare statice (baterii de condensatoare).

6. Avantaje și dezavantaje ale utilizării bateriilor de condensatoare

R: *Avantaje:* pierderi specifice mici și constante; posibilitatea montării descentralizate; posibilitatea măririi treptate a puterii lor prin instalarea de noi unități; spațiu de montare restrâns; greutate relativ mică; lipsa părților în mișcare;





uşurinţa demontării şi remontării. *Dezavantaje:* reglarea puterii bateriilor nu se poate face în mod continuu, ci numai în trepte şi cu un dispozitiv de reglare complicat; puterea condensatoarelor variază odată cu tensiunea.

Pentru componenta de pregătire practică prin laborator tehnologic, implicit caracterizată prin secvenţe de instruire prin metode activ-participative, se recomandă includerea în materialele de învăţare a unor sarcini de lucru astfel formulate încât să corespundă stilurilor de învăţare identificate la elevii colectivului instruit. Prin astfel de sarcini de lucru, profesorul asigură elevilor condiţiile necesare ca aceştia să-şi asume în cadrul echipelor de lucru, roluri şi responsabilităţi prin care să maximizeze eficienţa procesului instructiv: învăţând în stilul preferat de fiecare dintre ei, vor atinge mai uşor şi mai plăcut obiectivele operaţionale ale lecţiei.

La finalul fiecărei teme de laborator, poate fi aplicată **TEHNICA 3-2-1** cu scopul de a constata şi, eventual, aprecia rezultatele obţinute prin parcurgerea secvenţei respective de instruire pentru ameliorarea/îmbunătăţirea acestora, precum şi a demersului didactic prin care au fost atinse.

**Tehnica 3-2-1** se numeşte astfel datorită solicitărilor pe care le subsumează. Astfel, elevii trebuie să noteze:

- ✓ *trei concepte* pe care le-au învăţat în secvenţa/activitatea didactică respectivă;
- ✓ *două idei* pe care ar dori să le dezvolte sau să le completeze cu noi informaţii;
- ✓ *o capacitate, o abilitate sau o atitudine* pe care şi-au format-o/au exersat-o în cadrul activităţii de instruire.

Avantajele **tehnicii 3-2-1:**

- aprecierea unor rezultate de diverse tipuri (cunoştinţe, abilităţi, atitudini);
- conştientizarea achiziţiilor ce trebuie realizate la finalul unei secvenţe de instruire sau a activităţii didactice;
- cultivarea responsabilităţii pentru propria învăţare şi rezultatele acesteia;
- implicarea tuturor elevilor în realizarea sarcinilor propuse;
- formarea şi dezvoltarea competenţelor de autoevaluare;
- formarea şi dezvoltarea competenţelor metacognitive;
- asigurarea unui feedback operativ şi relevant;
- reglarea oportună a procesului de predare-învăţare;
- elaborarea unor programe de recuperare/compensatorii/de dezvoltare, în acord cu nevoile şi interesele reale ale elevilor etc.

Limitele acestei tehnici ar putea fi următoarele:

- superficialitate în elaborarea răspunsurilor;
- „contaminarea” sau gândirea asemănătoare;
- dezinteres, neseriozitate manifestată de unii elevi etc.

Pentru activitatea de instruire desfăşurată în atelierul de instruire practică (sau la agentul economic) se recomandă utilizarea cu preponderenţă a unor materiale de învăţare care să includă documentaţie tehnologică în formatul utilizat în unităţile productive, pentru a oferi elevilor condiţii cât mai apropiate de activitatea industrială reală.

În procesul de pregătire profesională şi de specializare într-o calificare, instruirea practică are un rol deosebit, pe de o parte pentru consolidarea cunoştinţelor teoretice, iar pe de altă parte, pentru formarea deprinderilor corecte de mînuire a sculelor, dispozitivelor, utilajelor şi accesoriilor specifice ocupaţiei respective.

Alegerea corectă a metodelor de instruire practică presupune cunoaşterea valenţelor formative ale fiecăreia şi adaptarea lor creativă la specificul activităţilor practice desfăşurate în atelierul şcoală/la agentul economic.

Metodele de învăţământ recomandate activităţilor de învăţare din atelierul şcoală sunt aceleaşi metode ca şi cele folosite în sala de clasă sau în laborator; specificitatea lor este dată însă



de modul creativ în care profesorul de instruire practică le aplică pentru desfășurarea activităților de învățare.

Conținutul acestor metode și câteva exemple de aplicare sunt cuprinse în tabelul următor:

Metoda de învățământ	Conținutul metodei	Exemple de aplicare
Expunerea	Comunicarea verbală sistematică a cunoștințelor tehnice și tehnologice în vederea formării/ dezvoltării priceperilor și deprinderilor practice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instructajul introductiv</li> <li>• La instructajul curent la fiecare temă abordată</li> </ul>
Conversația	Se bazează pe convorbiri organizate și desfășurate sub conducerea profesorului de pregătire practică	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La toate tipurile de lecții pentru formarea deprinderilor practice, asigurând precizarea clară a obiectului și scopului conversației</li> </ul>
Problematizarea	Rezolvarea de probleme și situații problemă prin efort propriu, pe baza cunoștințelor și deprinderilor dobândite anterior	<p>La toate lecțiile prin care se urmărește formarea/dezvoltarea deprinderilor practice pentru anumite operații tehnologice. Sarcini de lucru pentru care se aplică:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificarea denumirii SDV-urilor aflate în truse/pe panouri didactice</li> <li>• Stabilirea circuitului informațional într-un sistem dat</li> <li>• Stabilirea rolului funcțional al anumitor componente ale sistemelor care fac obiectul instruirii</li> <li>• Calcularea unor parametri ai proceselor studiate</li> </ul>
Demonstrația	Constă în a arăta practic cum se realizează o operație tehnologică, eventual explicând fazele și operațiile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La toate lecțiile de formare de deprinderi practice.</li> </ul>
Observarea	Organizarea și stimularea unor activități de investigație pentru dobândirea prin efort a cunoștințelor și formarea abilităților și atitudinilor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observarea succesiunii etapelor de execuție a unui produs</li> <li>• Observarea proceselor tehnologice pentru a le caracteriza din diferite puncte de vedere</li> <li>• Stabilirea caracteristicilor unor materiale prin încercări și probe (de exemplu, calitatea oțelurilor prin proba de scânteii, la polizor)</li> </ul>
Folosirea documentației tehnice și a literaturii de specialitate	Autoinstruire (fără participarea directă a profesorului de instruire practică) prin folosirea unor resurse elaborate/alese special pentru acest scop	<p>Folosirea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• standardelor</li> <li>• fișelor tehnologice</li> <li>• cărților tehnice ale mașinilor</li> <li>• cataloagelor de produse etc.</li> </ul>
Învățarea prin descoperire	Învățare prin aport preponderent individual, pe baza cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor acumulate anterior și folosite în mod complex în formularea unor adevăruri și/sau în realizarea unor lucrări practice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilirea ordinii de punere în funcțiune a unui utilaj/sistem tehnic</li> <li>• Stabilirea părților componente ale unui utilaj/sistem tehnic nestudiat până la data respectivă</li> </ul>

	complexe	
Vizitele și excursiile	Metoda oferă elevilor posibilitatea de a dobândi cunoștințe noi prin observarea directă a obiectelor, fenomenelor, tehnologiilor de fabricație, ce nu pot fi întâlnite în perimetrul școlii	Vizita la agenți economici pentru a observa procesele tehnologice și utilajele specifice

Metodele didactice folosite pentru activitățile practice au rolul de a sprijini realizarea caracterului accesibil al instruirii. În cadrul orelor de instruire practică, ponderea cea mai mare ar trebui să revină metodelor de acțiune efectivă și celor de efectuare a lucrărilor individuale/în echipă, precum și a metodelor demonstrative, în care rolul profesorului poate fi preluat de un elev pentru a-l ajuta pe alt coleg să exerseze deprinderile practice. Profesorul de instruire practică va alege metodele didactice și le va detalia prin procedee didactice adecvate, adaptate în funcție de activitatea propusă elevilor, astfel încât aceștia să poată obține cele mai bune rezultate.

## SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii au atins rezultatele învățării și și-au format competențele stabilite în standardul de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

### *a. Continuă:*

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

### *b. Finală:*

- Realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Fișe de observație;
- Fișe de documentare;
- Fișe de autoevaluare/ interevaluare;
- Eseul;
- Referatul științific;
- Activități practice;
- Teste docimologice.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** finală:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.



- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/ sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluare de tip formativ și la final de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

Evaluarea sumativă trebuie proiectată astfel încât să fie respectate criteriile și indicatorii de realizare a acestora prevăzute în standardul de pregătire profesională.

Se propune un **TEST DE EVALUARE** ce are în vedere conținuturile corespunzătoare temei „Instalații pentru îmbunătățirea factorului de putere” și care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

**12.1.1** Instalații electrice speciale (componente, rol funcțional, parametri caracteristici): instalații pentru îmbunătățirea factorului de putere

**12.2.2** Analizarea rolului funcțional al componentelor din instalațiile electrice speciale (instalații pentru îmbunătățirea factorului de putere).

**12.2.11** Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate.

**12.3.8** Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date.

Timp de lucru: 50 minute

Se acordă din oficiu 10 puncte

## **SUBIECTUL I**

**30 puncte**

**A. Scrieți, pe fișa de lucru, noțiunile cu care trebuie să completați spațiile libere din afirmațiile următoare, astfel încât acestea să fie corecte. (10 puncte)**

1. Factorul de putere pentru care cheltuielile de investiții și exploatare sunt \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ se numește factor de putere optim.
2. Pentru a evita pericolul de \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_, bateriile de condensatoare trebuie deconectate imediat după oprirea receptorului la care sunt legate și conectate pe rezistențe de descărcare.
3. Transformatorul electric este un receptor \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_, adică un receptor care consumă energie reactivă.
4. Factorul de putere reprezintă \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ dintre puterea activă și puterea \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_.

**B. Scrieți, pe fișa de lucru, litera corespunzătoare răspunsului corect, pentru fiecare dintre afirmațiile numerotate cu cifre de la 1 la 4.**

**Este corectă o singură variantă de răspuns.**

**(20 puncte)**

1. Valoarea factorului de putere neutral este de:
  - a) 0,92, indiferent de valoarea tensiunii
  - b) 0,95, indiferent de valoarea tensiunii
  - c) 0,92 pentru joasă tensiune și 0,95 pentru medie/înaltă tensiune
  - d) 0,95 pentru joasă tensiune și 0,92 pentru medie/înaltă tensiune
2. Pentru a îmbunătăți factorul de putere, motoarele asincrone trebuie înlocuite cu motoare sincrone de aceeași putere, deoarece acestea au:
 

a) factor de putere unitar	b) consum redus de putere reactivă
c) randament ridicat	d) turaj constant în timp

3. Între capacitatea pe fază a bateriei de condensatoare legate în stea ( $C_Y$ ) și capacitatea pe fază a bateriei de condensatoare legate în triunghi ( $C_\Delta$ ) există relația:
- a)  $C_Y = C_\Delta$       b)  $C_Y = 3 \cdot C_\Delta$       c)  $C_Y = C_\Delta/3$       d)  $C_Y = 1/C_\Delta$
4. Funcționarea consumatorilor la un factor de putere sub cel neutral determină:
- a) creșterea puterii active disponibile în rețea  
 b) scăderea pierderilor de tensiune în rețea  
 c) scăderea curentului absorbit de la rețea  
 d) pierderi suplimentare în rețea

## SUBIECTUL II

30 puncte

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

Dacă apreciați că afirmația este adevărată, scrieți, pe fișa de lucru, în dreptul cifrei corespunzătoare afirmației, litera A.

Dacă apreciați că afirmația este falsă, scrieți, pe fișa de lucru, în dreptul cifrei corespunzătoare afirmației, litera F și modificați parțial afirmația pentru ca aceasta să devină adevărată.

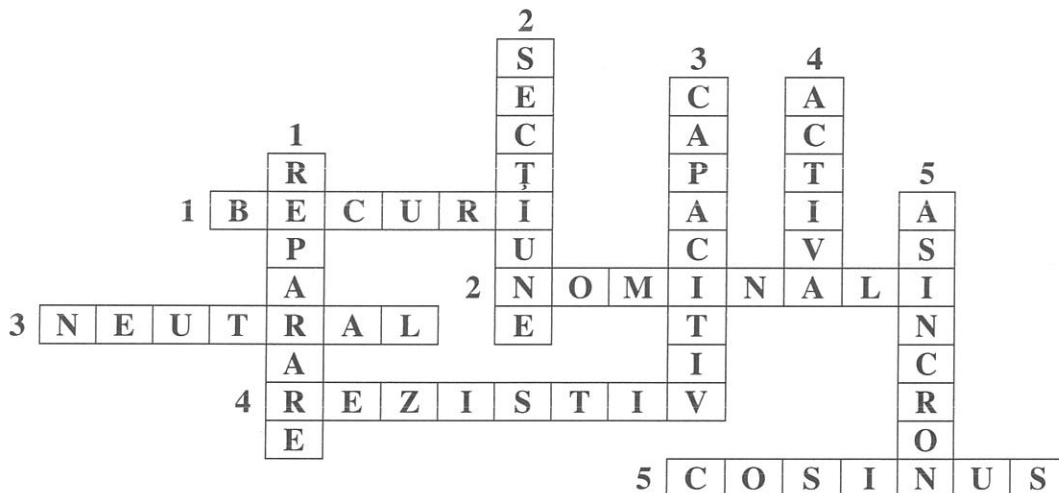
Nu se acceptă folosirea negației.

(20 puncte)

1. Bateriile de condensatoare folosite pentru îmbunătățirea factorului de putere permit realizarea unui reglaj fin al factorului de putere.
2. Atât receptoarele inductive, cât și cele capacitive au factor de putere subunitar.
3. Bateria de condensatoare se montează în serie cu receptorul care funcționează cu factor de putere scăzut.
4. Instalațiile furnizorului de energie electrică (centralele electrice și liniile de transport) se dimensionează în funcție de puterea aparentă.

D. Cuvinte încrucișate tematice

(10 puncte)



### Orizontal:

- 1 – dispozitive folosite ca rezistențe de descărcare pentru bateriile de condensatoare
- 2 – parametri la care trebuie să funcționeze receptoarele inductive pentru a avea un factor de putere cât mai ridicat
- 3 – factor de putere stabilit în instalațiile electrice în lipsa surselor specializate de compensare a puterii reactive
- 4 – tip de receptor caracterizat prin factor de putere unitar
- 5 – funcție trigonometrică utilizată în definirea factorului de putere





**Vertical:**

- 1 – proces în urma căruia motoarele electrice trebuie să-și păstreze parametrii inițiali, pentru a nu-și modifica factorul de putere
- 2 – parametru caracteristic conductoarelor electrice, influențat de scăderea factorului de putere
- 3 – tip de receptor care debitează putere reactivă în rețeaua de alimentare
- 4 – putere pe care receptoarele de energie electrică o transformă în alte forme de putere utilă
- 5 – tip de motor electric care consumă putere reactivă

**SUBIECTUL III****30 puncte**

E. O instalație electrică trifazată cu puterea activă de 40 kW este alimentată la tensiunea  $3 \times 380/220$  V, la un factor de putere  $\cos \varphi = 0,95$ .

- a) Calculați curentul absorbit de instalație de la rețea.
- b) Calculați curentul absorbit de aceeași instalație de la rețea, dacă factorul de putere scade la valoarea  $\cos \varphi' = 0,70$ .
- c) Comparați procentual valorile curenților absorbiți de instalația trifazată în cele două situații.

**BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE****SUBIECTUL I****30 puncte****A. 10 puncte**

1 – minime; 2 – electrocutare; 3 – inductiv; 4 – raportul; 5 – aparentă.

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

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

**B. 20 puncte**

1 – a; 2 – a; 3 – b; 4 – d.

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

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

**SUBIECTUL II****30 puncte****C. 20 puncte**

1 – F; 2 – A; 3 – F; 4 – A.

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

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

Reformulări:

1: Bateriile de condensatoare folosite pentru îmbunătățirea factorului de putere permit realizarea unui reglaj în trepte al factorului de putere.

3: Bateria de condensatoare se montează în paralel cu receptorul care funcționează cu factor de putere scăzut.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte **6 puncte**.

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

**D. 10 puncte**

Orizontal		Vertical	
1	becuri	1	reparare
2	nominali	2	secțiune
3	neutral	3	capacitiv
4	rezistiv	4	activă
5	cosinus	5	asincron

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

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

## E. 30 puncte

## a) 8 puncte

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 64 \text{ A}$$

Se acordă 7 puncte astfel: 2 puncte pentru relația de calcul, 2 puncte pentru înlocuiri, 1 punct pentru transformarea kW în W, 2 puncte pentru efectuarea calculelor și 1 punct pentru precizarea unității de măsură.

## b) 8 puncte

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi_2} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,70} = 87 \text{ A}$$

Se acordă 7 puncte astfel: 2 puncte pentru relația de calcul, 2 puncte pentru înlocuiri, 1 punct pentru transformarea kW în W, 2 puncte pentru efectuarea calculelor și 1 punct pentru precizarea unității de măsură.

## c) 4 puncte

$$\frac{I_2}{I_1} \cdot 100[\%] = \frac{87}{64} = 33,7\%$$

Se acordă 4 puncte astfel: 1 punct pentru relație, 1 punct pentru înlocuiri, 1 punct pentru calcule, 1 punct pentru indicarea procentului.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Hilohi, S., ș.a., Instalații și echipamente – Tehnologia meseriei. Manual pentru liceele industriale, clasele a IX-a și a X-a – domeniile de activitate electrotehnică și electronic, mine, petrol, metalurgie, construcții-montaj, transporturi, gospodărirea apelor – și școli profesionale, anii I și II, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 1993
- [2] Stan, A.I., ș.a., Aparate, echipamente și instalații de electronică industrială – Tehnologia meseriei. Manual pentru clasele a IX-a și a X-a, licee industrial și școli profesionale, meserii din domeniile: electrotehnică și electronică, mine, metalurgie, energetică, chimie industrială, materiale de construcții, transporturi și industrie alimentară, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 1999
- [3] Mira, N., ș.a., Instalații și echipamente – Tehnologia meseriei. Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a liceele industriale și de matematică-fizică cu profilurile de electrotehnică și electronică, mine, petrol, metalurgie, construcții-montaj, transporturi, gospodărirea apelor și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 1995
- [4] Mihai, I, ș.a., Manual pentru autorizarea electricienilor instalatori, Centrul de Informare și Documentare pentru Energetică, București, 1995
- [5] Dromereschi, R., ș.a., Instalații electrice, Editura M.A.S.T., București, 2008

## STAGII DE PREGĂTIRE PRACTICĂ

### MODUL IV: MAȘINI ELECTRICE

#### • NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Mașini electrice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician în instalații electrice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din stagiile de pregătire practică aferente clasei a XI-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică.

Modulul are alocat un număr de **150 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **90 ore/an** – laborator tehnologic
- **60 ore/an** – instruire practică

Modulul este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini specifice calificării profesionale *Tehnician în instalații electrice* în perspectiva folosirii tuturor achizițiilor în practicarea acestei calificări, implici în perspectiva angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician în instalații electrice*.

#### • STRUCTURĂ MODUL

#### Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

<b>URÎ 6. MONTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA MAȘINILOR ELECTRICE</b>			<b>Conținuturile învățării</b>
<b>Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)</b>			
<b>Cunoștințe</b>	<b>Abilități</b>	<b>Atitudini</b>	
6.1.1. 6.1.4.	6.2.1. 6.2.2. 6.2.3. 6.2.4. 6.2.14 6.2.18 6.2.19.	6.3.1.	<p><b>Masini electrice:</b></p> <p>Noțiuni generale cu privire la mașinile electrice (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definire,</li> <li>- clasificare</li> <li>- semne convenționale;</li> <li>- domenii de utilizare;</li> <li>- mărimi nominale.</li> </ul> <p>Construcția mașinilor electrice (elemente constructive - rol funcțional și materiale utilizate):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- transformatoare electrice (monofazate și trifazate);</li> <li>- mașini electrice de curent continuu;</li> <li>- mașini electrice de curent alternativ (asincrone, sincrone).</li> </ul> <p style="margin-left: 20px;">✓ circuitul magnetic, circuitul electric, suportul mecanic (arbori, carcase, scuturi)</p>





			<p>Regimurile de funcționare ale mașinilor electrice (valori ale mărimilor caracteristice, scheme electrice de măsurare):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regimul de funcționare în gol</li> <li>- regimul de funcționare în sarcină</li> <li>- regimul de funcționare în scurtcircuit; scurtcircuitul de probă</li> </ul> <p>Surse de informare și documentare pentru mașini electrice.</p>
6.1.2. 6.1.4. 6.1.5.	6.2.5. 6.2.6. 6.2.7. 6.2.8. 6.2.9. 6.2.14. 6.2.18. 6.2.19.	6.3.1. 6.3.2. 6.3.3. 6.3.4. 6.3.5. 6.3.6. 6.3.7. 6.3.8.	<p><b>Lucrări de montare și executare a conexiunilor mașinilor electrice</b> (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone), conform fișelor tehnologice:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- operații de montare și executare a conexiunilor;</li> <li>- operații de verificare a funcționării (porniri, opriri, mers în gol);</li> <li>- materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare;</li> <li>- fișe tehnologice;</li> <li>- norme SSM și PSI.</li> </ul> <p>Operații de verificare la punerea în funcțiune a mașinilor electrice (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verificarea rezistenței de izolație a înfășurărilor și a coeficientului de absorbție,</li> <li>- măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, puterea absorbită, frecvența tensiunii, turația etc.)</li> </ul> <p>Supravegherea în funcționare a mașinilor electrice:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, frecvența tensiunii, turația etc.)</li> </ul> <p>Surse de informare și documentare pentru mașini electrice. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)</p>
6.1.3. 6.1.4. 6.1.5. 6.1.6.	6.2.10. 6.2.11. 6.2.12. 6.2.13. 6.2.14. 6.2.15. 6.2.16. 6.2.17. 6.2.18. 6.2.19.	6.3.1. 6.3.2. 6.3.3. 6.3.4. 6.3.5. 6.3.6. 6.3.7. 6.3.8. 6.3.9.	<p><b>Lucrări de întreținere a mașinilor electrice</b> (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone), conform fișelor tehnologice:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- operații de demontare/ montare a mașinilor electrice;</li> <li>- aprecierea gradului de umezeală (determinarea parametrilor caracteristici tgδ, C2/C50)</li> <li>- operații de verificare a funcționării prin valorile măsurate ale parametrilor și prin încercări caracteristice (rezistență ohmică, rigiditate dielectrică, raport de transformare, grupe și scheme de conexiuni, încercări de gol, încercări de scurtcircuit, funcționare în sarcină);</li> <li>- depistarea defectelor de natură electrică (întreruperi, scurtcircuite) sau mecanică (strangere miez, deteriorare cuplaj, deteriorare colector, etc.) și remedierea acestora;</li> <li>- materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control</li> </ul>

			<p>necesare;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fișe tehnologice;</li> <li>- norme SSM și PSI.</li> </ul> <p>Surse de informare și documentare pentru mașini electrice. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)</p> <p>Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor: modalități de recuperare și re folosire a materialelor în cadrul lucrărilor de montare/întreținere a mașinilor electrice.</p>
--	--	--	--

**LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):**

- Subansambluri constructive ale mașinilor electrice;
- Mijloace de măsură și control: pentru măsurări dimensionale, pentru măsurarea mărimilor electrice;
- SDV-uri și materiale specifice lucrărilor de montare și de întreținere a mașinilor electrice;
- Documentație tehnică și tehnologică;
- Echipament individual de securitatea muncii;
- Scule și dispozitive pentru lucrări de montare, întreținere și reparare a echipamentelor electrice de j.t. (trusa electricianului – clești de diferite tipuri: multifuncțional, sertizat, presă; cuțite);
- Aparate de măsură pentru mărimi electrice: ampermetre, voltmetre, wattmetre, multimetre.
- Tahogeneratoare pentru măsurarea turației motoarelor;
- Cabluri și conductoare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, pistol de lipit, aliaj pentru lipit;
- Motoare de c.c. și motoare de c.a., transformatoare electrice monofazate și trifazate;
- Panoplii cu componente și subansambluri ale motoarelor și transformatoarelor electrice;
- Machete funcționale, mașini electrice secționare;
- Bancuri de lucru;
- Echipament individual de securitatea muncii.

• **SUGESTII METODOLOGICE**

Conținuturile modului **Mașini electrice** trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Elevii, ca persoane care învață, pot avea stiluri de învățare diferite și prefera să fie activi în diferite feluri.

Pot prefera să:

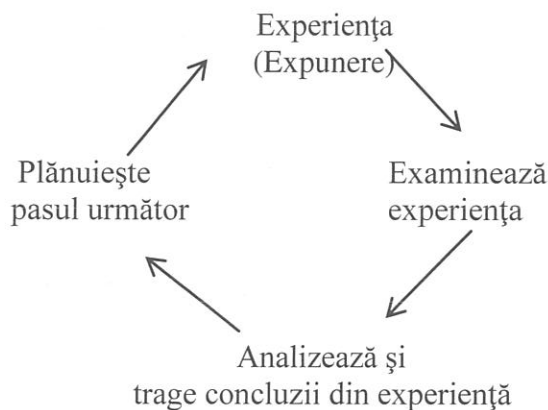
- fie activi și entuziași în noile experiențe;
- să strângă informații și să reflecteze asupra lor înainte de a ajunge la o concluzie;
- să fie analitici și să integreze observațiile noastre în teorii raționale; sau
- să fie foarte pragmatici, încercând lucrurile fără discuții lungi.

În același timp, pot prefera să intre în ciclul învățării în diferite puncte ale ciclului învățării

(după Kolb).



Elevii pot prefera să primească informațiile în diferite feluri. Fleming a observat că există elevi cărora le place să recepteze idei noi vizual, auditiv, prin citit sau prin simțurile kinestezice, precum pipăitul sau mișcarea. Astfel, pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus.



Elevii pot prefera să primească informațiile în diferite feluri. Fleming a observat că există elevi cărora le place să recepteze idei noi vizual, auditiv, prin citit sau prin simțurile kinestezice, precum pipăitul sau mișcarea. Astfel, pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus.

Modulul **Mașini electrice**, în cadrul stagiilor de practică, are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice.

Profesorul devine o resursă. El poate împărtăși acest rol cu maiștrii, bibliotecarii, directorii centrelor de resurse, cu cei responsabili pentru oferta IT și cu persoanele din afara școlii, precum agenții economici. În învățarea centrată pe elev, activitatea profesorului trebuie să țină cont de:

- înlocuirea prelegerilor cu învățarea activă;
- integrarea programelor de învățare în ritm propriu;
- organizarea unor situații cooperante în grup;
- în ultimă instanță, considerarea elevului drept responsabil.

În învățământul profesional și tehnic învățarea ar trebui să aibă un scop clar. Acesta este exprimat prin competențele pe care elevii trebuie să le dobândească. Într-o abordare centrată pe elev este necesar să stabilim clar cu elevii noștri ce competențe vor dobândi. O evidență a competențelor convenite și a progreselor făcute în dobândirea acestora este foarte utilă pentru a ne asigura că sunt menținute direcția și avântul în procesul de învățare.

Stagiile de pregătire practică constituie o metodă în sine de instruire centrată pe elev. Această metodă poate fi mult mai eficientă dacă:

- Fiecare elev va îndeplini sarcina de lucru și va fi capabil să o realizeze singur.
- Primesc instrucțiuni în scris, pe care să le urmeze, însoțite de diagrame, dacă este cazul.
- După o demonstrație inițială, elevii sunt implicați, prin întrebări despre ceea ce au văzut, de ce cred ei că s-a procedat astfel.
- Se împart elevii în grupuri de câte trei. Primul elev dă instrucțiuni celui de-al doilea, iar al treilea verifică progresul activității. Apoi fac schimb de roluri până când fiecare elev a îndeplinit toate cele trei roluri. Această abordare contribuie la implicarea în diferitele etape ale ciclului învățării. Acest mod de a organiza activitățile elevilor înseamnă că grupurile de elevi pot lucra în același timp la sarcini diferite, ceea ce ajută să fie depășită dificultatea de a implica activ toți elevii, având la dispoziție un număr limitat de echipamente.

- Se evită simulările, dacă nu este absolut imposibil, oferindu-le elevilor experiențe reale.

Astfel, se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES. Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;

- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;

- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării, existente în școală sau la operatorul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Studiul construcției mașinilor electrice (transformatoare electrice (monofazate și trifazate), mașini electrice de curent continuu, mașini electrice de curent alternativ (asincrone, sincrone).
2. Măsurarea tensiunilor la bornele înfășurărilor (primară, secundară), a intensității curentului absorbit, a puterii electrice consumate, la proba de mers în gol a unui transformator monofazat, după reparare
3. Măsurarea rezistenței de izolație a înfășurărilor și a coeficientului de absorbție R60/R15 la un transformator reparat
4. Verificarea raportului de transformare la transformator, după reparare
5. Verificarea grupeii de conexiuni la un transformator trifazat, după reparare
6. Verificarea funcționării unui transformator în sarcină prin măsurarea parametrilor electrici
7. Verificarea transformatoarelor după reparare prin încercarea de scurtcircuit
8. Verificarea rigidității dielectrice a izolației transformatoarelor
9. Măsurarea rezistenței înfășurărilor unui transformator în c.c., după efectuarea lucrărilor de reparații
10. Verificarea înfășurărilor transformatorului pentru aprecierea gradului de umezeală (determinarea parametrilor caracteristici tg $\delta$ , C2/C50)
11. Măsurarea parametrilor de funcționare în sarcină a unui transformator monofazat.
12. Verificarea mașinilor electrice după remontare: măsurarea rezistenței de izolație a înfășurărilor, măsurarea rezistenței ohmice a înfășurărilor
13. Verificarea mașinilor electrice după remontare: încercarea rigidității dielectrice a înfășurărilor prin proba cu tensiune mărită alternativă de 50 Hz
14. Verificarea funcționării mașinilor electrice prin proba de mers în gol: măsurarea parametrilor caracteristici
15. Verificarea funcționării mașinilor electrice prin proba de mers în sarcină: măsurarea parametrilor caracteristici (tensiune, curent absorbit, turație, putere activă/reactivă consumată)
16. Studiul funcționării transformatorului trifazat în gol/în sarcină simetrică/asimetrică
17. Execuția grupelor de conexiuni: Yy-6, Yy-12, Yd-11
18. Verificarea turației motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit după lucrări de montare și execuție a conexiunilor electrice
19. Verificarea turației motorului de curent continuu cu excitație separată/derivație după lucrări de montare și execuție a conexiunilor electrice



20. Verificarea curenților prin înfășurările motorului de curent continuu cu excitație separată (înfășurarea de excitație și înfășurarea indusului) după lucrări de montare și executare a conexiunilor electrice
21. Funcționarea în gol a unui transformator monofazat. Măsurarea tensiunilor de alimentare, a intensității curentului de gol, a puterii electrice consumate.
22. Funcționarea în scurtcircuit a unui transformator monofazat. Măsurarea tensiunii de scurtcircuit, a intensității curentului, a puterii electrice consumate.
23. Măsurarea parametrilor de funcționare a unui transformator monofazat în sarcină.
24. Studiul transformatorului trifazat. Execuția grupelor de conexiuni: Yy-6, Yy-12, Yd-11
25. Pornirea directă motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit. Măsurarea turației.
26. Pornirea unui motor de curent continuu cu excitație separată. Măsurarea turației.
27. Pornirea unui motor de curent continuu cu excitație derivație. Măsurarea intensității curentului de excitație și a intensității curentului prin indus.
28. Pornirea în asincron a unui motor sincron. Măsurarea turației.

De asemenea, pentru **lucrările practice din atelierul școlii sau de la operatorul economic**, sugerăm următoarea listă orientativă de lucrări:

1. Identificarea mașinilor electrice într-un sistem de acționare dat/într-o instalație dată și determinarea caracteristicilor tehnico-funcționale ale acestora.
2. Confecționarea unui transformator monofazat de mică putere.
3. Execuția legăturilor la bornele înfășurărilor unui transformator trifazat pentru obținerea unei grupe de conexiuni date (de exemplu, Yy-6, Yy-12, Yd-11).
4. Realizarea legăturilor la o placă de borne pentru un motor asincron cu inele/cu rotorul în scurtcircuit.
5. Confecționarea plăcii de borne pentru un motor asincron care pornește prin schimbarea conexiunii statorice stea/triunghi și efectuarea conexiunilor.
6. Confecționarea bobinajului statoric pentru un motor de curent continuu.
7. Echiparea cu papuci a cablurilor de legătură la bornele mașinilor/transformatoarelor electrice.
8. Montarea/asamblarea elementelor constructive ale unui transformator trifazat cu bobine concentrate pe miez cu coloane și juguri.
9. Întreținerea transformatoarelor.
10. Repararea înfășurărilor unui transformator prin reizolare și/sau rebobinare.
11. Demontarea mașinilor electrice pentru acces la subansamblurile componente (rotor, sistem perii-colector, sistem perii-inele colectoare, bobinal statoric).
12. Repararea inelelor colectoare, a portperiilor și a periilor colectoare ale mașinilor electrice.
13. Montarea rotorului unui motor asincron de mică putere.
14. Montarea sistemului de perii colectoare la un motor de curent continuu.
15. Întreținerea colectorului unui motor de curent continuu.
16. Transformarea unui motor asincron trifazat într-un motor asincron monofazat.
17. Depistarea defectelor în bobinaje datorate scurtcircuitelor.
18. Refacerea bobinajelor defecte ca urmare a unui scurtcircuit.

Pregătirea practică în laboratorul tehnologic se realizează respectând specificitatea activităților de învățare (prin efectuarea unor lucrări de laborator) pentru care profesorul va pregăti materiale de învățare – îndrumări de laborator. Structura materialelor de învățare proiectate pentru lucrările de laborator ar trebui să includă, după caz, referiri la următoarele aspecte:

- a. Tema abordată
- b. Noțiuni teoretice
- c. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării
- d. Breviar de calcul
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru



- f. Tabel de date experimentale/date calculate
- g. Concluzii și observații personale

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea standului de lucru, alegerea aparatelor necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc.

Se prezintă o lucrare de laborator prin care sunt vizate următoarele rezultate ale învățării:

### 6.1.3. Lucrări de întreținere a mașinilor electrice, conform fișelor tehnologice:

- operații de verificare a funcționării;
- materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare;
- norme SSM și PSI.

### 6.2.13. Verificarea funcționării mașinilor electrice după finalizarea lucrărilor de întreținere.

### 6.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

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

## LUCRARE DE LABORATOR

### a. Tema abordată:

Verificarea motorului electric de curent continuu cu excitație separată, la punerea în funcțiune, prin proba de mers în gol: măsurarea parametrilor caracteristici (tensiune, curent absorbit, turație, putere activă, turație)

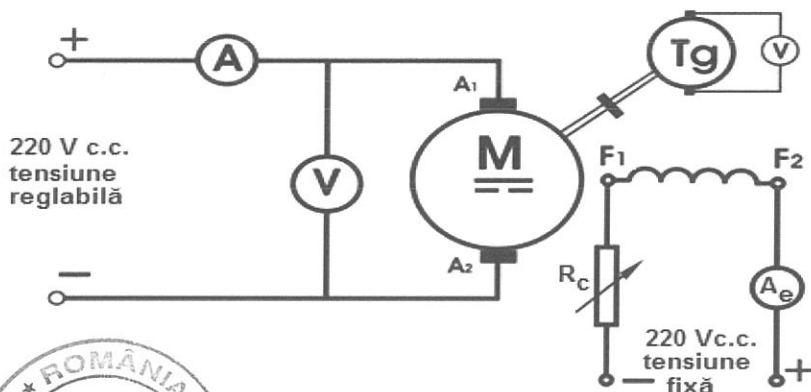
### b. Noțiuni teoretice

Motorul de c.c. este utilizat cel mai frecvent în tracțiunea electrică (tramvai, troleibus) deoarece acesta permite modificarea turației în limite largi cu metode simple (cu reostat în circuitul rotoric, prin modificarea tensiunii de alimentare sau prin modificarea curentului de excitație).

În cadrul lucrării se vor măsura:

- curentul absorbit în rotor și în circuitul de excitație;
- tensiunile de alimentare pentru circuitul indusului și de excitație;
- puterea absorbită;
- turația motorului.

### c. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării:



A, Ae – ampermetre de c.c.  
 V – voltmetru de c.c.  
 Tg, V – tahogenerator cu voltmetru indicator  
 Rc – reostat de câmp (pentru reglarea curentului de excitație)





#### d. Breviar de calcul

Puterea absorbită de motor se calculează cu relația:

$$P = U \cdot I \quad [P \text{ în } W, U \text{ în } V, I \text{ în } A]$$

#### e. Instrucțiuni de lucru

- Se realizează montajul conform schemei anterioare
- Se variază:

fie tensiunea de alimentare măsurându-se turația motorului, tensiunea la bornele indusului și curentul prin indus;

fie curentul de excitație (și implicit, fluxul magnetic inductor), cu ajutorul reostatului de excitație  $R_c$ , măsurându-se, la fel, turația motorului, tensiunea la bornele indusului și curentul prin indus, precum și curentul de excitație.

- Turația se măsoară cu ajutorul tahogeneratorului ( $T_g$ ) montat pe același ax cu rotorul motorului, citind indicația voltmetrului indicator.
- Se calculează, pentru fiecare set de valori ( $U;I$ ) puterea consumată de motor

#### f. Tabel de date experimentale/date calculate

Rezultatele măsurătorilor și ale calculelor se trec în tabelul:

U [V]	I [A]	$I_e$ [mA]	P [W]	n [rot/min]

#### g. Concluzii și observații personale

Se formulează observații referitoare la ordinul de mărime al mărimilor măsurate/calculate prin comparație cu valorile nominale ale acestora (înscrise pe plăcuța motorului).

Pentru lucrările de laborator se propun grile de înregistrare a comportamentului elevilor:

#### Grilă de observație a comportamentului cognitiv al elevilor

Data: .....

Scopul observației: .....

Contextul în care se realizează observația (lucrarea): .....

Clasa: .....

Durata observației: .....

Comportamentul urmărit	Intervalul de timp			
	1	2	3	4
Utilizează limbajul adecvat contextului				
Adresează întrebări referitoare la tema abordată				
Oferă exemple după modelul profesorului				
Oferă exemple originale				
Manifestă capacitate de transfer a cunoștințelor				
Reține cu ușurință informațiile vehiculate de profesor				
Rezolvă sarcinile într-un mod original (inedit)				

#### Notă

Completarea grilei se face astfel: pentru fiecare elev supus observației într-un anumit interval de timp (1 – primul minut pentru elevul A; 2 – următorul minut pentru elevul B, etc), se consemnează inițiala prenumelui în coloana corespunzătoare comportamentului manifestat de elev.



## Observații/comentarii

### Grilă de înregistrare a frecvenței unor categorii de comportamente

Numele și prenumele	Agresivitate			Cooperare			Dependență			Autonomie			Observații
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	

#### Notă

Completarea grilei pentru comportamente observate se face astfel: pentru fiecare elev supus observației se consemnează gradul de manifestare a comportamentelor observate (1 – scăzut, 2 – mediu, 3 -ridicat).

## Observații/comentarii

### Lucrările practice se pot realiza atât la operatorul economic cât și în cadrul atelierelor școlare.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD – uri);
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- studii de caz;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/ în echipă.

**Investigația** este o metodă adecvată didacticii disciplinelor științifice, prin aceea că propune un demers care conduce la formarea de concepte, deprinderi și atitudini specifice științelor. Investigația ca demers didactic:

- se concentrează pe o întrebare/ problemă/fenomen;
- începe cu ceea ce elevii știu, angajându-i în căutarea răspunsurilor și a explicațiilor (ceea ce presupune colectarea și analiza informațiilor, avansarea de predicții, crearea, modificarea și respingerea unor explicații);
- continuă cu relaționarea rezultatelor cu cunoștințele din domeniu conducând la aprofundarea înțelegerii și la asumarea de către elevi a propriei învățări;
- se finalizează cu folosirea noii perspective dobândite pentru a aborda noi probleme și a testa și dezvolta explicațiile obținute pentru alte fenomene de interes.

#### Etape ale investigației:

- observare;
- manifestarea curiozității;
- formularea întrebărilor pornind de la cunoștințe anterioare;
- avansarea ipotezelor;
- colectarea de probe;
- folosirea cercetărilor anterioare;
- impact asupra comunității;
- propunerea unei explicații posibile.

O unitate de învățare poate fi construită pe secvențele investigației științifice. Unitatea de învățare bazată pe investigație este o succesiune de lecții focalizate pe o întrebare. Stabilirea răspunsului la întrebare eșalonează lecțiile pe etapele investigației:

- I. formularea întrebării și avansarea ipotezelor: evocare/ anticipare;
- II. testarea ipotezelor alternative: explorare/ experimentare;
- III. propunerea unei explicații: reflecție/ explicare;
- IV. testarea explicației prin includerea altor cazuri particulare; raportarea rezultatelor: aplicare;
- V. impactul noilor cunoștințe în diferite domenii: transfer.

### Exemplu de investigație:

#### “De ce mașinile electrice sunt diferite din punct de vedere constructiv?”

Plecând de la observarea elementelor constructive de bază: sistem electric, sistem magnetic și sistem mecanic, elevii să investigheze formele constructive diferite funcție de tipul de mașină electrică.

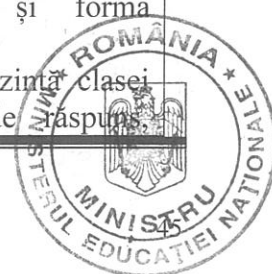
### SCENARIUL INVESTIGAȚIEI

(Scenariul unității de învățare modelate de etapele investigației)

Precizări metodice	Activitatea elevilor
<b>Etapa I. Evocare/ Anticipare</b>	
<p><b>Procesul cognitiv:</b> ANTICIPARE-PLANIFICARE</p> <p><b>Momentele:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Observare;</li> <li>b. Manifestarea curiozității (evocarea experiențelor personale);</li> <li>c. Formularea întrebărilor (pe baza cunoștințelor anterioare);</li> <li>d. Selectarea întrebării de investigat;</li> <li>e. Avansarea ipotezelor (preliminare)<sup>66</sup>;</li> <li>f. Evaluarea ipotezelor.</li> </ul> <p><b>Scenariul lecției:</b> TEHNOLOGIC.</p> <p><b>Elevii:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. definesc conceptul (construcția mașinilor electrice);</li> <li>2. caută mijloace de explicare (evocă imagini);</li> <li>3. fac o primă încercare de explicare (întrebări despre cauze);</li> <li>4. fac a doua încercare de explicare (avansarea legăturii între construcție și funcționalitate).</li> </ul> <p>Rolul celui ce predă:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- înlesnește formularea întrebărilor;</li> <li>- comunică prin întrebări, în special, divergente;</li> <li>- nu acceptă răspunsuri scurte sau simple;</li> <li>- se abține să dea răspunsuri</li> </ul> <p>Întrebarea de investigat cere, în momentul apariției, o evaluare didactică necesară ajustării proiectului didactic, și anume, dacă întrebarea de investigat este convergentă:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cu nevoile de învățare ale elevilor?</li> </ul>	<p>(a) Lucrând în perechi, elevii <b>evocă</b> în diverse feluri (oral, în scris, prin desene, joc de rol, experimente etc.) observații, experiențe și întâmplări personale privind „mașinile electrice“. De exemplu, un elev spune: „tata a adus bateria de la automobilul nostru, în casă, spunându-mi că trebuie încărcată. Pentru asta a folosit o “mașină electrică”, spunea el, numită transformator. Mai târziu am dus bateria împreună, la automobil, și acolo am văzut electromotorul despre care mi-a spus că este tot o mașină electrică, dar de ce arată cu totul altfel?”</p> <p>(b) Lucrând în perechi, elevii</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- examinează întrebarea colegului lor, pentru a o clarifica și înțelege mai bine (întrebările „De ce?“ se traduc prin întrebări „Cum?“; cauzale);</li> <li>- evaluează întrebarea pe baza unor criterii precum: explicația este necunoscută (interesantă)?; exprimă fapte sau opinii (natura științifică)?; este accesibilă/ legată de temă (relevantă)?; cere activități variate (productivitate)?; oferă variate cauze posibile de analizat (complexitate)? etc.;</li> <li>- formulează răspunsuri, pe baza a ceea ce știu, consultând diferite surse: „probabil că locașul unde este montat electromotorul i-a determinat forma“; „probabil că electromotorul are alt rol funcțional“; „dacă s-ar schimba sursa de alimentare, s-ar schimba și forma constructivă?“; și altele.</li> </ul> <p>(c) Lucrând în perechi, elevii prezintă clasei produsele realizate, variantele de răspunsuri</p>

Tehnician în instalații electrice

Clasa a XI-a, domeniul de pregătire profesională: Electric



<ul style="list-style-type: none"> <li>- cu tema în curs?</li> <li>- cu structurile noționale propuse de programă?</li> <li>- cu obiective particulare?</li> <li>- cu formarea priceperii de a investiga?</li> </ul>	<p>compară răspunsurile lor cu cele ale colegilor de clasă, evaluând explicațiile (testabile, simple descrieri, enunțuri de opinie) și comunică în clasă punctele lor de vedere.</p>
--	--

### Etapa a II-a. Explorare/ Experimentare

<p><b>Procesul cognitiv:</b> ANALOGIA CU ANTICIPAREA UNUI EFECT</p> <p><b>Momentele:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Reperarea sarcinii/ problemei;</li> <li>b. Analogie cu situațiile cunoscute;</li> <li>c. Proiectarea investigației;</li> <li>d. Documentare (examinarea a ceea ce se cunoaște);</li> <li>e. Colectarea probelor (preliminare);</li> <li>f. Formularea concluziei (preliminare).</li> </ol> <p><b>Scenariul lecției:</b> EXPERIMENTAL.</p> <p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. reperează o explicație posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifi ce);</li> <li>2. caută mijloace (cognitive și materiale) care vor permite verificarea;</li> <li>3. experimentează unul dintre aceste mijloace;</li> <li>4. constată dacă este eficient sau nu;</li> <li>5. experimentează un nou mijloc (dacă precedentul nu a fost eficient).</li> </ol> <p><b>Rolul celui ce predă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- înlesnește constituirea echipelor de lucru pentru verifi carea ipotezelor;</li> <li>- sprijină reperarea sarcinii/ problemei în cadrul grupului;</li> <li>- încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții;</li> <li>- evită să intervină, să medieze, să judece ceea ce spun elevii;</li> <li>- se abține să dea defii niții și soluții;</li> <li>- nu rezumă discuțiile elevilor.</li> </ul> <p><b>Argumentarea</b> răspunsurilor/ explicațiilor posibile poate avea durate diferite. Colectarea probelor poate fi extinsă în afara orelor de clasă.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. În funcție de răspunsul dat sau de preferințe, elevii <b>alcătuiesc</b> grupuri de lucru pentru verifi carea ipotezelor/ variantelor de răspuns; denumesc grupurile de lucru proprii (folosind expresii sugerate de alegerile efectuate, de caracteristicile grupului de lucru etc.);</li> <li>2. În grupurile de lucru alcătuite, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii <b>proiectează</b> investigațiile (detaliile problemei, conexiuni/ analogii cu experiențele proprii, sarcini personale, procurarea materialelor, reglarea instrumentelor de măsură, planifi carea etapelor etc.), colectează probe pentru verifi carea răspunsului, formulează observații preliminare, de ex.:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. unele mașini electrice sunt alimentate de la baterii, altele de la priză;</li> <li>b. indiferent de la ce se alimentează (baterii sau priză) o parte se mișcă iar alta nu;</li> <li>c. alimentându-se de la priză transformatorul funcționează, dacă il alimentăm de la baterie nu funcționează;</li> <li>d. unele miezuri sunt masive iar altele din table suprapuse;</li> <li>e. unele table sunt izolate între ele, altele nu au izolație între ele</li> <li>f. toate mașinile care au o parte rotativă, au un ax și pe acest ax este montat un ventilator</li> </ol> </li> <li>3. Dacă și-au încheiat activitatea, elevii <b>reorganizează</b> grupele de lucru, orientându-se către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare.</li> </ol>
---	--

### Etapa a III-a. Reflecție/ Explicare

<p>Procesul cognitiv: INDUCȚIA</p> <p><b>Momentele:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Sinteza datelor colectate;</li> <li>b. Idealizarea (simplifi carea) observațiilor;</li> <li>c. Distingerea unor reguli/ paternuri în datele colectate;</li> <li>d. Compararea explicațiilor alternative;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii sintetizează datele obținute, expun în fața clasei informațiile colectate, produsele realizate (modele experimentale, desene, copii după documente, postere etc.), disting reguli/paternuri în datele colectate și explicații preliminare. De exemplu:</li> </ol>
---	---



<p>e. Propunerea unei explicații preliminare.</p> <p><b>Scenariul lecției: INDUCTIV.</b></p> <p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. sintetizează probele colectate;</li> <li>2. elaborează o primă explicație (o primă regulă de producere a fenomenului);</li> <li>3. observă exemple și contraexemple ale explicației;</li> <li>4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplurilor și să nu contravină contraexemplurilor).</li> </ol> <p><b>Rolul celui ce predă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- invită elevii să sintetizeze observațiile;</li> <li>- sprijină elevii să definească noțiunile noi;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mașinile electrice observate se deosebesc prin sursa de alimentare, respectiv, prin faptul că sunt alimentate în curent continuu sau curent alternativ;</li> <li>- că o mașină electrică nu are părți în mișcare;</li> <li>- că formele bobinelor (sistemul electric) sunt diferite;</li> <li>- că formele de miez magnetic sunt diferite etc.;</li> </ul> <p>2. Prin discuții cu profesorul, elevii denumesc tipurile de mașini electrice, rolul părților lor constructive, domeniile de utilizare.</p>
<p><b>Etapa a IV-a. Aplicare</b></p>	
<p><b>Procesul cognitiv: DEDUCȚIA</b></p> <p><b>Momentele:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Includerea altor cazuri particulare în demonstrarea explicației;</li> <li>b. O privire sceptică asupra explicației (confruntarea cu noi probe, din surse diverse);</li> <li>c. Revizuirea și consolidarea explicației, în lumina noilor probe colectate (ce este și ce nu este un lucru);</li> <li>d. Verifi carea unor previziuni pe baza explicației (interpolări, extrapolări);</li> <li>e. Comunicarea rezultatelor (un test final al explicației).</li> </ol> <p><b>Scenariul lecției: DEDUCTIV.</b></p> <p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. observă o regulă/ o explicație a conceptului sau produsului de realizat;</li> <li>2. creează exemple particulare care convin acestei reguli și explicitează caracteristici ale exemplurilor care sunt sau nu conforme cu regula;</li> </ol> <p><b>Rolul celui ce predă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții;</li> <li>- intervine, mediază, judecă ceea ce spun elevii;</li> <li>- înlesnește formularea întrebărilor;</li> <li>- comunică prin întrebări, în special, divergente;</li> <li>- se abține să dea răspunsuri.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii <b>analizează</b> datele credibile (Ce date păstrăm, ce date eliminăm?), <b>evaluatează</b> rezultatele proprii și procedurile folosite (Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm? Este acest model potrivit pentru această investigație? Ce explicații sunt susținute de probe? Este o explicație mai bună decât alta?);</li> <li>2. Lucrând în grupuri, elevii testează explicația pe alte cazuri particulare („Dacă asta pare să fi e explicația, atunci trebuie mai bine aprofundată!“), realizând previziuni (interpolări, extrapolări) de felul: <ul style="list-style-type: none"> <li>- unii <b>măsoară</b> tensiunea electrică de alimentare, observă forma bobinajului prin care circula curentul electric;</li> <li>- alții <b>determină</b> experimental funcționarea transformatorului și a mașinii de curent continuu;</li> <li>- unii <b>explică</b> fenomene care se produc în funcționarea unei mașini electrice;</li> </ul> </li> <li>3. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>întocmesc</b> un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigației proprii („Acum știi care pot fi formele de bobine care echipează mașinile electrice, respectiv ale miezurilor magnetice“);</li> <li>- <b>prezintă</b> produsele realizate și rapoartele de lucru în fața clasei;</li> <li>- <b>analizează</b> noțiuni specifice investigației (explicații alternative, probe ce nu explică observațiile inițiale, probe ce susțin parțial observațiile, explicații adevărate, explicații corecte)</li> </ul> </li> </ol>





### Etapa a V-a. Transfer

<p><b>Procesul cognitiv:</b> ANALOGIA CU ANTICIPAREA UNUI MIJLOC</p> <p><b>Momentele:</b></p> <p>a. Informarea publicului (a unor factori de decizie, cu privire la rezultatele obținute);</p> <p>b. Analogie cu situațiile cunoscute;</p> <p>c. Impactul rezultatelor obținute (asupra nevoilor proprii și ale comunității - învățare, cunoaștere, protecția mediului etc.).</p> <p><b>Scenariul lecției:</b> EMPIRIC.</p> <p>Elevul:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. imaginează o primă încercare a produsului pe care trebuie să-l realizeze, pentru a vedea ce anume știe deja să facă în acest scop;</li> <li>2. observă și analizează reușitele acestei prime încercări, făcând comparații cu primele încercări ale altor elevi; el elaborează astfel o primă listă a criteriilor de evaluare a produsului – prima reprezentare a produsului de realizat;</li> <li>3. face a doua încercare;</li> <li>4. observă și analizează noile criterii de evaluare pe care le-a îndeplinit – a doua reprezentare a produsului de realizat;</li> </ol> <p><b>Rolul celui ce predă</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții;</li> <li>- intervine, mediază, judecă ceea ce spun elevii;</li> <li>- înlesnește formularea întrebărilor;</li> <li>- comunică prin întrebări, în special, divergente;</li> <li>- se abține să dea răspunsuri.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lucrând în grupuri, prin discuții între ei, respectiv, cu învățătorul, elevii <b>investighează</b> consecințe ale explicației găsite: <ul style="list-style-type: none"> <li>- unii <b>evocă</b> (prin desene, eseuri scurte, construcții) în lumina noilor cunoștințe, experiențe proprii, observații cu privire la construcția unor echipamente care au în construcție mașini electrice;</li> <li>- alții <b>evocă</b> diverse utilizări ale mașinilor electrice care ușurează activitatea oamenilor;</li> <li>- unii <b>determină</b> parametri de funcționare ale mașinilor electrice: tensiune de alimentare, turație, etc.;</li> <li>- unii <b>construiesc</b> machete, jucării (transformator pentru instalație de beculețe, bobine, etc.);</li> <li>- alții <b>estimează</b> parametrii constructivi ai unei mașini electrice (materiale, forme) care să realizeze un ansamblu funcțional;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individual sau în grup, elevii: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>expun</b> produsele realizate (planșe, desene, machete etc.) în expoziții școlare, la întâlniri cu responsabili ai administrației locale;</li> <li>- <b>informează</b> factori de decizie cu privire la calitatea unor produse, măsuri necesare de protecție a mediului, a propriei persoane și altele.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol>
--	---

#### • SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii au atins rezultatele învățării și și-au format competențele stabilite în Standardul de Pregătire Profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

##### a. Continuă:

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.

- Va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.





Se propun următoarele **instrumente de evaluare continuă**:

- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare/interevaluare;
- Portofoliul;
- Referatul științific;
- Proiectul;
- Activități practice + Fișe de observație;

**b. Finală:**

- Realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se propun următoarele **instrumente de evaluare finală**:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- Studiul de caz, cu variantele sale (prezentare de informații + sarcini de lucru pe baza acestora, sarcini de lucru rezolvate prin documentare + prezentare rezultate), folosit de exemplu, pentru un produs, o imagine, sau o înregistrare electronică referitoare la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluarea de tip formativ și, la final, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

Evaluarea sumativă trebuie proiectată astfel încât să fie respectate criteriile și indicatorii de realizare a acestora prevăzute în standardul de pregătire profesională.

## **PORTOFOLIUL – exemplu de evaluare**

Portofoliul constituie un instrument de evaluare complementară în spațiul școlii, iar în viața cotidiană reprezintă o formă tot mai utilizată de a prezenta rezultatele/ succesele unei organizații sau ale unei persoane. Atât în viață cât și în școală, portofoliul permite observarea evoluției, a dezvoltărilor petrecute în timp. Din această perspectivă, elevul are posibilitatea de a revizita concepte din cadrul disciplinelor studiate, conexiuni între acestea. Este favorizată astfel posibilitatea aprofundării achizițiilor, dar și construirea competențelor metacognitive – elevii au posibilitatea de a reflecta asupra modului în care învață (aflând ce puncte tari au, ce puncte slabe) și de a lua decizii asupra procesului propriei învățări. Din aceasta cauză, nu orice colecție de fișe/ desene/obiecte constituie un portofoliu. În absența posibilității reflectării asupra evoluției în învățare, constructul realizat se reduce la o mapă de resurse tematice.

La modul practic, portofoliul este o colecție de probe date de elevi, înregistrări ale observărilor sistematice ale comportamentului său, proiecte, fișe de autoevaluare, alte produse finale sau intermediare.



Dacă strategiile active determină elevul să fi e subiectul principal al activității de predare-învățare, prin intermediul portofoliului el devine actantul evaluării. Prin urmare, își conștientizează propriul progres, își descoperă și folosește punctele tari, își descoperă și ameliorează punctele slabe. Pe scurt, elevul își dezvoltă metacogniția cu toate avantajele pe care aceasta le presupune (pe termen scurt – motivație pentru învățare, pe termen lung – abilități de educație permanentă). Portofoliul oferă măsura evoluției achiziției și satisfacerii standardului pe parcursul construirii învățării. Iată de ce un portofoliu standardizat național ar fi și un instrument serios de evaluare.

O altă formă de abordare a portofoliului este **portofoliul de grup**, atunci când se formează un grup de lungă durată, cu membri stabili, în cadrul metodei de învățare prin cooperare. Acest portofoliu de grup, ca metodă de evaluare/autoevaluare se poate utiliza pentru acest modul pe întregul an școlar și sunt vizate toate rezultatele învățării ale modului de „**Mașini electrice**”

*Portofoliul de grup* este o colecție organizată de lucrări/mostre din activitatea grupului, acumulate în timp, precum și mostre din lucrările individuale ale membrilor grupului.

Elementele ce se pot regăsi într-un portofoliu de grup sunt următoarele:

- ✓ Coperta, care reflectă în mod creativ personalitatea grupului.
- ✓ Cuprinsul.
- ✓ Prezentarea grupului și a membrilor săi.
- ✓ Introducerea și argumentația privind mostrele alese.
- ✓ Mostre care au necesitat cooperarea între membrii grupului pentru a fi realizate.
- ✓ Observații ale membrilor grupului privind modul lor de interacțiune în timpul activității în comun.
- ✓ Autoevaluări ale membrilor grupului și evaluarea grupului de către aceștia.
- ✓ Mostre individuale revizuite pe baza feedbackului primit de la grup și de la profesor.
- ✓ Autoevaluări ale membrilor grupului cu privire la calitățile și punctele slabe ale interacțiunii sociale-modul în care au potențat eficiența grupului și au ajutat alți colegi să învețe.
- ✓ listă a viitoarelor obiective de învățare și deprinderi sociale pe care și le propun membrii grupului.
- ✓ Comentarii și feedback din partea profesorilor, metodiștilor și a altor grupuri de studiu.

### Criteria de apreciere și indici pentru evaluarea portofoliului

Criteria de apreciere și indici	DA	Parțial	NU	Observații
<b>1. PREZENTARE</b> – evoluția evidențiată față de prima prezentare a portofoliului; – dacă este complet; – estetica generală. <b>2. REZUMATE</b> – cu ceea ce a învățat elevul și cu succesele înregistrate; – calitatea referatelor; – concordanță cu temele date; – cantitatea lucrărilor. <b>3. LUCRĂRI PRACTICE</b> – adecvarea la scop; – eficiența modului de lucru; – rezultatul lucrărilor practice; – dacă s-a lucrat în grup sau individual; – repararea eficientă a sarcinilor. <b>4. REFLECȚIILE</b> elevului pe diferite părți ale				



portofoliului; – reflecții asupra propriei munci; – reflecții despre lucrul în echipă (dacă e cazul); – așteptările elevului de la activitatea desfășurată. 5. CRONOLOGIE – organizarea în ordine cronologică a materialelor. 6. AUTOEVALUAREA elevului: – autoevaluarea activităților desfășurate; – concordanța scop-rezultat; – progresul realizat; – nota obținută prin autoevaluare. 7. ALTE MATERIALE, calitatea acestora; – adecvarea la tema propusă; – relevanța pentru creșterea aprecierilor.				
---	--	--	--	--

Portofoliile de grup se pot realiza în timpul efectuării lucrărilor practice sau a lucrărilor de laborator urmărind o temă sau un tip de mașină electrică studiată.

### • BIBLIOGRAFIE

- [1] Hilohi, S., ș.a. Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată. Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, filiera tehnologică, profil tehnic, specializarea Electrotehnică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 2002
- [2] Morega, M., ș.a., Mașini electrice, Editura MatrixRom, București, 2000
- [3] Mareș, F., ș.a., Sisteme de acționare electrică. Manual pentru clasa a XI-a, filiera tehnologică, Editura CDPres, București, 2012
- [4] Bichir, N., Mihoc, D., Boțan, C., Hilohi, S., *Mașini, aparate, acționări și automatizări, Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, licee industriale și școli profesionale*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 1996
- [5] Mareș, Fl., ș.a., *Lucrător în electromecanică. Manual pentru clasa a X-a*. Editura Art Group Editorial, București, 2006
- [6] Mareș Fl., Druță, Iana, *Mașini electrice. Manual pentru clasa a XI –a* , Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 2007
- [7] <http://ebookbrowse.com/sisteme-de-actionare-electrica-t-balasoiu>
- [8] Ionescu, M., Demersuri creative în predare și învățare, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2000.
- [9] Nicu, A., Strategii de formare a gândirii critice, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 2007.



