

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 ELECTROTEHNIST

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:

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

Tehnician electrotehnist

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

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea profesională TEHNICIAN ELECTROTEHNIST 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 11. Mentenanța sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice	MODUL II. Transportul și distribuția energiei electrice
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 ELECTROTEHNIST

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Cultură de specialitate și pregătire practică

Modul I. Sisteme de automatizare

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

Modul II. Transportul și distribuția energiei electrice

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

Modul III.Curriculum în dezvoltare locală*

Total ore/an:	66
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:	150
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.



Tehnician electrotehnist

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

MODUL I: SISTEME DE AUTOMATIZARE

• Notă introductivă

Modulul „Sisteme de automatizare”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician electrotehnist*, 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 electrotehnist*, 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 electrotehnist*.

• 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	Sisteme de automatizare: <ul style="list-style-type: none">- 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	Sistem de reglare automată (SRA): <ul style="list-style-type: none">- elemente componente: regulator automat, element de execuție, traductor (clasificare, rol funcțional, principiu 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	Sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (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	Automate programabile: - 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, regulatoare, amplificatoare, elemente de execuție.
- ✓ **Echipament 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



Tehnician electrotehnist

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

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 modulului, 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 electrotehnist

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.

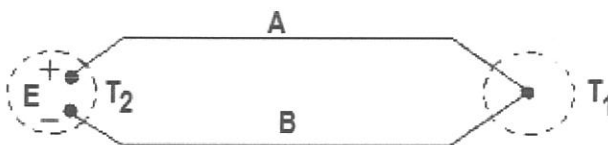


Fig. 1 Structura termocuplului

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 electronii trec dintr-un material în altul).

Simbolizarea termocupurilor este prezentată în figura 2.

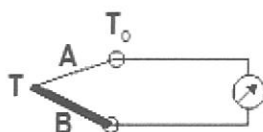


Fig. 2 Simbolizarea termocupurilor

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.

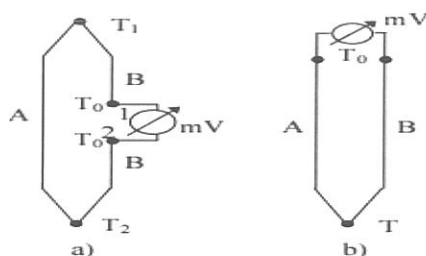


Fig. 3 Montarea instrumentului de măsurare:
a) prin întreruperea unui termoelectrod: b) în locul sudurii reci

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.

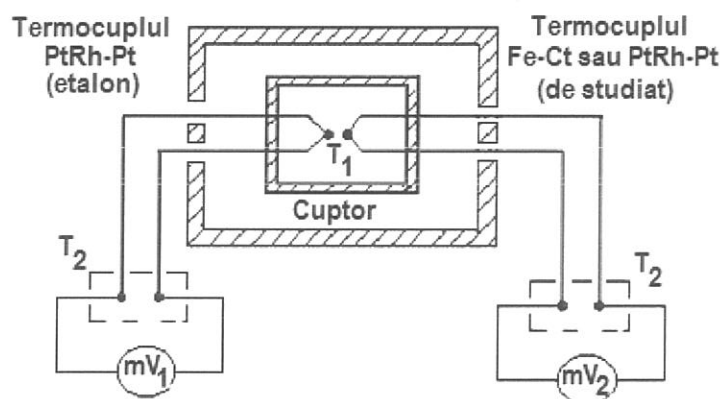


Fig. 4 Schema montajului de lucru

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 cupitor 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 PtRh10% Pt pe un domeniu cuprins între 0°C și 700°C , atunci când joncțiunea de referință se află la temperatura de 0°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 introduc 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 stimulativ 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

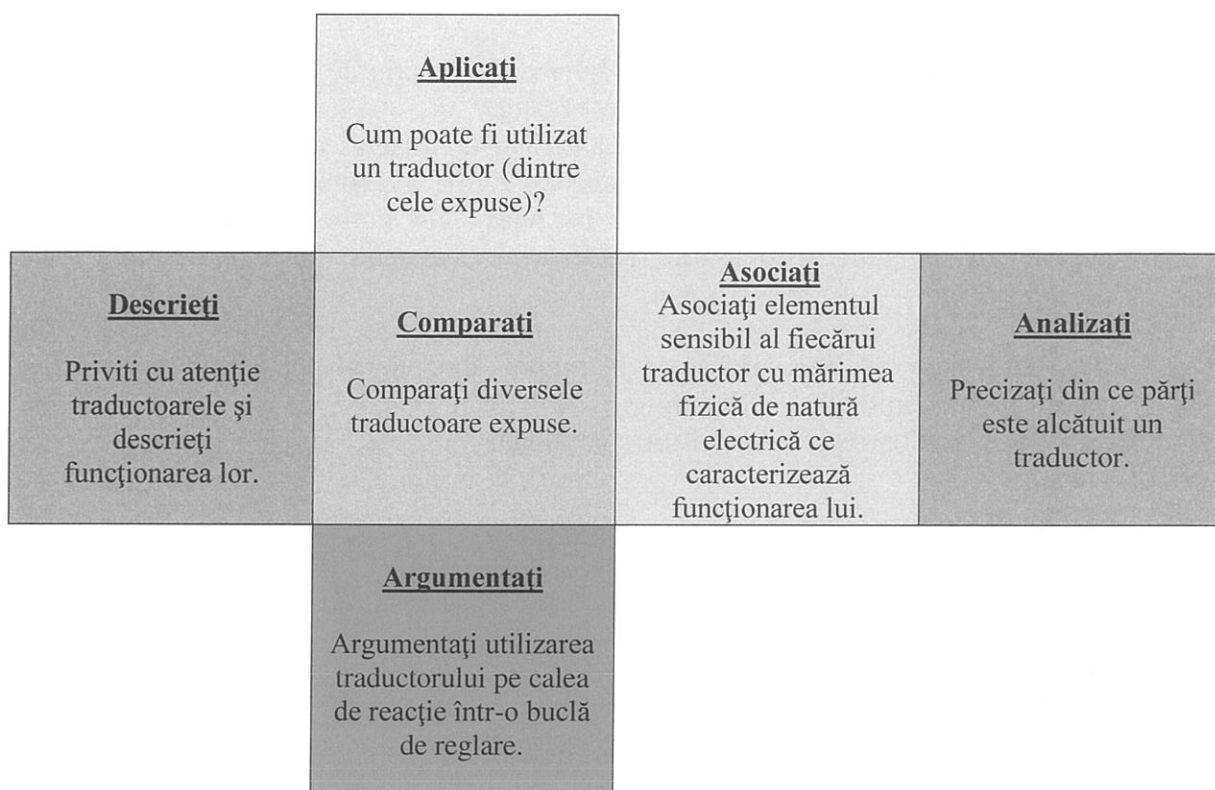
7.2.3. Identificarea rolului funcțional al traductoarelor

7.2.4. Analizarea principiilor de funcționare ale diferitelor tipuri de traductoare



Tehnician electrotehnist

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



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:

Criteriul/Atitudinea elevului față de sarcina de lucru	Da	Nu
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/înterevaluare;
- 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.

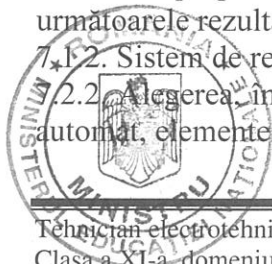
În parcurgerea modulului se va utiliza evaluarea de tip formativ și, la final, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

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)

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



Tehnician electrotehnist

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

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.

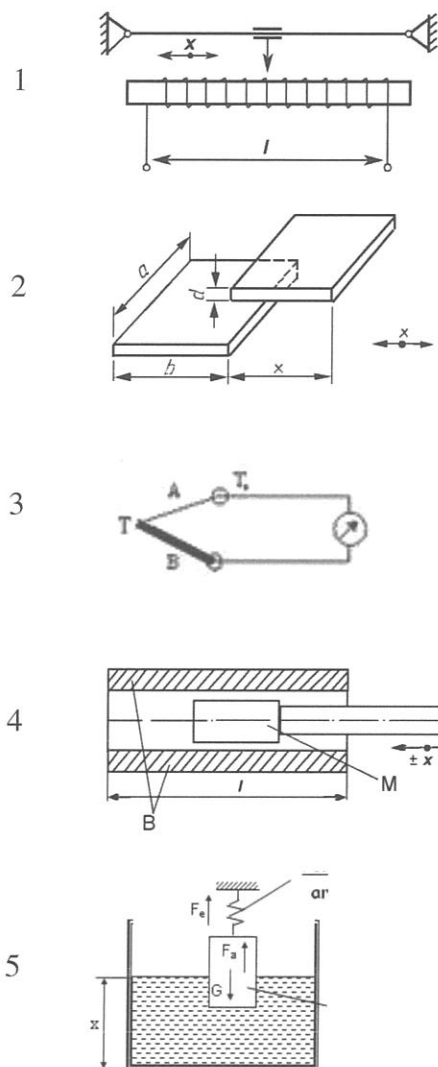
Asociați fiecărei cifre din coloana **A**, litera corespunzătoare din coloana **B**.

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

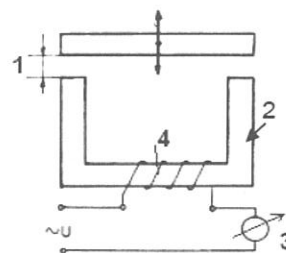
1. Numiți efectul curentului electric pe care se bazează funcționarea termocuplului.
2. Scrieți relația de calcul a capacității unui traductor capacitiv.



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 incorrect 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 incorrect 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 incorrect 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 incorrect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

II.2. 6 puncte

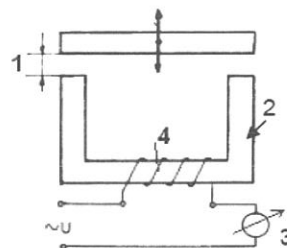
1. efectul termoelectric.

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

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

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

Pentru fiecare răspuns incorrect 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.

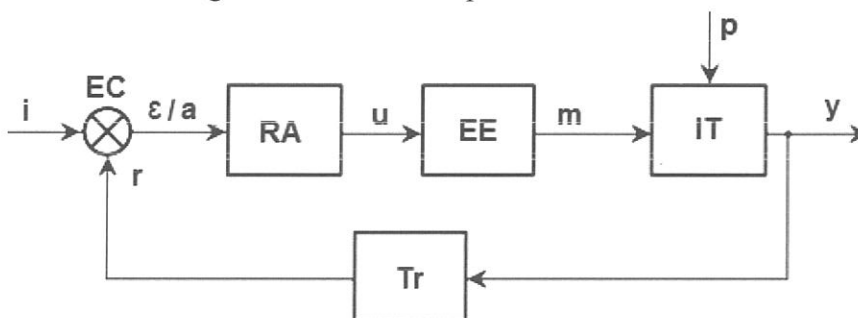
Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

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

ε (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 Preuniversitară, 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 Preuniversitară, 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 Preuniversitară, 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: TRANSPORTUL ȘI DISTRIBUȚIA ENERGIEI ELECTRICE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „Transportul și distribuția energiei electrice”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician electrotehnist* 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 „Transportul și distribuția energiei electrice” 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 electrotehnist*, 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 electrotehnist*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 11. MENTENANȚA SISTEMELOR DE TRANSPORT ȘI DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
11.1.1	11.2.1 11.2.2	11.3.2	Structura sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice: - linii electrice (clasificare în funcție de nivelul tensiunii nominale, rolul îndeplinit și modalitatea de construcție; elemente componente ale liniilor electrice aeriene-LEA și subterane-LES); - stații și posturi de transformare (rol, tipuri constructive, scheme de conexiuni); - scheme ale rețelelor electrice de transport și distribuție (tipuri de scheme, siguranța în alimentare).
11.1.2	11.2.3 11.2.4 11.2.5	11.3.2.	Instalații electrice la consumator: - elemente componente (bransamente electrice, cofrete, contoare de energie electrică, tablouri electrice, coloane electrice, circuite electrice); - scheme electrice de distribuție a energiei electrice la consumatori: ▪ simboluri utilizate tipuri de scheme (cu legare directă, în sistem intrare-ieșire, scheme radiale, buclate, în cascadă, cu coloane magistrale)



Tehnician electrotehnist

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

11.1.3	11.2.6 11.2.7	11.3.1 11.3.2 11.3.3 11.3.4 11.3.5	Defecte ale componentelor unui sistem de transport și distribuție a energiei electrice: - tipuri de defecte; - cauze ale producerii lor; metode de depistare a defectelor în LES.
11.1.4	11.2.8 11.2.9 11.2.10 11.2.11 11.2.12 11.2.13 11.2.14	11.3.6 11.3.7 11.3.8 11.3.9 11.3.10	Activitatea de mentenanță a sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice: - clasificarea lucrărilor de mentenanță; - planul anual de asigurare a mentenanței; - lucrări pregătitoare de mentenanță; - documentația tehnică aferentă lucrărilor de mentenanță: fișe tehnologice, liste materiale; - tipuri de lucrări de reparații specifice; - SDV-uri/materiale/utilaje necesare executării reparațiilor; - NTSM și PSI specifice lucrărilor executate Norme de calitate
11.1.5	11.2.15 11.2.16	11.3.1 11.3.2 11.3.3 11.3.4	Prevederi legislative în vigoare, la nivel național și european, privind deșeurile electrice și electronice (DEE): - legislația mediului în România; - directivele CE.
11.1.6	11.2.17	11.3.5 11.3.6 11.3.7 11.3.8 11.3.9 11.3.10	Surse de informare și documentare în domeniul energetic: normative ANRE.

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 ajutătoare, planșe didactice, reviste de specialitate
- ✓ Scheme, imagini, pentru centrale electrice și rețelele de transport și distribuție
- ✓ SDV-uri pentru realizarea lucrărilor de mentenanță
- ✓ Piese de schimb pentru instalații și echipamente;
- ✓ Utilaje și echipamente necesare lucrărilor de mentenanță;
- ✓ Documente tehnologice specifice.
- ✓ Normative tehnice specific mentenanței sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice.

SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile programei modului **Transportul și distribuția energiei electrice** 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 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.

Modulul **Transportul și distribuția energiei electrice** 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.

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, studii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

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 electrotehnist

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

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 **Transportul și distribuția energiei electrice** 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. Studiul liniilor electrice aeriene (LEA)
2. Studiul liniilor electrice subterane (LES);
3. Studiul tipurilor constructive ale stațiilor și posturilor de transformare;
4. Studiul schemelor de distribuție a energiei electrice la consumatori
<http://www.electricalc.ro/sisteme-de-distributie> ;
5. Studiul bransamentelor electrice aeriene;
6. Studiul bransamentelor electrice subterane;
7. Studiul tablourilor electrice <http://www.electricalc.ro/tablouri-electrice> ;
8. Studiul defectelor posibile în liniile de transport;
9. Studiul cauzelor defectelor în liniile de transport;
10. Studiul defectelor posibile în liniile de distribuție;
11. Studiul cauzelor defectelor în liniile de distribuție;
12. Studiul lucrărilor de mentenanță a sistemelor de transport a energiei electrice;
13. Studiul lucrărilor de mentenanță a sistemelor de distribuție a energiei electrice;
14. Termoviziunea- detectarea defectelor în linii de transport și distribuție, stații de transformare
<http://www.expert-electrice.ro/servicii/termografie> ; <http://torvill.ro/termografie-preventiva>;
<http://www.depram.ro/lucrari-de-verificari-aparateinstalatii-electrice-cu-termoviziune/>
15. Studiul prevederilor legislative în vigoare privind deșeurile electrice și electronice (DEE) în România; <https://www.ecotic.ro/legislatie>
16. Studiul prevederilor legislative în vigoare privind deșeurile electrice și electronice (DEE) , la european - directivele Comisiei Europene <https://www.ecotic.ro/legislatie>

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

1. NTSM și PSI specifice lucrărilor din sistemele de transport și distribuție a energiei electrice;
2. Alegerea SDV-urilor, materialelor și utilajelor necesare executării lucrărilor sistemele de transport și distribuție a energiei electrice;
3. Executarea conexiunilor electrice pentru LEA utilizând cleme de legătură și derivație;
4. Executarea manșoanelor de înădăire și de derivație la liniile electrice subterane;
5. Montarea capetelor terminale pentru cablurile liniilor electrice subterane;
6. Stabilirea ordinii de manevrare a componentelor unei stații electrice pentru realizarea comenzilor date (conectare, deconectare, restabilirea alimentării etc.) utilizând schema electrică a stației respective;
7. Măsurarea rezistenței de izolație <http://www.electricalc.ro/testarea-rezistentei-de-izolatie> ;
8. Măsurarea continuității cablurilor electrice;
9. Măsurarea energiei electrice în circuite de curent alternativ monofazat;
10. Măsurarea energiei electrice în circuite de curent alternativ trifazat;

Una dintre metodele interactive ce poate fi integrată în activitățile de învățare-evaluare pentru componenta teoretică a instruirii este **Metoda „Bulgărele de zăpadă” (Metoda piramidei)**.

Din multitudinea de metode care generează învățarea activă, metoda „Bulgărele de zăpadă” poate fi integrată în categoria metodelor de învățare prin descoperire, iar gradul de dirijare a învățării și modul de administrare a experienței ce urmează a fi însușită, propun o dirijare parțială ce lasă loc și independenței și posibilității de autoorganizare și organizare a activității. Este o metodă centrată mai mult pe elev, împletită cu cea desfășurată în mod cooperativ.

Metoda constă în încorporarea activității fiecărui participant într-un demers colectiv mai amplu, menit să ducă la soluționarea unei sarcini sau a unei probleme date.

Fazele de desfășurare:

1. Faza introductivă

Expunerea problemei/sarcinii de lucru, efectuată de profesor.

2. Faza lucrului individual

Elevii lucrează individual 5 minute pentru a soluționa problema. Fiecare elev notează întrebările la care ar dori să obțină răspuns, în legătură cu problema respectivă.

3. Faza lucrului în perechi

În grupe de câte doi (cu colegul de bancă, de exemplu), elevii se consultă și, în echipă, notează soluțiile apărute. În această etapă, unele dintre întrebările fiecăruia capătă răspunsuri. Lista de întrebări poate fi, de asemenea, completată cu alte întrebări noi.

4. Faza reuniunii în grupe mai mari

De obicei, se alcătuiesc două grupe mari, aproximativ egale ca număr de participanți, compuse din perechile existente anterior și se discută despre soluțiile identificate. Totodată, se răspunde întrebărilor rămase nesoluționate.

5. Faza raportării soluțiilor în colectiv

Întreaga clasă, reunită, analizează și concluzionează asupra ideilor emise/soluțiilor identificate. Acestea pot fi scrise pe tablă/flip-chart pentru a fi vizualizate de toți participanții, pentru a fi comparate și analizate. Această înregistrare a soluțiilor este foarte utilă în etapa următoare.

6. Faza decizională

Sub îndrumarea profesorului, se alege soluția finală și se stabilesc concluziile asupra demersurilor realizate și asupra participării elevilor la activitate.



Avantajele metodei:

- crește atractivitatea lecției (lecția devine mai interesantă), crește motivația elevilor prin faptul că devin conștienți de influența asupra procesului de învățare;
- facilitează învățarea centrată pe elev ceea ce presupune abordarea unui stil de învățare activ și o integrare a programelor de învățare în funcție de ritmul propriu de învățare al elevului; fiecare elev trebuie să fie implicat și responsabil pentru progresele proprii și pentru cele ale echipei, trebuie să fie cooperant în procesul propriei formări.
- dezvoltă abilități de colaborare și ajutor reciproc;
- dezvoltă abilități comunicative;
- asigură elevului condiții optime de a se afirma individual și în echipă, dezvoltând gândirea critică și motivația pentru învățare și permițând autoevaluarea;
- angajează intens toate forțele psihice de cunoaștere;
- pune accentul pe cunoașterea operațională, pe învățarea prin acțiune, prin manipulare în plan mintal a conceptelor, operațiunilor.

Pentru tema *Defecte ale componentelor unui sistem de transport și distribuție a energiei electrice (tipuri de defecte; cauze ale producerii lor)* se prezintă modalitatea de aplicare a metodei **Bulgărele de zăpadă**, prin precizarea activităților/rezultatelor așteptate în fiecare etapă a metodei.

Abilitățile formate prin această temă sunt:

11.2.6. Identificarea cauzelor care conduc la defectele componentelor din structura sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice.

11.2.7. Depistarea defectelor care apar în sistemele de transport și distribuție a energiei electrice

1. Faza introductivă: expunerea problemei

Consumatorii racordați la postul de transformare PT nu mai primesc energie electrică, datorită unei defecțiuni care a scos din funcțiune postul respectiv.

Faceți parte din echipa care trebuie să intervină operativ pentru restabilirea alimentării cu energie electrică.

Sarcina de lucru:

Enumerați defectele care pot apărea la transformatorul mt/jt cu care este echipat postul de transformare.

Asociați cauzele posibile fiecărui defect.

Precizați modalitatea concretă de intervenție în fiecare situație.

2. Faza lucrului individual

Având în vedere că echiparea postului de transformare (fie cunoscută din schemele electrice corespunzătoare rețelei de distribuție, fie considerată ca echipare de bază a unui PT oarecare) include un transformator mt/jt și protecțiile corespunzătoare acestuia (la scurtcircuit, la suprasarcină), elevii realizează lista defectelor care pot apărea la un transformator trifazat mt/jt, asociind cauze posibile și modalități de intervenție/remediere, fără a avea pretenția ca lista să fie completă.

În această fază, care durează doar 5 minute, se obține o listă, fără a avea pretenția de a epuiza toate posibilitățile. În plus, sunt listate și eventualele întrebări care pot ajuta la identificarea mai multor cauze și/sau a mai multor modalități de intervenție.

3. Faza lucrului în perechi

Împreună cu colegul de bancă, fiecare elev sintetizează lista proprie într-un tabel „defect-cauze-remediere”, eventual, răspunde întrebărilor colegului și/sau obține răspunsuri la întrebările sale.

4. Faza reuniunii în grupe mai mari

În cele două semigrupe ale clasei, elevii întocmesc un tabel asemănător celui realizat în perechi, dar mai cuprinzător. După această fază, ar trebui ca aproape toate întrebările să-și fi găsit răspunsurile.



5. Faza raportării soluțiilor în colectiv

În această fază, pe tablă sau pe o coală de flip-chart se întocmește tabelul defectelor posibile, al cauzelor asociate și al modalităților de remediere. Deși este foarte puțin probabil, dacă profesorul constată că există informații neînregistrate, atunci dirijează activitatea elevilor spre acoperirea tuturor conținuturilor vizate.

6. Faza decizională

Pentru situația concretă prezentată, alegerea soluției finale este improprie; totuși, profesorul poate furniza informații în plus despre un defect (unul listat deja de elevi) pentru care să ceară elevilor să întocmească lista materialelor necesare intervenției pentru remediere.

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.

Pentru tema „Scheme electrice de distribuție a energiei electrice la consumatori – tipuri de scheme” se propune următorul test de evaluare:

TEST DE EVALUARE

A. Scrieți noțiunile cu care trebuie completate spațiile libere din afirmațiile următoare, astfel încât acestea să fie corecte.

1. Distribuția radială simplă se realizează prin intermediul coloanelor _____ datorită valorii mari a puterii transportate.
2. Schema de distribuție în _____ este asemănătoare cu cea radială.
3. Schema de distribuție pentru alimentarea în _____ este de fapt o schemă cu coloane magistrale alimentate la ambele capete.

B. Scrieți în tabelul dat, litera corespunzătoare răspunsului corect, pentru fiecare dintre afirmațiile numerotate cu cifre de la 1 la 3. Este corectă o singură variantă de răspuns.

1	2	3

1. Cea mai mare siguranță în funcționare este asigurată de schema de distribuție:
 - a) cu coloane magistrale
 - b) în buclă
 - c) în cascadă
 - d) radială simplă
2. Cea mai mică siguranță în funcționare este asigurată de schema de distribuție:
 - a) cu coloane magistrale
 - b) în buclă
 - c) în cascadă
 - d) radială simplă
3. Schemele principale de distribuție se referă la modul în care:
 - a) se conectează receptoarele de același fel
 - b) se conectează tablourile electrice dintr-o clădire
 - c) se repartizează energia electrică pe fiecare consumator
 - d) se repartizează puterea electrică pe cele trei faze

C. Pentru fiecare dintre afirmațiile numerotate cu cifre de la 1 la 4, scrieți în dreptul cifrei corespunzătoare enunțului respectiv, litera A, dacă apreciați că afirmația este adevărată sau litera F, dacă apreciați că afirmația este falsă.

1. Tablourile principale din schema de distribuție radială simplă pot lipsi atunci când consumatorul este de putere mică.
2. Atunci când există un singur tablou de lumină și forță, alimentarea tabloului de siguranță se face după întreruptorul acestuia.
3. La apariția unui defect într-o schemă de distribuție radială simplă, numărul receptoarelor lipsite de alimentare cu energie electrică este cu atât mai mare, cu cât defectul este mai depărtat față de tabloul general.
4. Schemele secundare de distribuție se referă la tablourile electrice care asigură alimentarea cu energie electrică a receptoarelor.



D. Reformulați enunțurile false identificate la punctul C astfel încât acestea să fie adevărate. Nu se acceptă folosirea negației.

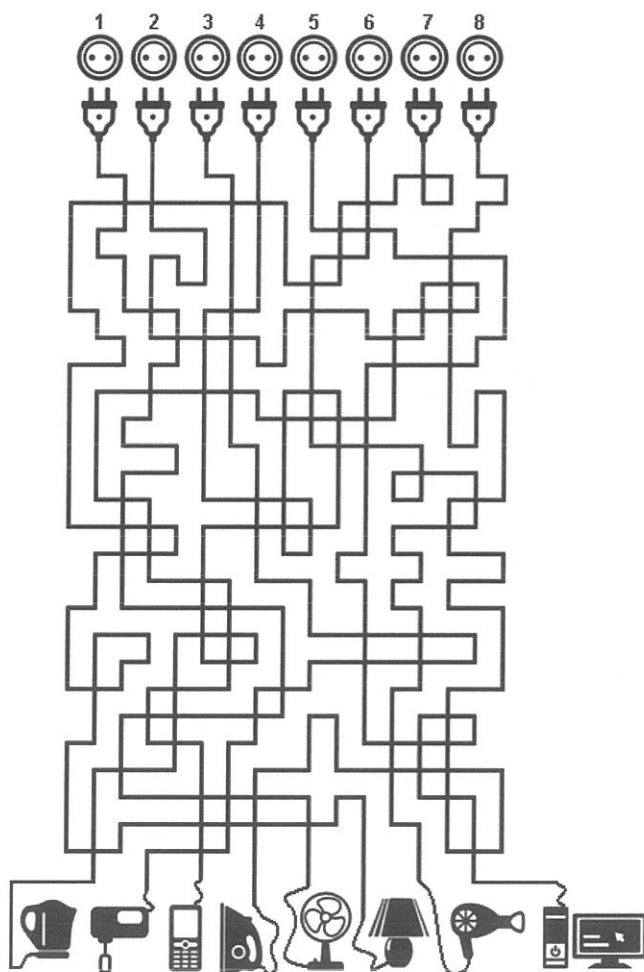
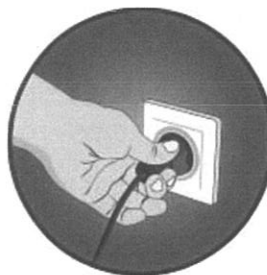
E. Răspundeți la următoarele cerințe:

1. Clasificați liniile electrice din punct de vedere constructiv.
2. Enumerați trei avantaje ale schemei de distribuție cu coloane magistrale.

F1. Labirintul receptoarelor

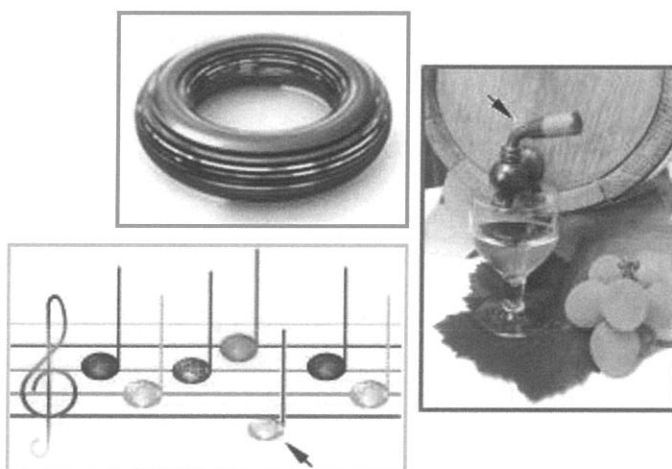
Parcurgeți labirintul pentru a afla numărul prizei care asigură alimentarea cu energie electrică a celor opt receptoare și completați tabelul de mai jos..

Denumirea aparatului	Numărul prizei
Cafetieră	
Calculator	
Fier de călcat	
Mixer	
Telefon mobil	
Uscător de păr	
Veioză	
Ventilator	



F2. Test de perspicacitate

„Traduceți” imaginile de mai jos și aranjați cuvintele găsite, astfel încât să obțineți un nou cuvânt.



RĂSPUNSURI

A.

1. trifazate; 2. cascadă; 3. buclă

B.

1. b; 2. c; 3. b

C.

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

D.

2. Atunci când există un singur tablou de lumină și forță, alimentarea tabloului de siguranță se face înaintea întreruptorului acestuia.

3. La apariția unui defect într-o schemă de distribuție radială simplă, numărul receptoarelor lipsite de alimentare cu energie electrică este cu atât mai mare, cu cât defectul este mai apropiat față de tabloul general.

E.

1. din punct de vedere constructiv, liniile electrice se realizează sub formă de linii electrice aeriene (LEA), montate pe stâlpi și linii electrice în cablu (LEC), pozate subteran (motiv pentru care se mai numesc și linii electrice subterane - LES).

2. oferă o mai bună siguranță în funcționare; elimină treapta intermediară a tablourilor principale; se execută ușor; se întreține ușor; permite depistarea rapidă a defectelor

F1.

Denumirea receptorului	Numărul prizei
Cafetieră	4
Calculator	5
Fier de călcat	8
Mixer	3
Telefon mobil	2
Uscător de păr	6
Veioză	7
Ventilator	1

F2.

re (nota muzicală) + cep + tor = receptor

BIBLIOGRAFIE

- [1] Mareș, F., Cosma, D.I., Sistemul energetic. Manual pentru clasa a XI-a, filiera tehnologică, Editura CD Press, București, 2012
- [2] Rucăreanu, C., linii electrice aeriene și subterane, Editura Tehnică, București, 1989
- [3] Blujdea, E. Transportul și distribuția energiei electrice. Auxiliar curricular, disponibil la adresa www.tvet.ro/Electric
- [4] *** Sisteme moderne pentru distribuția energiei electrice la medie tensiune, disponibil în format .pdf la adresa <http://www.engineering.upm.ro/>
- [5] *** Terminologie ANRE, disponibil la adresa www.anre.ro
- [6] *** Transportul și distribuția energiei electrice, disponibil în format .html la adresa <http://apollo.eed.usv.ro/>
- [7] *** Instalații de producere, transport și distribuție a energiei electrice, disponibil în format .pdf la adresa <http://webhost.uoradea.ro/>
- [8] Iacobescu, G., Coman, N., Instalații electroenergetice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1988
- [9] Gavriil, V., Rodica Dromereschi, R., Ionescu, L., Instalatii electrice, Editura MAST, București, 2007
- [10] Turcuș, S., Aurel, C., Instalatii electrice, Editura Matrixrom, București, 2007
- [11] Gillich, N., Piroi, I., Producerea, transportul și distribuția energiei electrice, Ediura „Eftimie Murgu”, Reșita, 2009 disponibil în format .pdf la adresa http://www.academia.edu/13179527/Producerea_Transportul_%C5%9Fi_Distribu%C5%A3ia_Energiei_Electrice
- [12] Boroiu, A., Țîțu, M.A., Managementul fiabilității și mentenabilității sistemelor, Editura AGIR, București, 2011
- [13] Țîțu, M.A., Fiabilitate și mentenanță, Editura AGIR, București, 2007
- [14] Costinaș, S., Managementul mentenanței stațiilor electrice, Editura ELECTRA (ICPE), București, 2005
- [15] *** ICEMENERG. Ghid pentru instalații electrice cu tensiuni până la 1 000 Vc.a. și 1 500 Vc.c, GP 052-2000
- [16] *** Schneider Electric. Manualul instalațiilor electrice, 2007.



STAGII DE PREGĂTIRE PRACTICĂ

MODUL IV: MAȘINI ELECTRICE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Mașini electrice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician electrotehnist*, 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 electrotehnist* 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 electrotehnist*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ6. MONTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA MAȘINILOR ELECTRICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
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.	Masini electrice: <ul style="list-style-type: none">- Noțiuni generale cu privire la mașinile electrice (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone):- definire,- clasificare,- semne convenționale;- domenii de utilizare;- mărimi nominale.- Construcția mașinilor electrice (elemente constructive - rol funcțional și materiale utilizate):- transformatoare electrice (monofazate și trifazate);- mașini electrice de curent continuu;- mașini electrice de curent alternativ (asincrone, sincrone). <div>✓ circuitul magnetic, circuitul electric, suportul mecanic (arbori, carcase, scuturi)</div> <div>Surse de informare și documentare pentru mașini electrice.</div>

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>Lucrări de montare și executare a conexiunilor mașinilor electrice (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"> - operații de montare și executare a conexiunilor; - operații de verificare a funcționării (porniri, opriri, mers în gol); - materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare; - fișe tehnologice; - norme SSM și PSI. <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"> - verificarea rezistenței de izolație a înfășurărilor și a coeficientului de absorbție, - măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, puterea absorbită, frecvența tensiunii, turația etc.) <p>Supravegherea în funcționare a mașinilor electrice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, frecvența tensiunii, turația etc.) <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>Lucrări de întreținere a mașinilor electrice (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"> - operații de demontare/ montare a mașinilor electrice; - aprecierea gradului de umezeală (determinarea parametrilor caracteristici tgδ, C2/C50) - 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); - depistarea defectelor de natură electrică (întreruperi, scurtcircuite) sau mecanică (strangere miez, deteriorare cuplaj, deteriorare colector, etc.) și remedierea acestora; - materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare; - fișe tehnologice; - norme SSM și PSI. <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</p>



Technician electrotehnist

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

			cadrul lucrărilor de montare/întreținere a mașinilor electrice.
--	--	--	---

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);
- Aparare de măsură pentru mărimi electrice: ampermetre, voltmere, 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 secționate;
- 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.

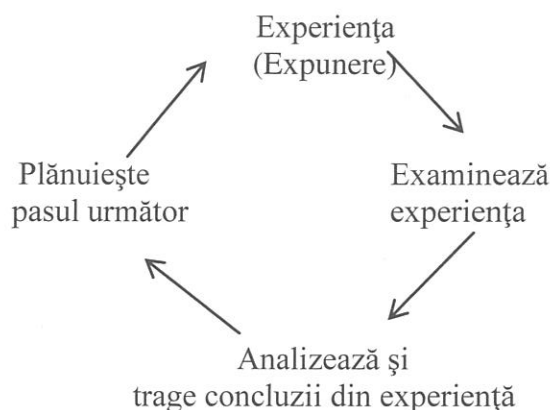
Pot prefera să:

- fie activi și entuziaști 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 grupei 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 $\tan \delta$, 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 executare a conexiunilor electrice
19. Verificarea turației motorului de curent continuu cu excitație separată/derivație după lucrări de montare și executare 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 a 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:

Tehnician electrotehnist

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

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)

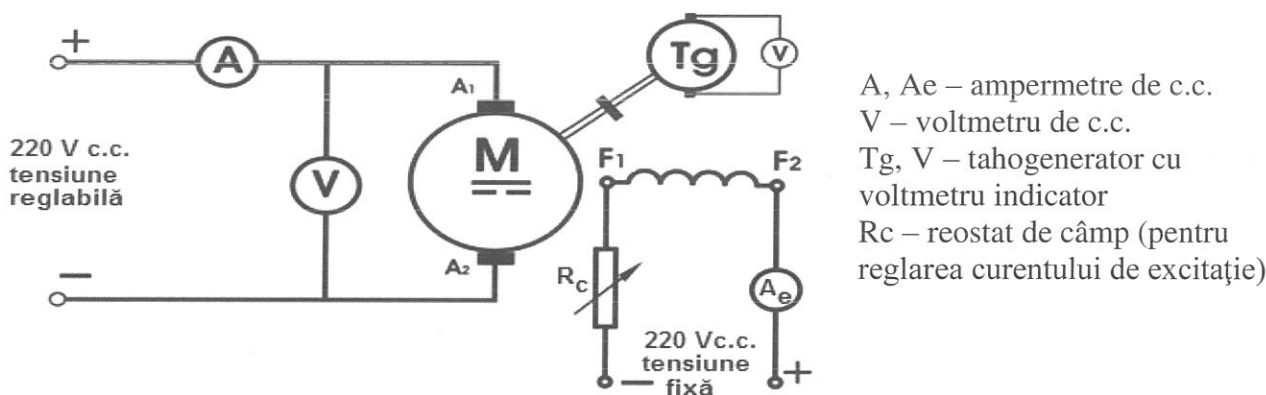
b. Noțiuni teoretice

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:



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

Tehnician electrotehnist

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

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 centreează pe o întrebare/ problemă/fenomen;
- începe cu ceea ce elevii știu, angajându-i în căutarea răspunsurilor și a explicațiilor (ceea ce presupune colectarea și analizarea 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
Etapa I. Evocare/ Anticipare	
Procesul cognitiv: ANTICIPARE-PLANIFICARE Momentele: a. Observare; b. Manifestarea curiozității (evocarea experiențelor personale); c. Formularea întrebărilor (pe baza cunoștințelor anterioare); d. Selectarea întrebării de investigat; e. Avansarea ipotezelor (preliminare)66; f. Evaluarea ipotezelor. Scenariul lecției: TEHNOLOGIC. Elevii: 1. definesc conceptul (construcția mașinilor electrice); 2. caută mijloace de explicare (evocă imagini); 3. fac o primă încercare de explicare (întrebări despre cauze); 4. fac a doua încercare de explicare (avansarea legăturii între construcție și funcționalitate). Rolul celui ce predă: - înlesnește formularea întrebărilor; - comunică prin întrebări, în special, divergente; - nu acceptă răspunsuri scurte sau simple; - se abține să dea răspunsuri Întrebarea de investigat cere, în momentul apariției, o evaluare didactică necesară ajustării proiectului didactic, și anume, dacă *întrebarea de investigat este convergentă: - cu nevoile de învățare ale elevilor? - cu tema în curs? - cu structurile noționale propuse de	(a) Lucrând în perechi, elevii evocă 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?” (b) Lucrând în perechi, elevii - examinează întrebarea colegului lor, pentru a o clarifica și înțelege mai bine (întrebările „De ce?“ se traduc prin întrebări „Cum?“, cauzale); - 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.; - formulează răspunsuri, pe baza a ceea ce știu, consultând diferite surse: „probabil că locul 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. (c) Lucrând în perechi, elevii prezintă clasei produsele realizate, variantele de răspuns, compară răspunsurile lor cu cele ale colegilor de clasă, evaluând explicațiile (testabile,

<p>programă?</p> <ul style="list-style-type: none"> - cu obiective particulare? - cu formarea priceperii de a investiga? 	<p>simple descrieri, enunțuri de opinie) și comunică în clasă punctele lor de vedere.</p>
<p align="center">Etapa a II-a. Explorare/ Experimentare</p>	
<p>Procesul cognitiv: ANALOGIA CU ANTICIPAREA UNUI EFECT</p> <p>Momentele:</p> <ol style="list-style-type: none"> Reperarea sarcinii/ problemei; Analogie cu situațiile cunoscute; Proiectarea investigației; Documentare (examinarea a ceea ce se cunoaște); Colectarea probelor (preliminare); Formularea concluziei (preliminare). <p>Scenariul lecției: EXPERIMENTAL.</p> <p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> reperază o explicație posibilă la întrebare (pe care decid s-o verifi ce); caută mijloace (cognitive și materiale) care vor permite verificarea; experimentează unul dintre aceste mijloace; constată dacă este eficient sau nu; experimentează un nou mijloc (dacă precedentul nu a fost eficient). <p>Rolul celui ce predă:</p> <ul style="list-style-type: none"> - înlesnește constituirea echipelor de lucru pentru verifi carea ipotezelor; - sprijină reperarea sarcinii/ problemei în cadrul grupului; - încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții; - evită să intervină, să medieze, să judece ceea ce spun elevii; - se abține să dea defi niții și soluții; - nu rezumă discuțiile elevilor. <p>Argumentarea răspunsurilor/ explicațiilor posibile poate avea durate diferite. Colectarea probelor poate fi extinsă în afara orelor de clasă.</p>	<ol style="list-style-type: none"> În funcție de răspunsul dat sau de preferințe, elevii alcătuiesc 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.); În grupurile de lucru alcătuite, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii proiectează 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"> unele mașini electrice sunt alimentate de la baterii, altele de la priză; indiferent de la ce se alimentează (baterii sau priză) o parte se mișcă iar alta nu; alimentându-se de la priză transformatorul funcționează, dacă il alimentăm de la baterie nu funcționează; unele miezuri sunt masive iar altele din table suprapuse; unele table sunt izolate între ele, altele nu au izolație între ele toate mașinile care au o parte rotativă, au un ax și pe acest ax este montat un ventilator Dacă și-au încheiat activitatea, elevii reorganizează grupele de lucru, orientându-se către grupurile ale căror investigații sunt în curs de desfășurare.
<p align="center">Etapa a III-a. Reflecție/ Explicare</p>	
<p>Procesul cognitiv: INDUCȚIA</p> <p>Momentele:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sinteza datelor colectate; Idealizarea (simplifi carea) observațiilor; Distingerea unor reguli/ paternuri în datele colectate; Compararea explicațiilor alternative; Propunerea unei explicații preliminare. <p>Scenariul lecției: INDUCTIV.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> mașinile electrice observate se deosebesc prin sursa de alimentare,



<p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. sintetizează probele colectate; 2. elaborează o primă explicație (o primă regulă de producere a fenomenului); 3. observă exemple și contraexemple ale explicației; 4. a doua elaborare a regulii (ca ea să convină exemplelor și să nu contravină contraexemplilor). <p>Rolul celui ce predă:</p> <ul style="list-style-type: none"> - invită elevii să sintetizeze observațiile; - sprijină elevii să definească noțiunile noi; 	<p>respectiv, prin faptul că sunt alimentate în curent continuu sau curent alternativ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - că o mașină electrică nu are părți în mișcare; - că formele bobinelor (sistemul electric) sunt diferite; - că formele de miez magnetic sunt diferite etc.; <p>2. Prin discuții cu profesorul, elevii denumesc tipurile de mașini electrice, rolul părților lor constructive, domeniile de utilizare.</p>
--	---

Etapa a IV-a. Aplicare

<p>Procesul cognitiv: DEDUCȚIA</p> <p>Momentele:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Includerea altor cazuri particulare în demonstrarea explicației; b. O privire sceptică asupra explicației (confruntarea cu noi probe, din surse diverse); c. Revizuirea și consolidarea explicației, în lumina noilor probe colectate (ce este și ce nu este un lucru); d. Verifi carea unor previziuni pe baza explicației (interpolări, extrapolări); e. Comunicarea rezultatelor (un test final al explicației). <p>Scenariul lecției: DEDUCTIV.</p> <p>Elevii:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. observă o regulă/ o explicație a conceptului sau produsului de realizat; 2. creează exemple particulare care convin acestei reguli și explicitează caracteristici ale exemplilor care sunt sau nu conforme cu regula; <p>Rolul celui ce predă:</p> <ul style="list-style-type: none"> - încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții; - intervine, mediază, judecă ceea ce spun elevii; - înlesnește formularea întrebărilor; - comunică prin întrebări, în special, divergente; - se abține să dea răspunsuri. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii analizează datele credibile (Ce date păstrăm, ce date eliminăm?), valuează 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?); 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"> - unii măsoară tensiunea electrică de alimentare, observă forma bobinajului prin care circula curentul electric; - alții determină experimental funcționarea transformatorului și a mașinii de curent continuu; - unii explică fenomene care se produc în funcționarea unei mașini electrice; 3. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii: <ul style="list-style-type: none"> - întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigației proprii („Acum știi care pot fi formele de bobine care echează mașinile electrice, respectiv ale miezurilor magnetice“); - prezintă produsele realizate și rapoartele de lucru în fața clasei; - analizează noțiuni specifice investigației (explicații alternative, probe ce nu explică observațiile inițiale, probe ce susțin parțial observațiile, explicații adevărate, explicații corecte)
--	--

Etapa a V-a. Transfer

<p>Procesul cognitiv: ANALOGIA CU</p>	<p>1. Lucrând în grupuri, prin discuții între ei,</p>
--	---



<p>ANTICIPAREA UNUI MIJLOC</p> <p>Momentele:</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>Scenariul lecției: EMPIRIC.</p> <p>Elevul:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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; 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; 3. face a doua încercare; 4. observă și analizează noile criterii de evaluare pe care le-a îndeplinit – a doua reprezentare a produsului de realizat; <p>Rolul celui ce predă</p> <ul style="list-style-type: none"> - încurajează elevii să interacționeze direct unii cu alții; - intervine, mediază, judecă ceea ce spun elevii; - înlesnește formularea întrebărilor; - comunică prin întrebări, în special, divergente; - se abține să dea răspunsuri. 	<p>respectiv, cu învățătorul, elevii investighează consecințe ale explicației găsite:</p> <ul style="list-style-type: none"> - unii evocă (prin desene, eseuri scurte, construcții) în lumina noilor cunoștințe, experiențe proprii, observații cu privire la construcția unor echipamente care au în construcție mașini electrice; - alții evocă diverse utilizări ale mașinilor electrice care ușurează activitatea oamenilor; - unii determină parametri de funcționare ale mașinilor electrice: tensiune de alimentare, turație, etc.; - unii construiesc machete, jucării (transformator pentru instalație de beculețe, bobine, etc.); - alții estimează parametrii constructivi ai unei mașini electrice (materiale, forme) care să realizeze un ansamblu funcțional; <p>• Individual sau în grup, elevii:</p> <ul style="list-style-type: none"> - expun produsele realizate (planșe, desene, machete etc.) în expoziții școlare, la întâlniri cu responsabili ai administrației locale; - informează factori de decizie cu privire la calitatea unor produse, măsuri necesare de protecție a mediului, a propriei persoane și altele.
--	--

• 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 modului 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 proprii 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).



Tehnician electrotehnist

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

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.

Criterii de apreciere și indici pentru evaluarea portofoliului

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

