

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 METROLOG

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
BĂLĂȘOIU DOINIȚA	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**

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea profesională TEHNICIAN METROLOG 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. Verificarea și etalonarea mijloacelor de măsurare	MODUL II. Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare
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 METROLOG

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. Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare

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.

MODUL I: SISTEME DE AUTOMATIZARE

• Notă introductivă

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

• 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: - 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): - elemente componente: regulator automat, element de execuție, traductor (clasificare, rol funcțional, principii de funcționare); - mărimi care intervin în sistem: de intrare (de referință), de reacție, abaterea, de comandă, de execuție (de reglare), de ieșire, perturbații; - transmiterea fluxului informațional (legătura directă, legătura inversă); - monitorizarea variației mărimilor reglate automat (de ieșire electrice și neelectrice).
7.1.3 7.1.4	7.2.5 7.2.6 7.2.7 7.2.8	7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4	Sisteme de reglare automată a parametrilor tehnologici (schema bloc, elemente componente, mărimi fizice, principiul de funcționare, utilizare, norme SSM și PSI):

	7.2.9 7.2.10 7.2.11 7.2.17 7.2.18	7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.3.8 7.3.9	- 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, reglatoare, 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 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.

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 reglatoarelor automate, în cadrul SRA.

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

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

7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unei sarcini de lucru

7.3.6. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate

7.3.7. Respectarea normelor SSM și PSI

7.3.8. Argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate

LUCRARE DE LABORATOR

1. Tema abordată

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

2. Noțiuni teoretice

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

Nu necesită sursă de alimentare exterioară.

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

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

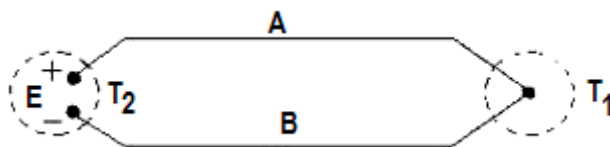


Fig. 1 Structura termocuplului

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

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

în care:

a, b, c, sunt constante de material

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

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

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

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

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

Simbolizarea termocupurilor este prezentată în figura 2.

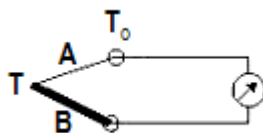


Fig. 2 Simbolizarea termocupurilor

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

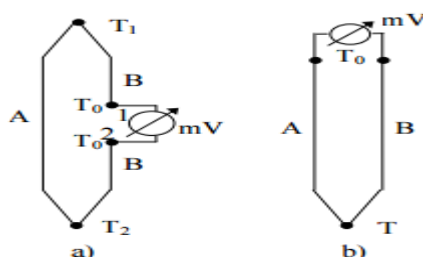


Fig. 3 Montarea instrumentului de măsurare:
a) prin întreruperea unui termoelectrod: b) în locul sudurii reci

3. Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării

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

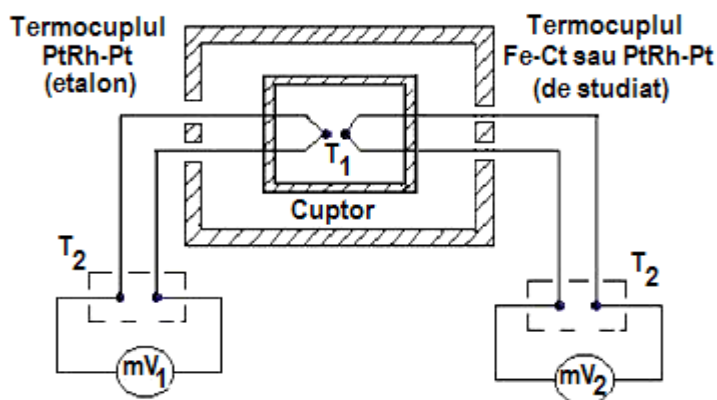


Fig. 4 Schema montajului de lucru

Aparatele necesare:

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

4. Tabel de variație tensiune-temperatură pentru termocuplul etalon

În tabelul 1 sunt indicate tensiunile termoelectromotoare furnizate de un termocuplu de tip 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 stimulatив al metodei cubului: lucrul individual, în echipe, sau participarea întregii clase la realizarea cerințelor „cubului” este o provocare ce determină o întrecere în a demonstra asimilarea corectă și completă a cunoștințelor.

Aplicarea metodei cubului, pentru tema „Traductoare”

Pentru tema „Traductoare”:

Descrieți – Priviți cu atenție traductoarele și descrieți funcționarea lor.

Comparați – Comparați diversele traductoare expuse.

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

Analizați – Precizați componentele unui traductor.

Aplicați – Cum poate fi utilizat un traductor?

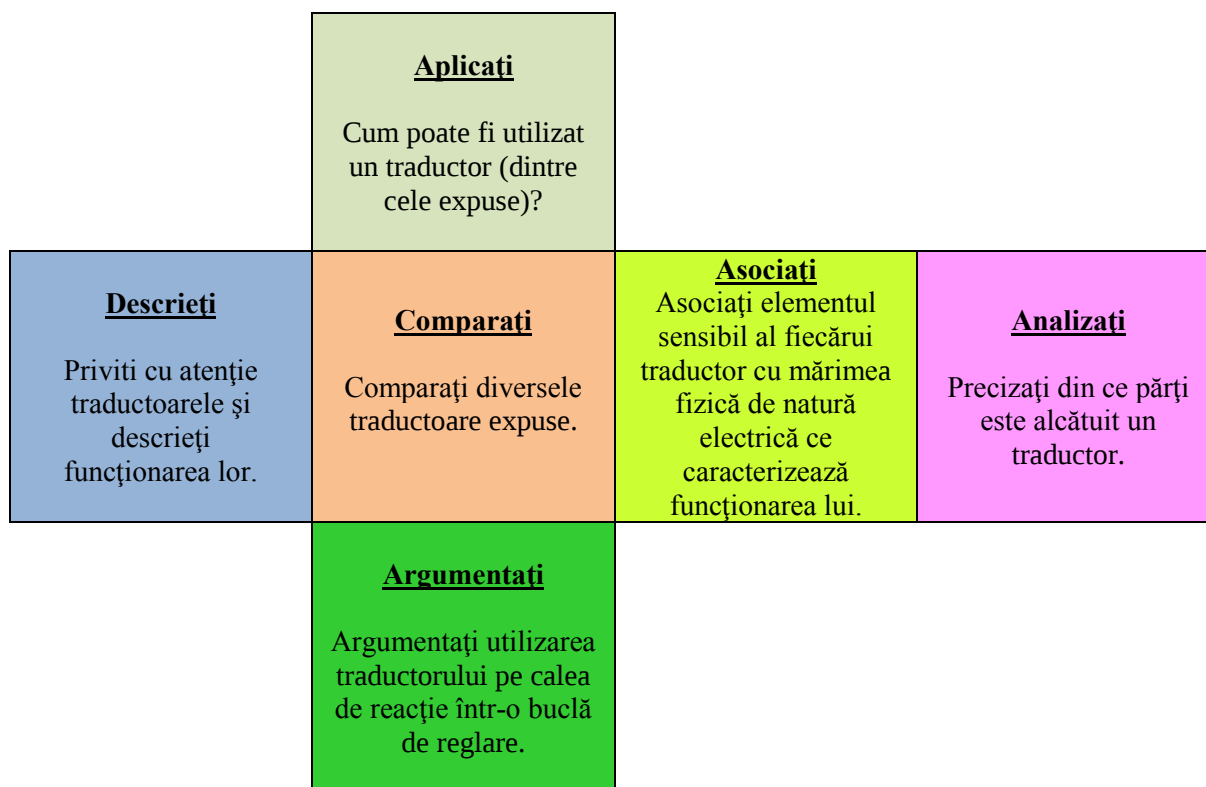
Argumentați – Argumentați necesitatea utilizării traductorului pe calea de reacție a unei bucle de reglare.

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

7.1.2. Sisteme de reglare automată: elemente componente – traductoare

7.2.3. Identificarea rolului funcțional al traductoarelor

7.2.4. Analizarea principiilor de funcționare ale diferitelor tipuri de traductoare



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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.1.2. Sistem de reglare automată (SRA)

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

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

7.3.4. Folosirea eficientă a timpului de muncă

7.3.6. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate

7.3.8. Argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate

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

TEST DE EVALUARE

Timp de lucru: 120 minute

Se acordă 10 puncte din oficiu

SUBIECTUL I

25 puncte

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

1. Pe legătura inversă a unui sistem de reglare automată este montat elementul de:
a) comandă; b) comparație; c) execuție; d) măsurare.
2. Într-un sistem de reglare automată, abaterea sau eroarea se obține la ieșirea elementului de:
a) comandă; b) comparație; c) execuție; d) măsurare;
3. Rolul elementului de execuție este acela de a:
a) acționa direct asupra instalației;
b) executa comenzi primite de la instalație;
c) modifica valoarea parametrilor din proces;
d) schimba natura mărimii fizice.
4. Elementul care realizează conversia unei mărimi fizice, de regulă neelectrică, într-o altă mărime fizică, de regulă electrică sau mecanică, pe baza unei legi cunoscute, se numește:
a) adaptor; b) comparator; c) regulator; d) traductor.
5. Într-un sistem de reglare automată, valoarea la care este menținută mărimea reglată se numește valoare:
a) critică; b) limită; c) optimă; d) prescrisă.

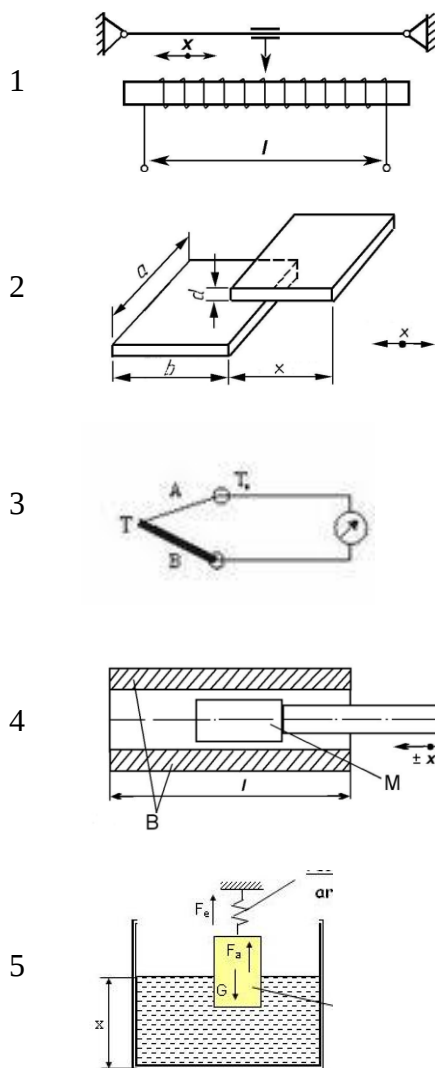
I.2. Scrieți pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera **A, dacă apreciați că enunțul este corect (adevărat), respectiv litera **F**, dacă apreciați că enunțul este fals. Transformați enunțurile considerate false în enunțuri adevărate. 10p**

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

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

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

10p

A. Schema de principiu a unor tipuri de traductoare**B. Denumirea traductorului**

a Traductor inductiv

b Traductor rezistiv

c Traductor capacitiv

d Traductor generator

e Traductor de presiune

f Traductor de nivel

SUBIECTUL II**30 puncte**

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

1. Elementul de comparație (EC) are rolul de a compara permanent mărimea de(1)..... a instalației tehnologice cu o mărime de același fel, ce are o valoare prescrisă.

2. Instalația tehnologică (IT) este un sistem supus unor acțiuni externe numite(2).....

II.2. Răspundeți următoarelor cerințe:

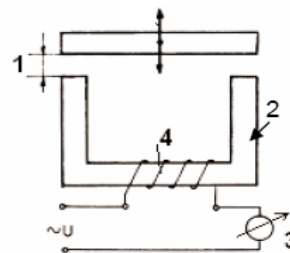
6p

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

II.3. Se consideră traductorul din figura alăturată.

20p

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



SUBIECTUL III

35 puncte

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

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

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

SUBIECTUL I

25 puncte

I. 1. 5 puncte

1 – d; 2 – b; 3 – a; 4 – d; 5 – d.

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

Pentru fiecare răspuns 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

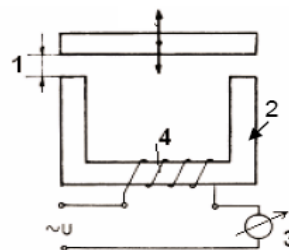
1. efectul termoelectric.

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

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 incorrect 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 incorrect 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 incorrect 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**.

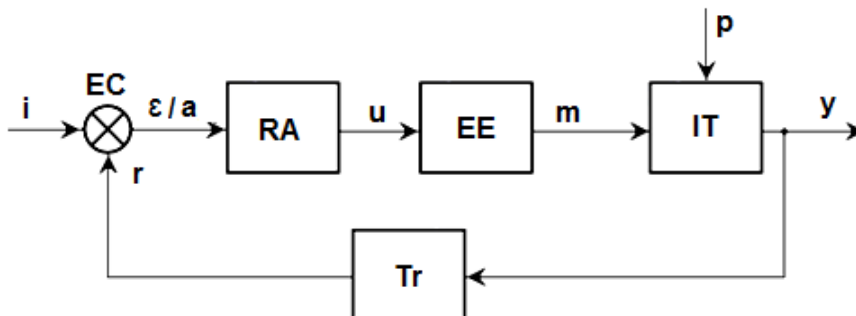
Pentru răspuns incorrect sau lipsa răspunsului se acordă **0 puncte**.

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 incorrect 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: VERIFICAREA METROLOGICĂ ȘI ETALONAREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician metrolog* 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 „Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare” 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 metrolog* 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 metrolog*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 11. VERIFICAREA METROLOGICĂ ȘI ETALONAREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
11.1.1.	11.2.1. 11.2.2.	11.3.1. 11.3.2. 11.3.3.	Mărimi utilizate în metrologie (definire, unități de măsură, multipli și submultipli, relații matematice) - mecanice - electrice - fizico-chimice - termice
11.1.2.	11.2.3.	11.3.1. 11.3.2. 11.3.3.	Mijloace de măsurare: - construcția mijlocului de măsurare - funcționarea mijlocului de măsurare - proprietăți, - utilizări
11.1.3.	11.2.4. 11.2.5.	11.3.1. 11.3.2. 11.3.3.	Metode de măsurare: - definire - scheme de montaj
11.1.4.	11.2.6.	11.3.4. 11.3.5. 11.3.6.	Erori de măsurare: - tipuri, - cauze, -relații matematice de determinare

11.1.5.	11.2.7.	11.3.4. 11.3.5. 11.3.6.	Caracteristici metrologice ale mijloacelor de măsurare: - fidelitatea - sensibilitatea - justețea - clasa de precizie - valoarea demarajului
11.1.6.	11.2.8. 11.2.9. 11.2.10. 11.2.11. 11.2.12.	11.3.6. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsură: - documentația tehnică în vederea verificării /etalonării mijloacelor de măsură și control - etapele și metodele de verificare metrologică - normele metrologice pentru verificare/etalonare - etaloane, standuri de măsurare - calculul erorilor și interpretarea rezultatelor Norme de SSM corespunzătoare fiecărei operații de măsurare
11.1.7	11.2.13. 11.2.14. 11.2.15.	11.3.6. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	Lucrări de întreținere și reparare a mijloacelor de măsură și control: - materiale necesare lucrărilor de întreținere și reparare a mijloacelor de măsură și control - etapele lucrărilor de întreținere și reparare a mijloacelor de măsurare

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 ajutoare, planșe didactice, reviste de specialitate, documentație tehnică (fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de calitate) etc.
- ✓ softuri specializate în realizare măsurătorilor;
- ✓ filme cuprinzând: metode de măsurare, mijloace, aparate, standuri de măsurare;
- ✓ etaloane, standuri de măsură;
- ✓ documentația tehnică în vederea verificării /etalonării mijloacelor de măsură și control (buletinul de verificare metrologică, certificatul de etalonare, atestarea legalității, certificatul de examinare CS/CE de tip, certificatul de conformitate, certificatul aprobării de model, declarația de conformitate;
- ✓ norme metrologice și de protecția mediului
- ✓ legislația metrologică; documente și formulare tipizate utilizate la autorizare laboratorului/ personală.

SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile programei modulului **Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare** trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

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

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

Modulul **Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare** are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orelle 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 **Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare** iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

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

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

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

Criterii de evaluare a portofoliului de laborator la modulul „Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsurare”	Punctaj acordat	Punctaj realizat
I. Criterii de evaluare profesionale	80	
<i>I.1 Elemente obligatorii</i>	60	
conținut – minim 80% dintre temele studiate	30	
referate complete, cu reprezentări grafice (dacă este cazul) și cu concluzii și observații personale	30	
<i>I.2. Elemente suplimentare</i>	20	
situaționale (aplicarea în alte situații practice, la alte module/discipline)	5	
descriptive • chestionare de autoevaluare cu descrierea aspectelor neclare la tema respectivă și scoaterea în evidență a cauzelor ce au generat insuccesul • listă de obiective pe care elevul ar dori să le realizeze după parcurgerea modulului/temelor de laborator • jurnal reflectiv privind activitățile desfășurate • materiale ilustrative la temă • articole din cărți, reviste, de pe Internet • glosar de termeni • tabel semne convenționale-semnificații	15	
II. Criterii de evaluare estetice	20	
prezentare ordonată și atractivă	10	
originalitate și creativitate în organizarea conținutului	10	
TOTAL	100	

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. Verificarea metrologică a ampermetrului analogic
2. Verificarea metrologică a voltmetrelor analogice
3. Verificarea metrologică a ohmmetrelor
4. Verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică activă
5. Verificarea metrologică a șublerului
6. Verificarea metrologică a micrometrului
7. Verificarea metrologică a manometrelor pentru măsurarea presiunii gazelor sau lichidelor
8. Verificarea metrologică a termometrelor din sticlă cu lichid
9. Verificarea metrologică a șunturilor
10. Verificarea metrologică a contoarelor de apă
11. Verificarea metrologică a aparatelor cu afișare numerică- multimetre
12. Verificarea metrologică a aparatelor de cântărit cu funcționare neautomată
13. Verificarea metrologică a cheii și șurubelniței dinamometrice
14. Verificarea metrologică a manometrelor pentru măsurarea presiunii gazelor sau lichidelor
15. Verificarea metrologică a termorezistențelor
16. Verificarea metrologică a termocuplurilor

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

1. Lucrări de întreținere curentă/reparații (detectare defecte și remedierea acestora) ale aparatelor de măsurat:
 - 1a) ampermetre
 - 1b) voltmetre
 - 1c) ohmmetre
 - 1d) contoare de energie electrică
 - 1e) șublere
 - 1f) termocuplu
 - 1g) manometre
 - 1h) aparate de cântărit
2. Lucrări de verificare metrologică a aparatelor de măsurat (*la agentul economic partener*):
 - 2a) forțe
 - 2b) masa
 - 2c) debit
 - 2d) temperatura
 - 2e) timpul
 - 2f) presiunea
3. Lucrări de etalonare a aparatelor de măsurat (*la agentul economic partener*):
 - 3a) ampermetre
 - 3b) voltmetre
 - 3c) ohmmetre
 - 3d) manometre
 - 3e) balanțelor
 - 3f) pH-metrelor

Se prezintă îndrumarul de laborator pentru lucrarea cu tema „**Verificarea metrologică a ampermetrelor**”, având structura recomandată la Sugestiile metodologice pentru proiectarea materialelor de învățare destinate activităților de instruire prin laborator tehnologic.

Rezultatele învățării vizate prin desfășurarea acestei lucrări de laborator sunt:

- 11.1.6.** Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsură:
- 11.2.8.** Executarea verificărilor/ etalonărilor respectând normele metrologice
- 11.2.11.** Respectarea cu strictețe a etapelor și metodelor de verificare metrologic
- 11.3.1.** *Respectarea tehnologiei de verificare și etalonare a mijloacelor de măsură*
- 11.3.2.** *Cooperarea cu colegii de echipă în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă*
- 11.3.4.** *Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.*
- 11.3.6.** *Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă*
- 11.3.8.** *Respectarea normelor de SSM.*
- 12.3.9.** *Încadrarea în normele de timp alocate pentru fiecare lucrare*

ÎNDRUMAR DE LABORATOR

1. Tema lucrări de laborator

Verificarea metrologică a ampermetrelor

2. Noțiuni teoretice

Părțile componente ale ampermetrelor sunt:

- geamul carcasei;
- bornele ampermetrelor;
- cadranul ampermetrului;

- inscripțiile și simbolurile;
- scara gradată a ampermetrului;
- axele reperelor ;
- acul indicator ;

Ampermetrele se clasifică în diferite moduri:

1. După modul de citire a informației:
 - aparate cu scară gradată;
 - aparate înregistratoare.
2. După clasa de precizie: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5.
3. După felul curentului;
 - de curent continuu;
 - de curent alternativ;
 - de curent continuu și alternativ.
4. După numărul intervalelor măsurate;
 - cu un singur interval;
 - cu două intervale.
5. După felul accesoriilor care extind intervalele de măsurare ale ampermetrelor (șunturi, transformare etc):
 - cu accesorii încorporate (parte integrantă a ampermetrelor);
 - cu accesorii neinterschimbabile (adaptate caracteristicilor unor aparate de masurat a căror serie o poartă).
 - cu accesorii exterioare interschimbabile.

3. Schema montajului de lucru și aparatele necesare

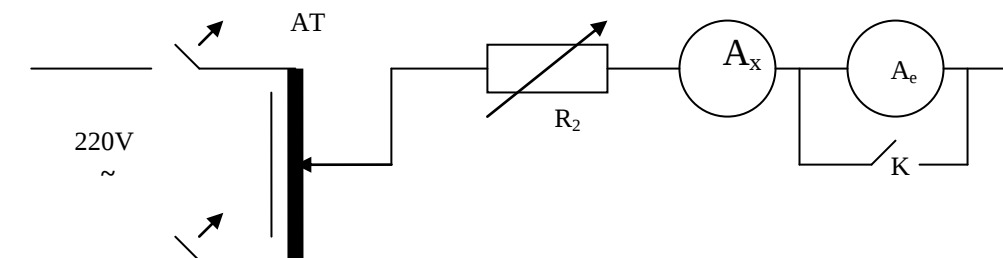
Schema de montaj pentru verificarea ampermetrului este dată în figură, în care:

A_x – ampermetru de lucru de 5 A sau 6 A , $c = 1$;

A_e – ampermetru de comparație NORMA, $c = 0.2$;

AT – autotransformator 220V/ 0.....250V;

R_2 – reostat de 29Ω , 5 A .



4. Modul de lucru

Trebuie verificată etalonarea, încadrarea în clasa de precizie a aparatului.

- Se reglează valoarea intensității curentului pentru valori numere întregi pe aparatul de etalonat (1, 2, 3, 4, 5A) citite pe aparatul etalon
- Se variază crescător și descrescător intensitatea curentului și se notează valorile citite pe ampermetrul etalon și pe ampermetrul de etalonat
- Se calculează media valorilor crescătoare și media valorilor descrescătoare indicate de ampermetrul etalon, la valori întregi ale curentului citite pe aparatul de etalonat
- Se compară media indicațiilor aparatului etalon (în sens crescător și descrescător) cu media indicațiilor aparatului de etalonat.

Rezultatele citirilor și calculelor se vor trece în tabelul următor, iar pe baza erorilor obținute veți determina clasa de precizie a aparatului.

Curent ampermetru etalon			Curent ampermetru de etalonat	ΔI	Eroarea
Măsurători crescătoare	Măsurători descrescătoare	Media			

5. Observații și concluzii

Condițiile preliminare pentru realizarea unor măsurători precise se referă la: așezarea aparatelor în poziția lor de etalonare, punerea la zero a acului indicator, aburirea geamului aparatului pentru a evita influența sarcinii electrostatice ce se poate forma prin eventualele frecări în timpul transportului, curățirea tuturor fișelor de la rezistențele de precizie și montarea lor prin presare în locașurile respective, montarea corectă în circuitul supus măsurătorilor a tuturor aparatelor și în special a contoarelor de energie, mai ales în situații când în schemă figurează transformatoare de măsură, ferirea tuturor aparatelor de influența câmpurilor electrice și magnetice exterioare, prin așezarea lor la o depărtare apreciabilă de mașinile electrice, transformatoare și condensatoare electrice, prin care circulă curenți intensi.

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

Acestea vizează următoarele aspecte:

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

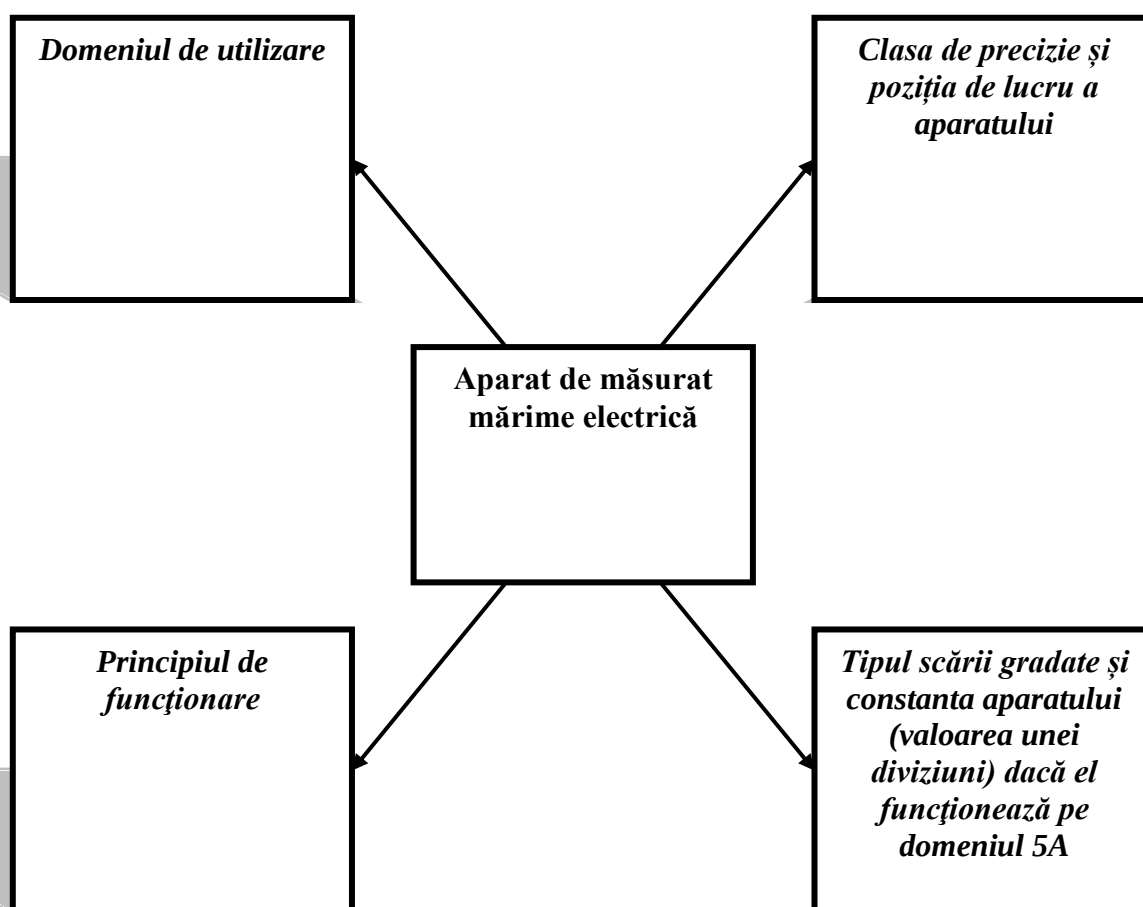
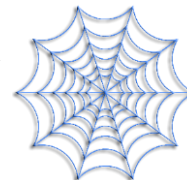
Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea modului, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

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

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

Una dintre metodele interactive ce poate fi integrată în activitățile de învățare-evaluare pentru pregătirea teoretică este **metoda Diagrama păianjen**.

Această metodă are la bază organizarea grafică a cunoștințelor referitoare la un subiect. Se împarte clasa în patru grupe, egale ca număr de participanți.



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

Pentru aplicarea metodei este necesar să se parcurgă următoarele etape:

a. etapa organizării colectivului în patru grupe egale

Profesorul poate să lase elevilor să-și aleagă locul sau poate organiza elevii, punându-i să numere de la 1 la 4. Dacă numărul de elevi nu este divizibil cu patru, profesorul va distribui sarcinile mai ușoare echipelor incomplete.

b. etapa prezentării și explicării problemei

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

c. etapa de lucru în grupe

Elevii lucrează în echipă pentru câteva minute. Apoi elevii vor raporta rezolvarea sarcinii. Jocul se continuă cu alte exemple de aparate de măsurat pentru aceeași mărime

d. etapa analizei ideilor și a elaborării concluziilor

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

Se prezintă, în continuare, sugestii privind aplicarea metodei la tema „*Părțile componente ale aparatelor de măsurat*”

Rezultatele învățării vizate prin desfășurarea acestei activități sunt:

11.1.2. Mijloace de măsurare: construcția mijlocului de măsurare, funcționarea mijlocului de măsurare, proprietăți, utilizări

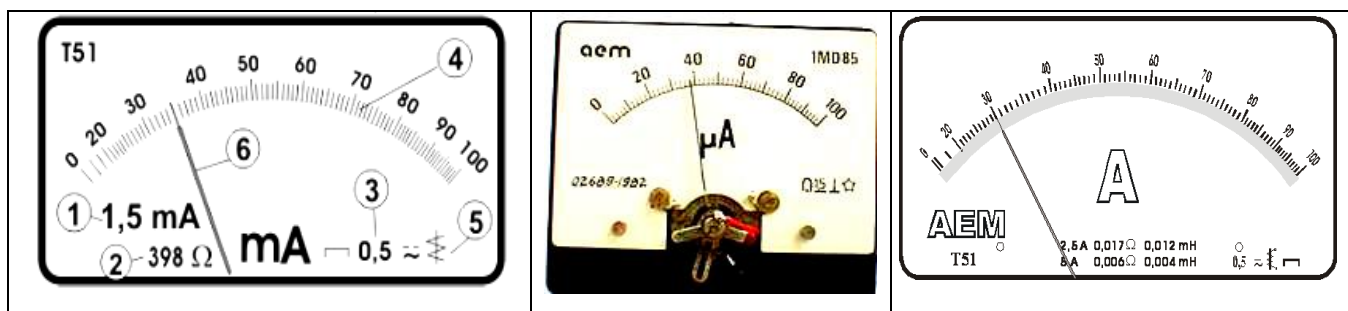
11.2.3 Selectarea mijloacelor de măsurare în funcție de: mărimea măsurată (principiul de funcționare, proprietăți și utilizări

11.3.3 Comunicarea activă în cadrul echipei indiferent de structura etnică a grupului

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

11.3.6 Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă

11.3.9 Încadrarea în norme de timp alocate pentru fiecare lucrare



Avantajele metodei:

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

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

1. Caracteristica statică de funcționare
2. Funcționare (în c.c sau c.a)
3. Scara aparatului
4. Utilizări
5. Avantaje
6. Dezavantaje

Pentru componenta de pregătire practică prin laborator tehnologic, implicit caracterizată prin secvențe de instruire prin metode activ-participative, se recomandă includerea în materialele de învățare a unor sarcini de lucru astfel formulate încât să corespundă stilurilor de învățare identificate la elevii colectivului instruit.

Prin astfel de sarcini de lucru, profesorul asigură elevilor condițiile necesare ca aceștia să-și asume în cadrul echipelor de lucru, roluri și responsabilități prin care să maximizeze eficiența procesului instructiv: învățând în stilul preferat de fiecare dintre ei, vor atinge mai ușor și mai plăcut obiectivele operaționale ale lecției.

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

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

- ✓ *trei concepte* pe care le-au învățat în secvența/activitatea didactică respectivă;
- ✓ *două idei* pe care ar dori să le dezvolte sau să le completeze cu noi informații;
- ✓ *o capacitate, o abilitate sau o atitudine* pe care și-au format-o/au exersat-o în cadrul activității de instruire.

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

- aprecierea unor rezultate de diverse tipuri (cunoștințe, abilități, atitudini);
- conștientizarea achizițiilor ce trebuie realizate la finalul unei secvențe de instruire sau a activității didactice;
- cultivarea responsabilității pentru propria învățare și rezultatele acesteia;
- implicarea tuturor elevilor în realizarea sarcinilor propuse;
- formarea și dezvoltarea competențelor de autoevaluare;
- formarea și dezvoltarea competențelor metacognitive;
- asigurarea unui feedback operativ și relevant;
- reglarea oportună a procesului de predare-învățare;
- elaborarea unor programe de recuperare/compensatorii/de dezvoltare, în acord cu nevoile și interesele reale ale elevilor etc.

Limitele acestei tehnici ar putea fi următoarele:

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

Pentru activitatea de instruire desfășurată în atelierul de instruire practică (sau la agentul economic) se recomandă utilizarea cu preponderență a unor materiale de învățare care să includă documentație tehnologică în formatul utilizat în unitățile productive, pentru a oferi elevilor condiții cât mai apropiate de activitatea industrială reală.

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

Alegerea corectă a metodelor de instruire practică presupune cunoașterea valențelor formative ale fiecăreia și adaptarea lor creativă la specificul activităților practice desfășurate în atelierul școală/la agentul economic.

Metodele de învățământ recomandate activităților de învățare din atelierul școală sunt aceleași metode ca și cele folosite în sala de clasă sau în laborator; specificitatea lor este dată însă de modul creativ în care profesorul de instruire practică le aplică pentru desfășurarea activităților de învățare.

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

Metoda de învățământ	Exemple de aplicare
Expunerea	• La instructajul introductiv • La instructajul curent la fiecare temă abordată
Conversația	La toate tipurile de lecții pentru formarea deprinderilor practice, asigurând precizarea clară a obiectului și scopului conversației
Problematizarea	La toate lecțiile prin care se urmărește formarea/dezvoltarea deprinderilor practice pentru anumite operații tehnologice. Sarcini de lucru pentru care se aplică: • Identificarea denumirii SDV-urilor aflate în truse/pe panouri didactice • Stabilirea circuitului informațional într-un sistem dat • Stabilirea rolului funcțional al anumitor componente ale sistemelor care fac obiectul instruirii • Calcularea unor parametri ai proceselor studiate
Demonstrația	La toate lecțiile de formare de deprinderi practice.
Observarea	• Observarea succesiunii etapelor de execuție a unui produs • Observarea proceselor tehnologice pentru a le caracteriza din diferite puncte de vedere • Stabilirea caracteristicilor unor materiale prin încercări și probe
Folosirea documentației tehnice și a literaturii de specialitate	Folosirea: • standardelor • fișelor tehnologice • cărților tehnice ale mașinilor • cataloagelor de produse etc.
Învățarea prin descoperire	• Stabilirea ordinii de punere în funcțiune a unui utilaj/sistem tehnic • Stabilirea părților componente ale unui utilaj/sistem tehnic nestudiat până la data respectivă
Vizitele și excursiile	Vizita la agenți economici pentru a observa procesele tehnologice și utilajele specifice

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

SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

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

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.

- Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

b. Finală:

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

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

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

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** finală:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/ sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

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

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

Se propune **UN PROIECT** ce vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

11.1.6. Verificarea metrologică și etalonarea mijloacelor de măsură:

11.2.7. Analizarea mijloacelor de măsurare în funcție de caracteristicile metrologic

11.3.1. *Respectarea tehnologiei de verificare și etalonare a mijloacelor de măsură*

11.3.2. *Cooperarea cu colegii de echipă în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă*

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

12.3.9. *Încadrarea în normele de timp alocate pentru fiecare lucrare*

Proiectul are în vedere conținuturile corespunzătoare temei „*Verificarea metrologică a aparatelor de cântărit*”.

În cadrul orelor de pregătire practică (posibil desfășurate la agentul economic), urmăriți cu atenție procesul de verificare metrologică a aparatelor de cântărit.

Folosind și alte surse de documentare, realizați un miniproiect cu tema: **VERIFICAREA METROLOGICĂ A APARATELOR DE CÂNTĂRIT**

PLANUL DE LUCRU

1. Prezentarea tipurilor de aparate de cântărit și a domeniilor de utilizare

Pentru un tip de aparat de cântărit ales de voi explicați:

2. Specificarea părților componente

3. Stabilirea condițiilor tehnice și metrologice de lucru

4. Modalitățile de verificare metrologică

5. Realizarea marcării

6. Norme de sănătate și securitate în muncă pe care ar trebui să le respectați la operațiile de verificare metrologică a balanțelor

EVALUARE

Criterii de evaluare	Punctaj
Prezentarea varietatelor constructive	10 puncte
Specificarea părților componente	10 puncte
Stabilirea condițiilor tehnice și metrologice de lucru	15 puncte
Modalitățile de verificare metrologică	25 puncte
Realizarea marcării	5 puncte
Norme de sănătate și securitate în muncă	15 puncte
Au fost accesate cât mai multe surse de documentare	10 puncte
Prezentarea și argumentarea proiectului	10 puncte

Observație:

Elevii pot lucra pe echipe. Fiecare echipă își va alege un alt de aparat de cântărit căruia îi vor preciza modul de verificare. Se vor stabili termene și responsabilități pentru fiecare membru al echipei. În funcție de agentul economic se poate alege altă mărime de măsurat și, respectiv, mijloacele de măsurare.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Cociuba P. ș.a., Metrologie aplicată – Lucrări de laborator, Editura Economică Preuniversitară, București, 2001
- [2]. Ionescu G., - Măsurări și traductoare, E.D.P., București, 1985
- [3]. Milea A., - Cartea metrologului - Metrologie generală. Editura Tehnică, București, 1985
- [4]. Sturzu, A. - Calitatea și fiabilitatea produselor – Tehnica măsurărilor de specialitate în construcția de mașini, Editura Tehnică, 1993
- [5]. Tănăsescu, M. - Măsurări Tehnice - Manual pentru clasa a X-a, Editura Aramis, 2005
- [6]. Bodea, M., Mihut, I., Turic, L., “Aparate electronice pentru măsurare și control”, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1985.
- [7]. www.indicatoaredesecuritate.ro
- [8]. www.brml.ro
- [9]. http://www.minind.ro/legislatie/1_Anexa_nr_7_14_12.html_ Monitorul Oficial, Partea I nr. 361 din 29.05.2012
- [10]. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=312859>
- [11]. <http://www.inm.ro> - Institutul National de Metrologie
- [12]. <http://www.simarmetrologie.ro/legislatie/>

STAGII DE PREGĂTIRE PRACTICĂ

MODUL IV: MAȘINI ELECTRICE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

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

• 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: 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). ✓ circuitul magnetic, circuitul electric, suportul mecanic (arbori, carcase, scuturi)

			Regimurile de funcționare ale mașinilor electrice (valori ale mărimilor caracteristice, scheme electrice de măsurare): - regimul de funcționare în gol - regimul de funcționare în sarcină - regimul de funcționare în scurtcircuit; scurtcircuitul de probă Surse de informare și documentare pentru mașini electrice.
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	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: - 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. 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): - 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.) Supravegherea în funcționare a mașinilor electrice: - măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, frecvența tensiunii, turația etc.) Surse de informare și documentare pentru mașini electrice. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
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.	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: - 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. Surse de informare și documentare pentru mașini electrice. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare) Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor: modalități de recuperare și re folosire a materialelor în cadrul lucrărilor de montare/întreținere a mașinilor electrice.
--	--	--	---

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, voltmetre, wattmetre, multimetre.
- Tahogeneratoare pentru măsurarea turației motoarelor;
- Cabluri și conductoare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, pistol de lipit, aliaj pentru lipit;
- Motoare de c.c. și motoare de c.a., transformatoare electrice monofazate și trifazate;
- Panoplii cu componente și subansambluri ale motoarelor și transformatoarelor electrice;
- Machete funcționale, mașini electrice secționare;
- Bancuri de lucru;
- Echipament individual de securitatea muncii.

• **SUGESTII METODOLOGICE**

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

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

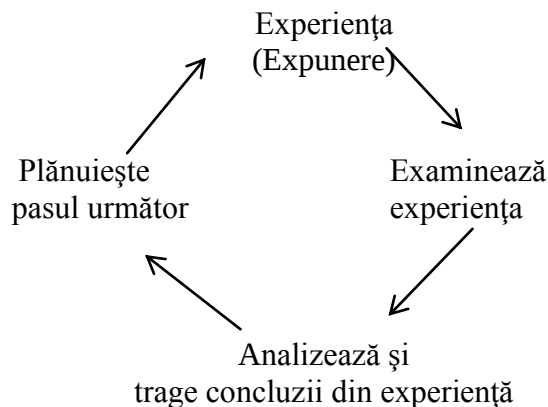
Elevii, ca persoane care învață, pot avea stiluri de învățare diferite și prefera să fie activi în diferite feluri.

Pot prefera să:

- fie activi și 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.



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 economice. 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 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

6.3.5. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*

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

LUCRARE DE LABORATOR

a. Tema abordată:

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

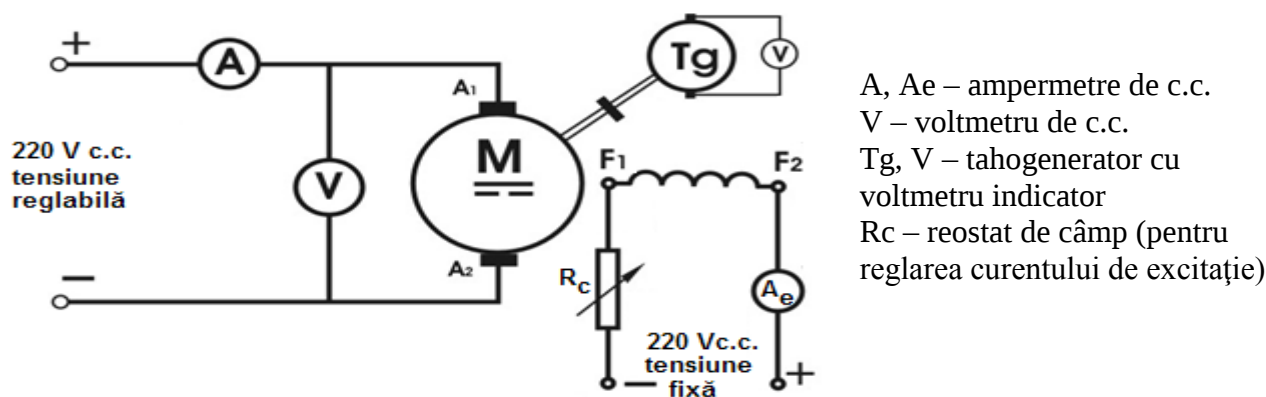
b. Noțiuni teoretice

Motorul de c.c. este utilizat cel mai frecvent în tracțiunea electrică (tramvai, troleibus) deoarece acesta permite modificarea turației în limite largi cu metode simple (cu reostat în circuitul rotor, 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:

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

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 (Tg) montat pe același ax cu rotorul motorului, citind indicația voltmetrului indicator.
- Se calculează, pentru fiecare set de valori (U;I) puterea consumată de motor

f. Tabel de date experimentale/date calculate

Rezultatele măsurătorilor și ale calculelor se trec în tabelul:

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

g. Concluzii și observații personale

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

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

Grilă de observație a comportamentului cognitiv al elevilor

Data:

Scopul observației:

Contextul în care se realizează observația (lucrarea):

Clasa:

Durata observației:

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

Notă

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

Observații/comentarii

Grilă de înregistrare a frecvenței unor categorii de comportamente

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

Notă

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

Observații/comentarii

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

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

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

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

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

Etape ale investigației:

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

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

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

Exemplu de investigație:

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

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

SCENARIUL INVESTIGAȚIEI

(Scenariul unității de învățare modelate de etapele investigației)

Precizări metodice	Activitatea elevilor
Etapă 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);	(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

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 programă? - cu obiective particulare? - cu formarea priceperii de a investiga?	(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 locașul unde este montat electromotorul i-a determinat forma”; „probabil că electromotorul are alt rol funcțional”; „dacă s-ar schimba sursa de alimentare, s-ar schimba și forma constructivă?”; și altele. (c) Lucrând în perechi, elevii prezintă clasei produsele realizate, variantele de răspuns, compară răspunsurile lor cu cele ale colegilor de clasă, evaluând explicațiile (testabile, simple descrieri, enunțuri de opinie) și comunică în clasă punctele lor de vedere.
Etapa a II-a. Explorare/ Experimentare	
Procesul cognitiv: ANALOGIA CU ANTICIPAREA UNUI EFECT Momentele: - Reperarea sarcinii/ problemei; - Analogie cu situațiile cunoscute; - Proiectarea investigației; - Documentare (examinarea a ceea ce se cunoaște); - Colectarea probelor (preliminare); - Formularea concluziei (preliminare). Scenariul lecției: EXPERIMENTAL. Elevii: - reperează 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). Rolul celui ce predă: - 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;	- 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.: - 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 îl 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

- nu rezumă discuțiile elevilor. Argumentarea răspunsurilor/ explicațiilor posibile poate avea durate diferite. Colectarea probelor poate fi extinsă în afara orelor de clasă.	de desfășurare.
Etapa a III-a. Reflecție/ Explicare	
Procesul cognitiv: INDUCȚIA Momentele: a. Sinteza datelor colectate; b. Idealizarea (simplifi carea) observațiilor; c. Distingerea unor reguli/ paternuri în datele colectate; d. Compararea explicațiilor alternative; e. Propunerea unei explicații preliminare. Scenariul lecției: INDUCTIV. Elevii: 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 contraexemplurilor). Rolul celui ce predă: - invită elevii să sintetizeze observațiile; - sprijină elevii să definească noțiunile noi;	1. În grupurile de lucru, prin discuții între ei, respectiv, cu profesorul, elevii sintetizează datele obținute, expun în fața clasei informațiile colectate, produsele realizate (modele experimentale, desene, copii după documente, postere etc.), disting reguli/paternuri în datele colectate și explicații preliminare. De exemplu: - mașinile electrice observate se deosebesc prin sursa de alimentare, respectiv, prin faptul că sunt alimentate în curent continuu sau curent alternativ; - că o mașină electrică nu are părți în mișcare; - că formele bobinelor (sistemul electric) sunt diferite; - că formele de miez magnetic sunt diferite etc.; 2. Prin discuții cu profesorul, elevii denumesc tipurile de mașini electrice, rolul părților lor constructive, domeniile de utilizare.
Etapa a IV-a. Aplicare	
Procesul cognitiv: DEDUCȚIA Momentele: 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). Scenariul lecției: DEDUCTIV. Elevii: 1. observă o regulă/ o explicație a conceptului sau produsului de realizat; 2. creează exemple particulare care convin acestei reguli și explicitează caracteristici ale exemplurilor care sunt sau nu conforme cu regula; Rolul celui ce predă:	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: - 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,

- 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.	respectiv, cu profesorul, elevii: - întocmesc un scurt raport (oral, scris) privind rezultatele investigației proprii („Acum știi care pot fi formele de bobine care echipează mașinile electrice, respectiv ale miezurilor magnetice“); - 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)
Etapă a V-a. Transfer	
Procesul cognitiv: ANALOGIA CU ANTICIPAREA UNUI MIJLOC Momentele: - Informarea publicului (a unor factori de decizie, cu privire la rezultatele obținute); - Analogie cu situațiile cunoscute; - Impactul rezultatelor obținute (asupra nevoilor proprii și ale comunității - învățare, cunoaștere, protecția mediului etc.). Scenariul lecției: EMPIRIC. Elevul: - imaginează o primă încercare a produsului pe care trebuie să-l realizeze, pentru a vedea ce anume știe deja să facă în acest scop; - 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; - face a doua încercare; - observă și analizează noile criterii de evaluare pe care le-a îndeplinit – a doua reprezentare a produsului de realizat; Rolul celui ce predă - 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.	- Lucrând în grupuri, prin discuții între ei, respectiv, cu învățătorul, elevii investighează consecințe ale explicației găsite: - 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 beculțe, bobine, etc.); - alții estimează parametrii constructivi ai unei mașini electrice (materiale, forme) care să realizeze un ansamblu funcțional; • Individual sau în grup, elevii: - 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 modulului se va utiliza evaluarea de tip formativ și, la final, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

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

PORTOFOLIUL – exemplu de evaluare

Portofoliul constituie un instrument de evaluare complementară în spațiul școlii, iar în viața cotidiană reprezintă o formă tot mai utilizată de a prezenta rezultatele/ succesele unei organizații sau ale unei persoane. Atât în viață cât și în școală, portofoliul permite observarea evoluției, a dezvoltărilor petrecute în timp. Din această perspectivă, elevul are posibilitatea de a revizita concepte din cadrul disciplinelor studiate, conexiuni între acestea. Este favorizată astfel posibilitatea aprofundării achizițiilor, dar și construirea competențelor metacognitive – elevii au posibilitatea de a reflecta asupra modului în care învață (aflând ce puncte tari au, ce puncte slabe) și de a lua decizii asupra procesului 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). 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.