

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

Anexa nr. 2 la OMEN nr. 3501 din 29.03.2018

CURRICULUM

pentru

clasa a XII-a

CICLUL SUPERIOR AL LICEULUI - FILIERA TEHNOLOGICĂ

Calificarea profesională
TEHNICIAN ENERGETICIAN

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

2018

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

Proiectul a fost finanțat din FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013

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

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

GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU TATIANA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul “Ștefan Odobleja” Craiova
CIȘMAN AMELIA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic ”Dimitrie Leonida” Iași
DRUȚĂ NICULESCU IANA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic București
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 **TEHNICIAN ENERGETICIAN** 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 (URI)	Denumire modul
URÎ 9: Planificarea producției	MODUL I. Planificarea producției
URI 8: Realizarea sistemelor de acționare electrică	MODUL II. Sisteme de acționare electrică
URÎ 11: Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice	MODUL IV. Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice

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

Calificarea: TEHNICIAN ENERGETICIAN

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Cultură de specialitate și pregătire practică

Modul I. Planificarea producției

Total ore/an:		62
din care:	Laborator tehnologic	31
	Instruire practică	-

Modul II. Sisteme de acționare electrică

Total ore/an:		217
din care:	Laborator tehnologic	93
	Instruire practică	31

Modul III.Curriculum în dezvoltare locală*

Total ore/an:		62
din care:	Laborator tehnologic	-
	Instruire practică	-

Total ore/an = 11 ore/săpt. x 31 săptămâni = 341 ore/an

Stagii de pregătire practică

Modul IV. Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice

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: 491 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: PLANIFICAREA PRODUCȚIEI

- **Notă introductivă**

Modulul „**Planificarea producției**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician energetician* din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a XII-a, ciclul superior al liceului - filiera tehnologică.

Modulul are alocat un număr de **62 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

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

Modulul „**Planificarea producției**” 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 energetician***, 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 energetician*.

- **STRUCTURĂ MODUL**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 9: PLANIFICAREA PRODUCȚIEI			
Rezultate ale învățării codificate conform SPP			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	Conținuturile învățării
9.1.1	9.2.1 9.2.2 9.2.3 9.2.4	9.3.1 9.3.2 9.3.3	Procesul de producție – concepte de bază: ▶ Definiție ▶ Factorii care condiționează procesul de producție: - forța de muncă; - obiectele muncii, respectiv resursele naturale; - mijloacele de muncă, respectiv capitalul; - procesele naturale; ▶ Procese de muncă, procese tehnologice, procese naturale; ▶ Caracteristicile proceselor de producție: - natura bunurilor produse și a serviciilor prestate; - modul de folosire a bunurilor și a serviciilor; - materia primă utilizată; - procesele tehnologice folosite; - modul de organizare a activității ▶ Clasificarea proceselor de producție după: - modul de participare la executarea diferitelor produse, lucrări sau servicii: • de bază (pregătitoare, prelucrătoare, de montaj sau de finisare) • auxiliare • de servire sau de deservire

			- modul de executare (manuale, manual-mecanice, mecanice, automate, de aparatură); - modul de obținere a produselor finite din materia primă (directe, sintetice, analitice); - modul de desfășurare în timp (continue sau discontinue, ciclice sau neciclice); - natura tehnologică a operațiilor efectuate (chimice, de schimbare a configurației, de asamblare, de transport); - natura activităților desfășurate (propriu-zise, de magazinaj sau depozitare, de transport); ► Componentele proceselor de producție: - intrările • resurse umane; • resurse materiale; • resurse financiare; • resurse informaționale; - prelucrarea intrărilor (procesul de producție propriu-zis) • etapele proceselor de producție: de planificare, de prelucrare, de control, financiare, informaționale (exemple specifice domeniului) • elementele proceselor de producție propriu-zise: operații tehnologice; operații de control; operații de transport și depozitare (caracteristici, exemple specifice domeniului) - ieșirile sau rezultatele • rezultate concrete; • rezultate sintetice; • rezultate financiare; • rezultate informaționale.
9.1.2	9.2.5 9.2.6	9.3.4	Tipuri de producție: ► Factorii care determină tipul de producție: nomenclatura de fabricație, stabilitatea în timp a fabricației sau respectabilitatea fabricației, volumul producției fabricate din fiecare tip de produs, gradul de specializare al locurilor de muncă, atelierelor și secțiilor, forma de deplasare între locurile de muncă a obiectelor muncii, modul de amplasare a utilajelor, ritmicitatea producției și durata ciclului de producție, coeficientul tipului de producție; ► Caracteristici, cerințe, avantaje și dezavantaje specifice tipurilor de producție: - producția de masă; - producția în serie (mare, mijlocie, mică); - producția individuală.
9.1.3	9.2.7 9.2.8 9.2.20	9.3.5 9.3.6	Metode de organizare a producției de bază: ► Organizarea producției în flux - caracteristici principale;

			- variante de organizare a producției în flux • după gradul de mecanizare și automatizare al executării operațiilor; • după gradul de continuitate; • în raport cu nomenclatura producției fabricate; • în raport cu ritmul de funcționare; • în raport cu poziția obiectului de prelucrat; • în raport cu modul de trecere a produselor sau pieselor de la un loc de muncă la altul; • după configurația modului de amplasare a locurilor de muncă pe suprafețe de producție; • după gradul de cuprindere a producției întreprinderii în cadrul organizării producției în flux; • după modul de deplasare între operații a produselor sau a pieselor; - forme de organizare a producției în flux în diverse ramuri ale economiei naționale; • elementele de calcul ale unei linii de producție în flux • tactul; • ritmul; • numărul de mașini sau de locuri de muncă; • numărul de muncitori; • lungimea liniei de producție în flux; • viteza de deplasare a mijlocului de transport; ► Organizarea producției pe grupe omogene de mașini și instalații: caracteristici principale, avantaje, dezavantaje; ► Organizarea producției în celule de fabricație: caracteristici principale, avantaje, dezavantaje; ► Organizarea producției prin automatizare - avantajele automatizării; - forme de automatizare • după seria de cuprindere (automatizarea simplă/complexă); • după condițiile de implementare (automatizarea convențională locală/complexă, automatizarea de ansamblu, conducerea centralizată a procesului tehnologic, conducerea automată cu calculator a procesului tehnologic); ► Metode moderne de organizare a producției (principii generale) • metoda programării liniare; • metode de organizare a producției utilizând analiza drumului critic: CPM (metoda drumului critic); PERT (tehnica evaluării repetate a programului); • metoda „Just in Time” (J.I.T.). ► Sisteme flexibile de fabricație.
9.1.4 9.1.7	9.2.9 9.2.10	9.3.7 9.3.8	Programarea și organizarea activității de producție la nivelul unui agent economic

9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.20 9.2.21	9.3.9	▶ Etapele programării și organizării activității de producție ▶ Activitățile de programare, pregătire, lansare și urmărire a producției – prezentare generală ▶ Structura și atribuțiile compartimentului programare, pregătire, lansare și urmărire a producției ▶ Planificarea necesarului de resurse materiale - etapele planificării necesarului de resurse materiale; •întocmirea listei de resurse materiale; •determinarea normelor de consum; •stabilirea propriu-zisă a necesarului de resurse materiale; •determinarea stocului de la sfârșitul perioadei de program; •calcularea indicatorului necesar total de materiale. - aplicații practice de planificare a necesarului de resurse materiale pentru o situație dată; ▶ Planificarea necesarului de personal - structura personalului unei unități economice; - niveluri de calificare; - elementele caracteristice ale unui post (fișa postului); - aplicații practice de planificare a necesarului de personal pentru o situație dată; ▶ Informații și documentele specifice programării producției: ciclograma pe produs, programul de producție calendaristic centralizator (la nivelul firmei și la nivelul secției), balanța de corelare capacitate-încărcare, programul de producție operativ, fișe tehnologice, planuri de operații, situația numărului de utilaje pe grupe, programul de reparații ale utilajelor, situația termenelor de execuție ale produselor aflate în fabricație, diagrame de montaj, normative etc. - prezentare generală (scop, informații necesare și surse, instrucțiuni generale de elaborare/completare, exemple) - aplicații practice de utilizare și/sau completare a unor documente specifice programării producției ▶ Documentele necesare lansării în fabricație: bonurile de materiale sau fișele limită, bonurile de lucru pe operație sau piesă, borderoul de manoperă, borderoul de materiale, fișele de însoțire a piesei/a produsului și dispozițiile de lucru, graficul de avansare a produsului - prezentare generală - aplicații practice de utilizare și/sau completare ▶ Documentele necesare urmăririi producției:
--	-------	---

			documente pentru urmărirea funcționării utilajelor (fișa individuală U, fișa recapitulativă UT), documente pentru evidențierea abaterilor în desfășurarea procesului de producție (caietul dispecerului), documente pentru urmărirea mișcării obiectelor muncii între secții (caietul dispecerului central) - prezentare generală - aplicații practice de utilizare și/sau completare
9.1.5 9.1.6	9.2.14 9.2.15 9.2.16 9.2.17 9.2.18 9.2.19 9.2.20	9.3.10 9.3.11 9.3.12	Evaluarea unui proces de producție pe baza indicatorilor de productivitate a muncii, în vederea eficientizării activității de producție ▶ Indicatori de productivitate a muncii. Aplicații practice de determinare a indicatorilor de productivitate pentru o situație dată. ▶ Factori care influențează productivitatea muncii - factorii tehnici; - factorii economici și sociali; - factorii umani și psihologici; - factori naturali; - factori de structură. ▶ Metode și strategii de creștere a eficienței producției: automatizarea, robotizarea, promovarea tehnicilor noi, înnoirea producției, perfecționarea organizării producției și a muncii, pregătirea și perfecționarea resurselor umane, cointerесarea materială a muncii etc.

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/rețea de calculatoare, videoproiector;
- ✓ Filme cu procese de producție specifice domeniului;
- ✓ Softuri specializate în planificarea și organizarea producției
- ✓ Suporturi de curs, fișe de lucru și materiale audio-video cu procese de producție specifice domeniului
- ✓ Documente și formulare tipizate utilizate la planificarea și organizarea producției (fișe tehnologice, fișe de realizare a produsului, grafice, diagrame, planuri
- ✓ Auxiliare curriculare, fișe de documentare, reviste de specialitate, documentație tehnică (desene de execuție, fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice) etc.

• SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile **programei modului „Planificarea producției”**, trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire. Parcurgerea cunoștințelor se face în ordinea redată în „Conținuturile învățării”.

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.

Alegerea tehnicilor de instruire revine profesorului, care are sarcina de a individualiza și de a adapta procesul didactic la particularitățile elevilor, de a centra procesului de învățare, pe nevoile și disponibilitățile acestora, în scopul unei valorificări optime ale acestora, individualizării învățării, lărgirii orizontului și perspectivelor educaționale.

În acest context, lucrul în grup, simularea, practica în laborator/la locul de muncă, discuțiile de grup, prezentările video, multimedia și electronice, temele și proiectele integrate, vizitele etc. contribuie la învățarea eficientă, prin dezvoltarea abilităților de comunicare, de negociere, de luare a deciziilor, de asumare a responsabilității, de sprijin reciproc, precum și a spiritului de echipă, competițional și a creativității elevilor.

Se recomandă:

- transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și o alternanță 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, etc.;
- folosirea unor strategii care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu mediul de afaceri;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă.

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, prezentăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Identificarea subsistemelor unui sistem de producție dat/descris/studiat la agentul economic partener
2. Analiza generală a unui proces tehnologic (eventual desfășurat la agentul economic partener) și reprezentarea graficului corespunzător (fluxul tehnologic principal, locurile în care produsul intră în flux, fluxurile secundare)
3. Analiza detaliată a unui proces tehnologic pentru un produs, prin întocmirea graficului de circulație (operații, durata fiecăreia, distanțele de transport, numărul de muncitori care execută fiecare operație)
4. Caracterizarea unui proces de producție pe baza indicatorilor de eficiență economică
5. Întocmirea documentației de lansare în producție a unui produs obținut pe o linie tehnologică în flux: calculul parametrilor liniei de producție
6. Planificare necesarului de resurse materiale/umane pentru un proces de producție dat
7. Determinarea grafo-analitică a duratei ciclului de producție pentru un proces tehnologic dat/pentru diferite variante de organizare a producției în flux
8. Completarea/utilizarea documentației de programarea fabricației/lansare în fabricație/urmărire a fabricației, folosind formulare tipizate ale agentului economic partener
9. Determinarea capacității de producție pentru diferite tipuri de producție (omogenă/eterogenă) și de organizare a procesului tehnologic (pe grupe omogene de utilaje, pe linii tehnologice de prelucrare în flux)
10. Determinarea indicatorilor de productivitate pentru un proces tehnologic dat

Având în vedere volumul mare de cunoștințe noi vizate de acest modul și necesitatea de a le organiza și sistematiza, recomandăm utilizarea unor metode de predare și învățare care să susțină acest demers, ca de exemplu: „Organizatorul grafic”, „Harta conceptuală”, „Cubul”, „Mozaic” etc.

Modulul **Planificarea producției** poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, metode, mijloace sau resurse didactice care să faciliteze tranziția de la școală la viața activă.

Vizita de studiu la o unitate productivă poate oferi posibilitatea ca datele informațional-aplicative obținute în cadrul obiectivelor vizitate să aibă un rol instructiv, demonstrativ sau aplicativ.

Vizita de studiu poate fi asociată cu **studiul de caz**. Acesta este o modalitatea de a analiza o situație specifică, particulară, reală sau ipotetică, modelată sau simulată, care există sau poate să apară într-o acțiune, fenomen, sistem, etc. de orice natură, denumită caz, în vederea studierii sau rezolvării lui, în raport cu nevoile înlăturării unor neajunsuri sau a modernizării proceselor, asigurând luarea unei decizii optime în domeniul respectiv.

Metoda studiului de caz are un pronunțat caracter activ-participativ, formativ și euristic, contribuind la antrenarea și dezvoltarea capacităților intelectuale și profesionale, oferind elevilor soluții de rezolvare eficiente a unor probleme sau situații-probleme teoretice și practice. În loc să se facă expuneri generale, se poate proceda la studierea unei unități industriale, economice din localitate pentru ca elevii să constate direct cum este organizată munca, care sunt etapele fluxului tehnologic și cum se înlănțuie ele sau cum este organizată administrativ unitatea concretă, fabrica sau atelierul pe care îl studiază.

Studiul de caz devine metodă eficientă numai în condițiile în care cazul de analizat este prezentat într-o formă problematizată, care să suscite curiozitatea și interesul elevilor.

Cazurile, se remarcă prin „ieșirea lor din comun”, fie într-o ipostază favorabilă – evidențiată de rezultate superioare în muncă, fie într-o ipostază nefavorabilă, caracterizată de rezultate nesatisfăcătoare (eșecuri) în muncă numite și „elemente problemă”.

Exemple de cazuri pozitive pot fi: introducerea unei tehnologii noi sau retehnologizarea unor procese; perfecționarea unui sistem tehnic, a unei secții (sector) sau a unei întreprinderi etc., iar cazuri negative pot fi cele rezultate dintr-o planificare greșită a resurselor și din necorelarea acestora cu etapele procesului, respectiv cu rezultatele proiectate.

Metoda studiului de caz poate fi utilizată în special atunci când sunt vizate următoarele rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională:

Cunoștințe

- 9.1.1. Procesul de producție
- 9.1.6. Indicatori de productivitate a muncii
- 9.1.6. Metode de creștere a eficienței producției

Abilități

- 9.2.1. Analizarea unui proces de producție specific domeniului.
- 9.2.16. Determinarea valorii numerice a indicatorilor de productivitate a muncii.
- 9.2.17. Evaluarea unui proces de producție pe baza indicatorilor de productivitate a muncii în vederea eficientizării activității de producție.
- 9.2.18. Analizarea metodelor de creștere a eficienței producției și alegerea soluției optime.
- 9.2.20. Comunicarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate.

Atitudini

- 9.3.10. Asumarea rezultatelor evaluării proceselor de producție.
- 9.3.11. Promovarea soluțiilor de eficientizare a producției.

Etapele metodei sunt, în linii mari, următoarele:

- profesorul expune în fața elevilor cazul de studiat;
- după necesitate, prin conversație actualizează cunoștințele pe care elevii le posedă și care le vor fi necesare în analiza și aprecierea cazului dat;
- se stabilește problematica pe care o ridică cazul și care trebuie rezolvată;
- se caută căile de interpretare, analiză și rezolvare a cazului;
- se procedează la rezolvare;
- profesorul analizează și apreciază modul de rezolvare a cazului și rezultatele la care au ajuns elevii.

Profesorul trebuie să fie pregătit ca pe parcursul analizei cazului să fie în măsură să ofere informații suplimentare asupra cazului.

Modul de organizare a activității elevilor în cadrul studiului de caz poate fi diferit de la o analiză la alta. Astfel, cazul poate să fie dezbătut frontal cu întreaga clasă în mod oral sau în alte situații se poate lucra pe grupe de elevi care să rezolve același caz pe căi diferite. De asemenea, se poate da fiecărei grupe de elevi un caz aparte, iar la sfârșit câte un reprezentant al fiecărei grupe va prezenta și motiva modul în care a fost interpretat, analizat și rezolvat cazul și rezultatul la care s-a ajuns. În această situație profesorul va conduce discuțiile clasei pentru degajarea elementelor corecte și, eventual, pentru stabilirea și înlăturarea greșelilor. O altă manieră poate fi rezolvarea în scris, de către fiecare elev în parte, a cazului dat urmând ca profesorul să le analizeze și să le discute așa cum procedează la lucrările scrise.

În studierea și rezolvarea cazurilor este indicat să se folosească și alte metode de studiu și învățare ca: dezbateră, problematizarea, modelarea, algoritmizarea, simularea, etc.

Recomandăm și strategiile didactice inspirate de practica industrială prin utilizarea următoarelor metode și tehnici: „Brainstorming”, „Explozia stelară”, „Pălăriile gânditoare”, „Caruselul” (Metoda Graffiti), Metoda „Multi-voting”, masa rotundă, interviul de grup, „Incidentul critic”, Phillips 6-6, „Controversa creativă”, tehnica acvariului, tehnica focus – grupului, metoda Frisco, sinectica, Buzz-groups, metoda Delphi, metoda ciorchinelui, discuția panel etc.

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 la acest modul ar trebui să includă, după caz, referiri la următoarele aspecte:

- a. Tema abordată
- b. Noțiuni teoretice
- c. Documentație tehnică/tehnologică
- d. Breviar de calcul
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- f. Tabel de date analizate/date calculate
- g. Concluzii și observații personale

Se propune în continuare, o **lucrare de laborator** pentru tema **Metode de organizare a producției în flux**:

LUCRARE DE LABORATOR

1. Tema lucrării

Studiul comparativ al metodelor de organizare a producției în flux

2. Noțiuni teoretice

Un ciclu de producție este determinat de succesiunea proceselor parțiale și a operațiilor care compun aceste procese, începând cu momentul inițializării fabricației și până la obținerea produsului finit.

Parametrul principal al conducerii operative a producției este **durata ciclului de producție**: pe baza acestuia și având în vedere termenele de livrare a produselor, se stabilesc termenele de lansare în fabricație și termenele intermediare care permit eșalonarea în timp și controlul evoluției procesului de fabricație.

Se cunosc mai multe variante de organizare a fluxului tehnologic, și anume:

- prin îmbinare succesivă (serie);
- prin îmbinare paralelă;
- prin îmbinare mixtă.

Metoda de îmbinare succesivă (serie) se caracterizează prin faptul că fiecare operație din fluxul tehnologic al unui reper, începe numai după ce au fost prelucrate la operația curentă toate piesele din lotul de fabricație.

Durata ciclului tehnologic se determină cu următoarea relație analitică:

$$DCP_s = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni}}{N_{lm}} + D_n + D_a + D_i \quad (1)$$

în care:

n – numărul pieselor din lotul de fabricație

m – numărul operațiilor tehnologice din fluxul de fabricație

t_{ni} – timpul normat de execuție a operației i din flux

N_{lm} – numărul locurilor de muncă la care se execută simultan aceeași operație

D_n – durata proceselor naturale

D_a – durata proceselor auxiliare

D_i – durata întreruperilor netehnologice

Metoda de îmbinare paralelă este specifică producției de serie mare și de masă, cu fabricația organizată pe linii tehnologice în flux. Se caracterizează prin deplasarea individuală a pieselor sau în loturi de transport la operația următoare pe măsura terminării prelucrării la operația curentă. Metoda presupune deci, o astfel de organizare a lucrului, încât să se asigure atât paralelismul în prelucrarea, cât și transportul fiecărei piese de la prima operație până la ultima operație din fluxul tehnologic.

Relația de calcul a duratei ciclului de producție este:

$$DCP_p = (n - p) \left(\frac{t_{ni}}{N_{lm}} \right)_{\min} + p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni}}{N_{lm}} + D_n + D_a + D_i \quad (2)$$

în care:

p – numărul pieselor din lotul de transport.

Pentru a respecta cerințele acestei metode, la determinarea grafică a duratei ciclului tehnologic se procedează astfel:

- se reprezintă prima piesă din lot la toate operațiile;
- se reprezintă apoi următoarele piese la fiecare operație în parte;
- la operația principală (operația cu durata cea mai lungă) se asigură continuitatea funcționării utilajelor pe toată durata prelucrării lotului.
- la celelalte operații, între piesele componente ale lotului vor exista staționări de utilaje;
- durata acestor staționări (întreruperi) se calculează ca diferența între operația principală și durata fiecărei operații în parte.

Metoda de îmbinare mixtă (paralel succesivă) a operațiilor tehnologice se caracterizează prin faptul că transmiterea pieselor de la o operație la alta se face individual, numai când operația anterioară are o durată mai mică sau egală cu operația următoare.

În cazul când se trece de la o operație cu durată mai mare la o operație cu durată mai mică, transmiterea pieselor se face pe loturi.

Analitic, durata ciclului de producție se determină astfel:

$$DCP_m = n \cdot \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{ni}}{N_{lm}} \right) - (n - p) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_{ni}}{N_{lm}} \right)_{\min} + D_n + D_a + D_i \quad (3)$$

în care:

$\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_{ni}}{N_{lm}} \right)_{\min}$ reprezintă suma duratelor minime corespunzătoare perechilor de operații succesive.

Evaluarea **eficienței economice** a fiecărei metode de îmbinare se realizează cu ajutorul indicatorilor:

- durata ciclului de producție
- viteza de execuție a produselor care se calculează în funcție de mărimea lotului de producție L , cu relația:

$$v_e = \frac{L}{DCP}$$

- durata medie calendaristică pentru fabricarea unei piese se determină cu relația:

$$\frac{DCP}{L} = \frac{1}{v_e}$$

- coeficientul de paralelism obținut prin raportarea duratei maxime a ciclului (corespunzător îmbinării serie) la durata obținută pentru celelalte metode de îmbinare.

3. Date inițiale

Se consideră un lot de trei piese P_1 , P_2 și P_3 , la care procesul tehnologic este format din trei operații tehnologice, cu următoarele durate: $t_1 = 1$ minut, $t_2 = 2$ minute, $t_3 = 1,5$ minute.

4. Sarcini de lucru

4a. Determinarea analitică a duratei ciclului de producție, pentru fiecare dintre cele trei metode de îmbinare/organizare a fluxului tehnologic.

4b. Determinarea/reprezentarea grafică a duratei ciclului de producție, pentru fiecare dintre cele trei metode de îmbinare/organizare a fluxului tehnologic.

4c. Compararea metodelor de îmbinare/organizare a fluxului tehnologic din punct de vedere al eficienței economice, folosind valorile calculate ale indicatorilor specifici.

5. Tabel de date

	Metoda îmbinării succesive	Metoda îmbinării paralele	Metoda îmbinării mixte
Durata ciclului de producție			
Viteza de execuție a produselor			
Durata medie calendaristică pentru fabricarea unei piese			
Coeficientul de paralelism			

6. Observații și concluzii

(Avantaje și dezavantaje ale celor trei moduri de organizare a producției studiate, stabilite prin analiza valorilor numerice calculate și a reprezentărilor grafice ale ciclului de producție).

Răspunsul așteptat:

$$DCP_s = 3 \cdot (1+2+1,5) = 13,5 \text{ minute}$$

$$DCP_p = (3-1) \cdot \max(1; 2; 1,5) + (1+2+1,5) = 8,5 \text{ minute}$$

$$DCP_m = 3 \cdot (1+2-1,5) - (3-1) \cdot (\min(1; 2) + \min(2; 1,5)) = 8,5 \text{ minute}$$

Reprezentările grafice pentru DCP corespunzătoare celor trei metode de organizare:

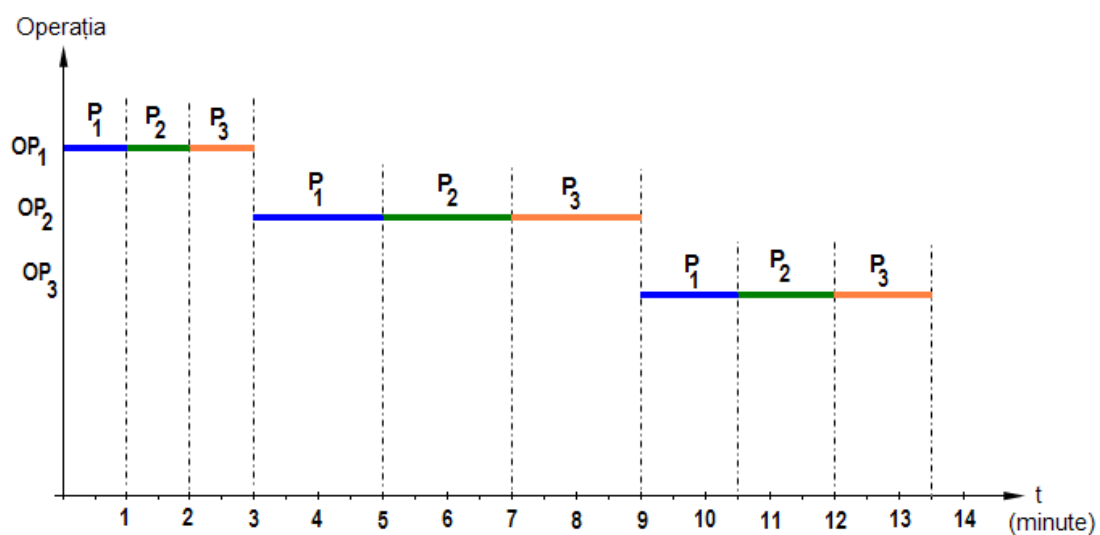


Fig. 1 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării serie

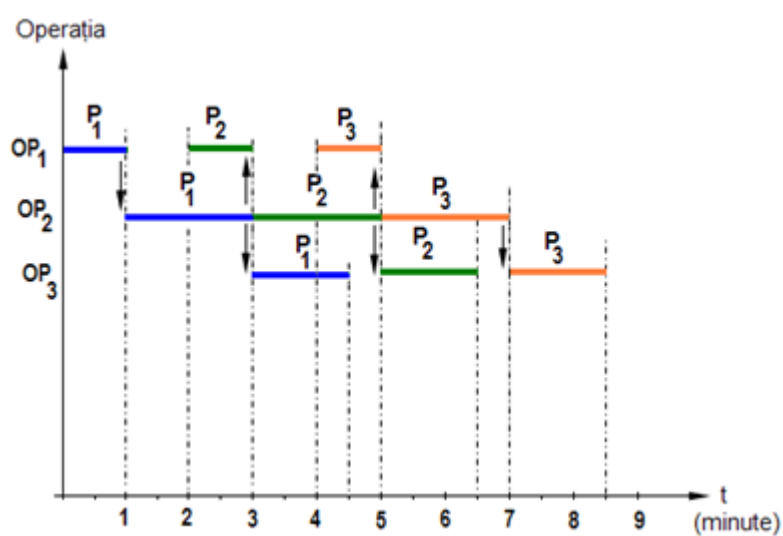


Fig. 2 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării paralele

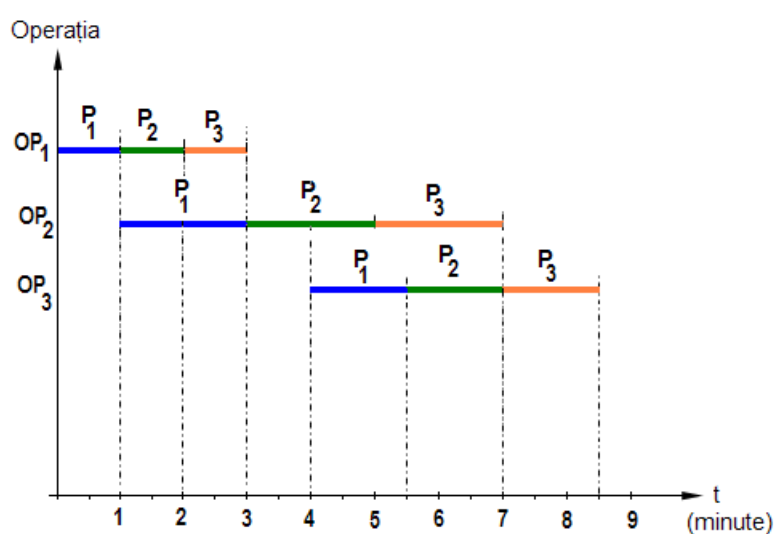


Fig. 3 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării mixte

Avantaje/dezavantaje ale metodelor de organizare a fluxului de producție:

Metoda	Avantaje	Dezavantaje
Metoda îmbinării succesive	Permite urmărirea relativ simplă a fabricației produselor	Durată mare a ciclului tehnologic. Creșterea volumului de producție nedeterminată. Scăderea vitezei de rotație a mijloacelor circulante.
Metoda îmbinării paralele	Se aplică în special la producția de masă sau serie mare și permite realizarea celei mai scurte durate a ciclului tehnologic.	Există întreruperi în funcționarea utilajelor. La operațiile ale căror durate sunt mai mici decât timpul operației cu durată maximă se recurge la folosirea forței de muncă, renunțând la folosirea utilajelor.
Metoda îmbinării mixte	Asigură paralelismul prelucrării diferitelor piese din lot la operațiile de pe fluxul tehnologic. Asigură continuitatea prelucrării întregului lot la fiecare operație.	Organizarea procesului de producție este mai complicată.

Pentru această lucrare de laborator, se recomandă organizarea clasei în trei echipe, fiecare primind spre rezolvare sarcinile de lucru 4a) și 4b) pentru câte una dintre modalitățile de organizare a fluxului tehnologic, respectiv serie, paralel și mixt.

Apoi, se organizează **turul galeriei**, pentru ca elevii să schimbe rezultatele obținute și observațiile efectuate în cadrul fiecărei echipe. Apoi, cu clasa organizată frontal, cei trei reprezentanți ai echipelor formate, completează tabelul de date (la tablă/pe flip-chart) și formulează observații și concluzii pe baza comparării valorilor numerice înregistrate în tabel, rezolvând sarcina de lucru 4c). În această etapă, toți elevii clasei contribuie la finalizarea analizei metodelor de organizare a fluxului tehnologic, completând observațiile formulate, sintetizând ideile exprimate și argumentând afirmațiile personale sau comentându-le pe cele ale colegilor.

• SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

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

Evaluarea poate fi :

a. în timpul parcurgerii modulului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul temei, de modalitatea de evaluare – probe orale, scrise, practice, de stilurile de învățare ale elevilor.
- Planificarea evaluării trebuie să se deruleze după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. finală

- Realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor și indicatorilor de realizare a rezultatelor învățării(cunoștințe, abilități și atitudini).

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 observație;
- Teste docimologice.

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.

De exemplu, o modalitate de evaluare specificată anterior poate fi efectuată utilizând următoarea *grilă criterială* asociată unei activități complexe de documentare, de prezentare a unui proces de producție și de evaluare a acestuia.

CRITERIU	Pct maxim	Pct acordat
• Acoperirea satisfăcătoare în raport cu tema de cercetare	20p	
• Capacitatea de sinteză și sistematizare	10p	
• Evidențierea elementelor caracteristice ale procesului de producție	10p	
• Identificarea componentelor procesului de producție și corelarea acestora	10p	
• Evaluarea procesului de producție pe baza indicatorilor de productivitate	10p	
• Propunerea unei soluții de eficientizare a producției	10p	
• Utilizarea corectă a limbajului de specialitate	10p	
• Coerența și aspectul unitar al prezentării	10p	
Punctaj din oficiu	10p	
Punctaj total	100 p	

În continuare se propune un **test de evaluare** pentru tema „Mărimile de intrare ale subsistemului proces de producție. Etapele sistemului de producție industrial” pentru care sunt vizate următoarele rezultate ale învățării (codificate conform SPP):

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
9.1.1	9.2.1	9.3.1
	9.2.2	9.3.2
	9.2.3	9.3.3

TEST DE EVALUARE

A. Scrieți, pe fișa de lucru, noțiunile cu care trebuie să completați spațiile libere din afirmațiile următoare, astfel încât acestea să fie corecte. 20 puncte

1. Modificarea parțială, neintenționată, a informațiilor pe parcursul circuitului informațional reprezintă _____ informațiilor.
2. Materiile prime care după derularea procesului de producție nu se regăsesc în componența produsului finit se numesc materii prime _____.
3. Fiind supusă influenței unor factori aleatori care-i perturbă echilibrul, întreprinderea are un caracter _____.
4. Forța de muncă include personalul care participă _____ la desfășurarea procesului de producție.

B. Scrieți, pe fișa de lucru, în tabelul următor, litera corespunzătoare răspunsului corect, pentru fiecare dintre afirmațiile numerotate cu cifre de la 1 la 4. Este corectă o singură variantă de răspuns. 20 puncte

1	2	3	4

1. **NU** se consideră persoane angajate:
 - a) persoanele aflate în concediu fără plată;
 - b) persoanele angajate temporar;
 - c) persoanele care efectuează stagiul militar;
 - d) persoanele detașate la alt loc de muncă.
2. Deoarece își adaptează permanent activitatea, în funcție de progresul tehnico-științific, întreprinderea are:
 - a) caracter dinamic;
 - b) finalitate;
 - c) reglare proprie;
 - d) stabilitate.
3. Utilajele destinate realizării în mod repetat a unor operații tehnologice sau procese pentru o gamă redusă de produse se numesc:
 - a) automatizate;
 - b) mecanizate;
 - c) specializate;
 - d) universale.
4. Modificarea parțială sau totală, intenționată, a conținutului informațiilor de către cei care se află de-a lungul circuitului informațional se numește:
 - a) distorsiune;
 - b) filtrare;
 - c) perimare;
 - d) redundanță.

C. Pentru fiecare dintre afirmațiile numerotate cu cifre de la 1 la 4, scrieți, pe fișa de lucru, în dreptul cifrei corespunzătoare enunțului respectiv, litera A, dacă apreciați că afirmația este adevărată sau litera F, dacă apreciați că afirmația este falsă. 20 puncte

1. Evidența stocurilor este una dintre activitățile corespunzătoare etapei financiare a sistemului de producție industrial.
2. Utilajele de producție sunt resurse materiale, componente ale capitalului circulant al întreprinderii.
3. Orele lucrate în sărbătorile legale se exclud din volumul de muncă.
4. Elaborarea dispoziției de lansare în fabricație este o activitate din cadrul etapei de prelucrare a sistemului de producție industrial.

D. Reformulați enunțurile false identificate la punctul C astfel încât acestea să fie adevărate. Nu se acceptă folosirea negației. 10 puncte

E. Răspundeți la următoarele cerințe:

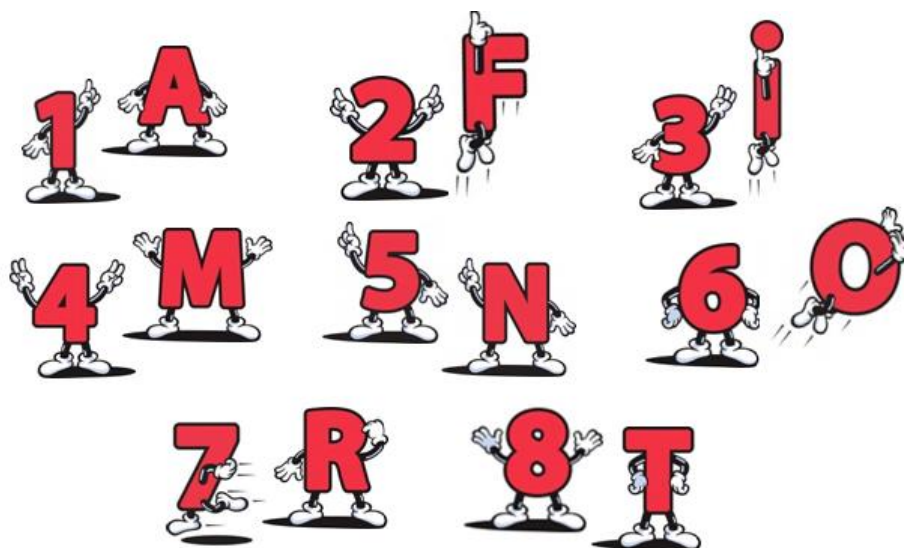
10 puncte

1. Enumerați cerințele care se impun unei informații pentru a fi de calitate.
2. Justificați afirmația: „Întreprinderea are un caracter complex.”.

F. Test de perspicacitate:

10 puncte

Completați tabelul de mai jos cu datele numerice solicitate. Ținând cont de corespondența dintre cifre și litere, veți afla, pe ultima coloană, o categorie de resurse foarte importantă pentru funcționarea optimă a unei întreprinderi.



Numărul de termeni ai unui binom ridicat la pătrat		
Numărul personajelor din „Capra cu trei iezi” de Ion Creangă		
Numărul principatelor române care s-au unit la 24 ianuarie 1859		
Numărul de litere care se află între literele „l” și „s” din alfabetul limbii române		
Numărul unităților de măsură fundamentale din Sistemul Internațional		
Numărul de ordine al culorii „verde” din curcubeu		
Numărul de regine dintr-un stup		
Numărul petalelor unei flori de lotus		
Numărul atomilor de oxigen din molecula de acid azotic		
Numărul punctelor din spațiu care determină un plan		

Barem de corectare și notare

A. 20 puncte

1. distorsiunea; 2. auxiliare; 3. probabilistic; 4. direct

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

B. 20 puncte

1. c; 2. a; 3. c; 4. b

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

C. 20 puncte

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

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

D. 10 puncte

2. Utilajele de producție sunt resurse materiale, componente ale capitalului fix al întreprinderii.

3. Orele lucrate în sărbătorile legale se consideră ore efectiv lucrate.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 5 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

E. 10 puncte

1. 6 puncte

acuratețea, oportunitatea, cantitatea, concizia, frecvența, vârsta

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.

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

2. 4 puncte

întreprinderea reunește un tot unitar de factori între care se stabilesc multiple legături ceea ce îi conferă funcționalitate.

Pentru răspuns corect și complet se acordă 4 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 2 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

F. 10 puncte

Numărul de termeni ai unui binom ridicat la pătrat	3	I
Numărul personajelor din „Capra cu trei iezi” de Ion Creangă	5	N
Numărul principatelor române care s-au unit la 24 ianuarie 1859	2	F
Numărul de litere care se află între literele „l” și „s” din alfabetul limbii române	6	O
Numărul unităților de măsură fundamentale din Sistemul Internațional	7	R
Numărul de ordine al culorii „verde” din curcubeu	4	M
Numărul de regine dintr-un stup	1	A
Numărul petalelor unei flori de lotus	8	Ț
Numărul atomilor de oxigen din molecula de acid azotic	3	I
Numărul punctelor din spațiu care determină un plan	3	I

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.

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

• BIBLIOGRAFIE

- [1] Badea Forica, *Managementul producției*, Editura ASE, București, 2005
- [2] Badea Forica, *Managementul producției – Curs în format digital*
<http://www.biblioteca-digitala.ase.ro/biblioteca/carte2.asp?id=494>
- [3] Olaru Silvia, *Managementul întreprinderii*, Editura ASE, București, 2005
- [4] Olaru Silvia, *Managementul întreprinderii – Curs în format digital*
<http://www.biblioteca-digitala.ase.ro/biblioteca/carte2.asp?id=475&idb=>
- [5] Puiu Tatiana, *Managementul producției industriale*, Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2005
- [6] Crăciun Liviu, *Managementul producției*, Ed. PrintExpert, Craiova, 2008
- [7] Bărbulescu Constantin, *Managementul producției*, vol. I și II, Editura Sylvi, București, 1997
- [8] Bărbulescu Constantin - *Managementul producției industriale*, (vol. III) Strategia economică a întreprinderii ca instrument de concretizare și realizare a ei, Editura Sylvi, București, 1997
- [9] Auxiliare curriculare elaborate sub coordonarea CNDIPT:
 - [9.1] Dobre Marinela, Măjinescu Ileana, Planificarea și organizarea producției (2006)
http://www.tvet.ro/Anexe/4.Anexe/Aux_Phare/Aux_2003/Mecanica/
 - [9.2] Gheorghe Carmen, Planificarea și organizarea producției (2008)
http://www.tvet.ro/Anexe/4.Anexe/Aux_Phare/Aux_2005/Constructii%20instalatii%20si%20lucrari%20publ
[ice/](http://www.tvet.ro/Anexe/4.Anexe/Aux_Phare/Aux_2005/Constructii%20instalatii%20si%20lucrari%20publ)
 - [9.3] Nechifor Mariana, Pregătirea producției (2008)
http://www.tvet.ro/Anexe/4.Anexe/Aux_Phare/Aux_2005/Mecanica/
 - [9.4] Prelipcianu Monica, Vereș Florentina, Planificarea și organizarea producției (2008)

MODUL II. SISTEME DE ACȚIONARE ELECTRICĂ

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

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

Modulul are alocat un număr de **217 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **93 ore/an** - laborator tehnologic
- **31 ore/an** – instruire practică

Modulul „Sisteme de acționare electrică”, 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 energetician*, 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 energetician*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 8: REALIZAREA SISTEMELOR DE ACȚIONARE ELECTRICĂ			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
8.1.1	8.2.1 8.2.2 8.2.23	8.3.2 8.3.9	Noțiuni generale privind sistemele de acționare electrică (SAE): - componentele SAE și rolul lor funcțional (schema bloc a unui SAE); - avantajele și domeniile de utilizare ale acționărilor electrice.
8.1.2 8.1.4	8.2.3 8.2.10 8.2.12 8.2.23	8.3.1 8.3.2 8.3.3 8.3.9	Aparate electrice utilizate în SAE (tipuri de aparate, rol funcțional, semne convenționale utilizate în scheme): aparate de conectare, comandă, reglare, semnalizare, protecție și automatizare Criterii de alegere a aparatelor electrice din SAE: - parametrii nominali; - tipul constructiv (gradul de protecție); - regimul și particularitățile de funcționare; - categorii de utilizare; - capacitatea de rupere; - protecția la supracurenți. Cataloage de produse electrice fabricate în țară sau în străinătate (aparate electrice)
8.1.3 8.1.4	8.2.4 8.2.5	8.3.1 8.3.2	Motoare electrice de acționare (clasificare, date înscrise pe plăcuța indicatoare, semne convenționale utilizate în

	8.2.6 8.2.7 8.2.8 8.2.10 8.2.12 8.2.23	8.3.3 8.3.7 8.3.8 8.3.9	scheme, principiul de funcționare, caracteristici (electro)mecanice): de curent continuu, asincrone, sincrone, liniare, pas cu pas Criterii de alegere a motoarelor electrice pentru utilizarea în SAE: - mediul de lucru (grade de protecție ale motoarelor electrice); - reglajul de viteză; - regimul de funcționare a mașinii de lucru; - caracteristica mecanică a mașinii de lucru. Determinarea puterii motoarelor electrice de acționare în funcție de încălzire și de regimul de funcționare a mașinii de lucru acționate Criterii de verificare a motoarelor electrice de acționare: la încălzire, la suprasarcină mecanică și la cuplul de pornire. Cataloage de produse electrice fabricate în țară sau în străinătate (motoare electrice)
8.1.4	8.2.9 8.2.10 8.2.11 8.2.12 8.2.13 8.2.23	8.3.1 8.3.2 8.3.3 8.3.7 8.3.8 8.3.9	Documentația sistemelor de acționare electrică: - scheme electrice de acționare cu motoare de curent continuu și de curent alternativ (pornire, reglare a turației, frânare), - scheme electrice de montaj; - scheme de conexiuni; - jurnal de cabluri; - listă de echipamente. Cataloage de produse electrice fabricate în țară sau în străinătate (aparate electrice, motoare electrice, cabluri și conductoare)
8.1.5 8.1.6 8.1.7	8.2.14 8.2.15 8.2.16 8.2.17. 8.2.18 8.2.19 8.1.20 8.2.21 8.2.22 8.2.23	8.3.1 8.3.2 8.3.3 8.3.4 8.3.5 8.3.6 8.3.7 8.3.8 8.3.9 8.3.10 8.3.11	Tehnologia de realizare a sistemelor de acționare electrică, în conformitate cu documentația tehnologică (operații tehnologice; materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control utilizate; norme SSM și PSI specifice): - montarea elementelor componente ale SAE; - executarea conexiunilor electrice între elementele componente ale SAE; - verificarea funcționării SAE: - o utilizarea ohmmetrului pentru verificarea continuității circuitului electric; - o măsurarea parametrilor de funcționare: intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, turația. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare) Norme SSM și PSI Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.

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):

- ✓ Aparate electrice: de comutație, de comandă, de reglare, de semnalizare, de protecție, de automatizare, transformatoare de mică putere
- ✓ Motoare electrice: asincrone, sincrone, de curent continuu, liniare, pas cu pas
- ✓ Echipament specific de laborator (stand de probe didactic) pentru determinarea caracteristicilor (electro)mecanice ale motoarelor electrice de acționare
- ✓ Trusa electricianului, mașină portabilă de găurit, multimetru
- ✓ Materiale și accesorii necesare realizării lucrărilor practice (cabluri, conductoare, conectori, papuci de cablu, tile, etichete etc.)
- ✓ Cataloage de produse electrice (aparate electrice, motoare electrice, cabluri și conductoare)
- ✓ Calculator/rețea de calculatoare
- ✓ Echipament individual de securitatea muncii
- ✓ Soft-uri specializate pentru reprezentarea schemelor electrice și simularea funcționării sistemelor de acționare
- ✓ 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**

Sugestiile au rolul de a orienta profesorul asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării/ competențelor, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării **URÎ 8.**

Realizarea sistemelor de acționare electrică.

Se vor parcurge conținuturile învățării în totalitatea lor în ordinea precizată în tabelul de mai sus. Conținuturile programei modulului **Sisteme de acționare electrică** 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 acționare electrică** 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 unitățile de rezultate ale învățării, menționate 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 și dobândirea 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:

- Tema abordată
- Noțiuni teoretice
- Schema montajului de lucru și aparatele necesare desfășurării lucrării
- Breviar de calcul
- Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- Tabel de date experimentale/date calculate
- 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 acționare electrică** iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

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 punctajele asociate:

Criterii de evaluare a portofoliului de laborator tehnologic la modulul „Sisteme de acționare electrică”	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 prezentăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Studiul comparativ al sistemelor de excitație la motoarele de curent continuu
2. Determinarea caracteristicii (electro)mecanice naturale a motorului de c.c. cu excitație derivație/serie
3. Determinarea caracteristicilor (electro)mecanice artificiale de tensiune ale motorului de c.c. cu excitație derivație/serie
4. Determinarea caracteristicilor (electro)mecanice artificiale de flux ale motorului de c.c. cu excitație derivație/serie
5. Determinarea caracteristicilor (electro)mecanice artificiale reostatice ale motorului de c.c. cu excitație derivație/serie
6. Pornirea acționării cu motor de c.c. derivație/serie prin reglarea tensiunii de alimentare (cu sursă reglabilă, cu rezistențe înseriate în indus)
7. Reglarea vitezei acționării cu motor de c.c. cu excitație derivație/serie
8. Frânarea acționării cu motor de c.c. cu excitație derivație/serie (recuperativă-doar la derivație, contracurent, dinamică)
9. Determinarea caracteristicii electromecanice naturale a motorului asincron cu rotorul bobinat/cu rotorul în scurtcircuit
10. Determinarea caracteristicilor electromecanice artificiale de tensiune ale motorului asincron cu rotorul bobinat/cu rotorul în scurtcircuit
11. Determinarea caracteristicilor electromecanice artificiale reostatice ale motorului asincron cu rotorul bobinat
12. Determinarea caracteristicilor electromecanice artificiale de tensiune și frecvență ale motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit
13. Studiul comparativ al metodelor de pornire a motoarelor asincrone prin cuplare directă și prin schimbarea conexiunii stea-triunghi
14. Reglarea vitezei acționării cu motor asincron cu rotorul scurtcircuitat (prin schimbarea numărului de perechi de poli, prin varierea tensiunii de alimentare, prin înserierea în stator a unei reactanțe reglabile)
15. Frânarea acționărilor cu motoare asincrone (recuperativă, contracurent, dinamică)
16. Verificarea parametrilor funcționali ai motorului sincron la modificarea curentului de excitație (regim supraexcitat, regim subexcitat)
17. Verificarea experimentală a caracteristicilor unui motor pas cu pas folosind mediul de programare LabVIEW 2011
18. Simularea funcționării sistemelor de acționare folosind mediul virtual

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

1. Întocmirea listei cu echipamentele și cablurile necesare realizării unui SAE, pe baza schemei electrice date a acestuia
2. Întocmirea schemei electrice de montaj pentru realizarea unui SAE, pe baza schemei electrice date a acestuia și a listei cu echipamente
3. Întocmirea schemei de conexiuni pentru realizarea unui SAE, pe baza schemei electrice date a acestuia și a listei cu echipamente
4. Întocmirea jurnalului de cabluri pentru realizarea unui SAE, pe baza schemei electrice date a acestuia și a planului de amplasament a componentelor
5. Realizarea unui sistem de acționare cu motor de c.c. cu excitație derivație (circuit de forță și circuit de comandă), pe baza schemei electrice date a acestuia: de pornire directă, de pornire reversibilă, de reglare a vitezei, de frânare

6. Realizarea unui sistem de acționare cu motor de c.c. cu excitație serie (circuit de forță și circuit de comandă), pe baza schemei electrice date a acestuia: de pornire directă, de pornire reversibilă, de reglare a vitezei, de frânare
7. Realizarea unui sistem de acționare cu motor asincron (circuit de forță și circuit de comandă), pe baza schemei electrice date a acestuia: de pornire directă, de pornire reversibilă, de reglare a vitezei, de frânare
8. Realizarea unui sistem de acționare cu două motoare asincrone (circuit de forță și circuit de comandă), pe baza schemei electrice date a acestuia: de pornire condiționată, de pornire într-o anumită succesiune
9. Monitorizarea parametrilor de funcționare ai motorului unui SAE, corespunzător diverselor regimuri de funcționare în sarcină, pentru evaluarea solicitărilor termice

Se propune în continuare un exemplu de **material de învățare pentru laboratorul tehnologic**, prin care sunt vizate următoarele rezultate ale învățării:

8.1.3. Motoare electrice de acționare de c.c. și c.a.: caracteristici (electro)mecanice

8.2.5. Analizarea caracteristicilor (electro)mecanice ale motoarelor electrice de acționare

8.2.9. *Citirea/ Realizarea schemelor electrice ale sistemelor de acționare*

8.3.8. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate

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

LUCRARE DE LABORATOR

1. Tema:

Determinarea caracteristicilor (electro)mecanice artificiale de tensiune ale motorului de c.c. cu excitație derivație

2. Noțiuni teoretice:

Caracteristica electromecanică artificială de tensiune se definește ca dependența $\Omega = f(I_a)$, obținută pentru $U_a \neq U_{aN}$, $R_s = 0$ și $\Phi = \Phi_N$.

$$\Omega = \frac{U_{ax}}{k_e \cdot \Phi_N} - \frac{R_a \cdot I_a}{k_e \cdot \Phi_N}$$

Caracteristica mecanică artificială de tensiune se definește ca dependența $\Omega = f(M)$, obținută în condițiile $U_a \neq U_{aN}$, $R_s = 0$ și $\Phi = \Phi_N$.

$$\Omega = \frac{U_{ax}}{k_e \cdot \Phi_N} - \frac{R_a \cdot M}{k_e \cdot k_m \cdot \Phi_N^2}$$

în care:

$$\Omega_{0x} = \frac{U_{ax}}{k_e \cdot \Phi_N} \text{ este viteza de funcționare în gol ideal.}$$

Viteza de funcționare în gol ideal Ω_{0x} poate fi mai mare decât Ω_0 , dacă $U_{ax} > U_{aN}$ sau poate fi mai mică decât Ω_0 , dacă $U_{ax} < U_{aN}$. Viteza de funcționare în gol ideal se poate calcula din relația de definiție sau din raportul:

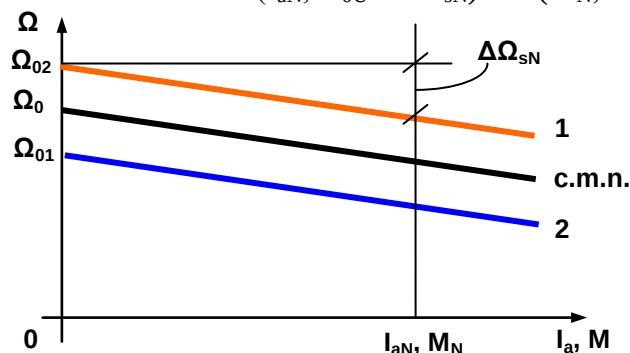
$$\frac{\Omega_{01}}{\Omega_{02}} = \frac{U_{a1}}{U_{a2}}$$

Majoritatea motoarelor electrice de acționare sunt proiectate pentru a funcționa la tensiuni $U_a \leq U_{aN}$ sau la tensiuni majorate față de U_{aN} cu câteva procente; există și motoare speciale care pot funcționa la tensiune mărită.

Căderea statică de viteză $\Delta\Omega_s$ nu depinde de tensiune și este egală cu căderea statică de viteză corespunzătoare caracteristicii electromecanice/mecanice naturale la același cuplu.

Prin urmare, caracteristicile electromecanice/mecanice artificiale de tensiune sunt drepte paralele cu caracteristica electromecanică/mecanică naturală, situate deasupra acesteia atunci când $U_a > U_{aN}$ (dreapta 1 din figură) și sub aceasta atunci când $U_a < U_{aN}$ (dreapta 2 din figură).

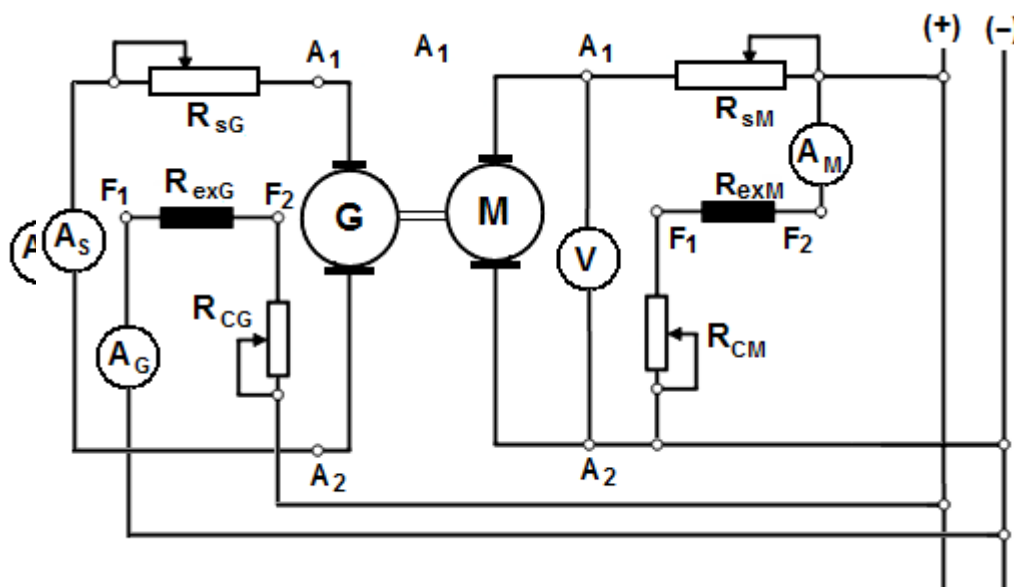
Reprezentarea grafică se face considerând punctul de funcționare în gol ideal ($0, \Omega_{0x}$) și punctul de funcționare la sarcină nominală ($I_{aN}, \Omega_{0U} - \Delta\Omega_{sN}$) sau ($M_N, \Omega_{0U} - \Delta\Omega_{sN}$).



Și această caracteristică statică este rigidă, coeficientul de rigiditate fiind mai mic de 10%.

Față de caracteristicile statice naturale, în cazul caracteristicilor statice artificiale de tensiune se modifică numai viteza de funcționare în gol ideal, căderea statică de viteză rămânând neschimbată.

3. Schema montajului de lucru și aparatele necesare



M, G – mașini de curent continuu cu excitație derivație, cuplate mecanic pe același ax, funcționând în regim de motor, respectiv generator

R_{sG}, R_{sM} – reostate de sarcină cu rezistența reglabilă (cu cursor)

R_{cG}, R_{cM} – reostate de câmp (de excitație) cu cursor

T – turometru stroboscopic

V – voltmetru de c.c.

A_G – ampermetru de c.c. pentru circuitul de excitație al generatorului

A_M – ampermetru de c.c. pentru circuitul de excitație al motorului

A_S - ampermetru de c.c. pentru circuitul de sarcină al generatorului

4. Modul de lucru

- se realizează montajul din figură;
- se reglează poziția reostatelor de sarcină R_{sG}, R_{sM} , astfel ca rezistența acestora să fie maximă;
- se reglează cursorile reostatelor de câmp R_{cG}, R_{cM} , pe poziția de rezistență maximă (curent de excitație minim);

- se alimentează indusul motorului cu o tensiune mică (tensiunea rețelei se distribuie pe indusul motorului înseriat cu R_{SM}) și circuitele de excitație ale celor două mașini; motorul este astfel, alimentat cu o tensiune mai mică decât tensiunea sa nominală;
- se citește valoarea tensiunii pe indusul motorului la voltmetrul V;
- se reglează curenții de excitație la valoarea nominală, cu reostatele de câmp R_{cG} , R_{cM} (valorile nominale ale curenților de sarcină sunt citite la ampermetrele A_G și A_M)
- se citește valoarea indicată de A_S – curentul de sarcină al generatorului
- se măsoară turația la axul celor două mașini cu turometrul stroboscopic
- se păstrează nemodificată poziția reostatului R_{SM} (aceeași tensiune la bornele motorului) și se modifică valoarea curentului de sarcină la generator cu reostatul R_{SG} ;
- pentru patru valori diferite ale curentului de sarcină, se citesc perechile de valori (curent, turație);
- se modifică poziția cursorului la reostatul R_{SM} , pentru a crește rezistența din circuit (tensiunea pe indusul motorului scade) și se procedează analog pentru alte patru perechi de valori (curent, turație);
- se înregistrează valorile citite în tabelul de date
- se reprezintă grafic dependența $n=f(I)$ pentru fiecare dintre tensiunile U_1 , U_2 și U_3 .

Tabel de date experimentale

$U_1 < U_n$ [V]	I [A]				
	n [rpm]				
$U_2 < U_1$ [V]	I [A]				
	n [rpm]				
$U_3 < U_2$ [V]	I [A]				
	n [rpm]				

5. Observații și concluzii

Se vor formula observații referitoare la:

- poziția caracteristicilor artificiale de tensiune față de caracteristica naturală
- poziția relativă a caracteristicilor de tensiune, una față de alta;
- posibilitatea de a obține caracteristici de tensiune pentru $U > U_n$;

Răspuns așteptat:

Caracteristicile artificiale de tensiune determinate experimental se situează sub c.m.n. deoarece tensiunile U_1 , U_2 și U_3 sunt, toate, mai mici decât U_n .

Caracteristicile artificiale de tensiune sunt drepte paralele între ele și cu atât mai depărtate de c.m.n. cu cât tensiunea este mai mică.

Se pot obține caracteristici artificiale de tensiune dacă alimentarea motorului se realizează de la o sursă reglabilă de tensiune continuă.

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.

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

Acestea vizează următoarele aspecte:

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

➤ îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinelui;

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

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

Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea 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;

- 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 componenta teoretică a instruirii este **metoda hărților conceptuale**.

Harta conceptuală este o modalitate de organizare logică a informațiilor, evidențiind relațiile dintre diverse concepte și idei. De asemenea, o hartă conceptuală reprezintă și o expresie a felului în care mintea noastră organizează și asimilează informațiile. Utilitatea hărții conceptuale constă în faptul că acela care învață, poate avea o viziune de ansamblu asupra informațiilor și poate să-și dea seama ce anume stăpânește și ce anume nu știe încă.

Iată câteva caracteristici ale acesteia:

- este o reprezentare grafică a componentelor unui proces sau concept, precum și a relațiilor dintre ele;
- informațiile dintr-o lecție sau un text se organizează în jurul unor termeni cheie;
- prezentarea schematizată a cunoștințelor ajută la o mai bună structurare a lor, precum și la o consolidare mult mai eficientă a acestora;
- utilizarea ei facilitează memorarea mai rapidă și mai eficientă a informației;
- poate fi folosită pentru orice disciplină, dar și pentru a rezolva probleme din viața de zi cu zi;
- se folosesc forme de ciorchine pentru reprezentare, căsuțe sau cercuri, într-o modalitate ierarhizată;
- săgețile dintre căsuțe sunt utilizate frecvent pentru a indica tipul de relație existentă între componente (determinare, relaționare etc.);
- facilitează dezvoltarea gândirii logice și a abilităților de învățare.

Care sunt pașii în realizarea unei hărți conceptuale?

1. Faza de brainstorming presupune înregistrarea, într-o ordine aleatoare, a ideilor, cuvintelor, propozițiilor care au legătură cu subiectul pentru care trebuie întocmită harta conceptuală.

2. Faza de organizare presupune notarea, încă odată, a ideilor din faza de brainstorming, însă mai structurat și rezumat, sub forma unor idei ori sintagme cheie. Acestea trebuie împrăștiate pe o foaie de hârtie, însă cu spații între ele pentru a le putea citi cu mai mare ușurință. Apoi urmează gruparea după diverse criterii: importanță, relevanță, costuri-beneficii, utilitate, grad de realizare etc. Se obțin în acest fel grupe și subgrupe de informație și se pot elimina cele care nu sunt de prea mare folos. Dacă unele aspecte privind tema au fost uitate, se pot adăuga, iar dacă trebuie realizată o nouă grupă sau subgrupă, modificările de rigoare vor fi posibile fără vreo constrângere.

3. Faza de așezare în pagină este cea mai importantă: contează foarte mult aspectul de organizare și aranjare în pagină pentru ca, printr-o simplă privire asupra foi, să rezulte cu claritate și ușurință despre ce este vorba. Atât persoana care a creat harta conceptuală, cât și o altă persoană care nu știe despre ce este vorba, trebuie să înțeleagă ierarhizarea și legăturile dintre concepte. Elementul cheie trebuie așezat fie în partea de sus a paginii, fie la mijloc și înglobat într-un dreptunghi sau cerc, după care se așează în jurul lui, în funcție de relațiile existente cu celelalte concepte, cuvintele ori sintagmele din grupurile și subgrupurile formate în faza de organizare. Dacă este vorba de o relație simetrică sau echivalentă, conceptele se vor scrie pe aceeași linie iar în caz de influență sau determinare – unele sub altele. Se recomandă utilizarea de culori diferite pentru elementele cheie și restul componentelor. În acest fel se vor observa cu ușurință, după criteriul importanță și relevanță. În această fază, încă se mai poate modifica așezarea în pagină, după cum se apreciază că ar fi mai util.

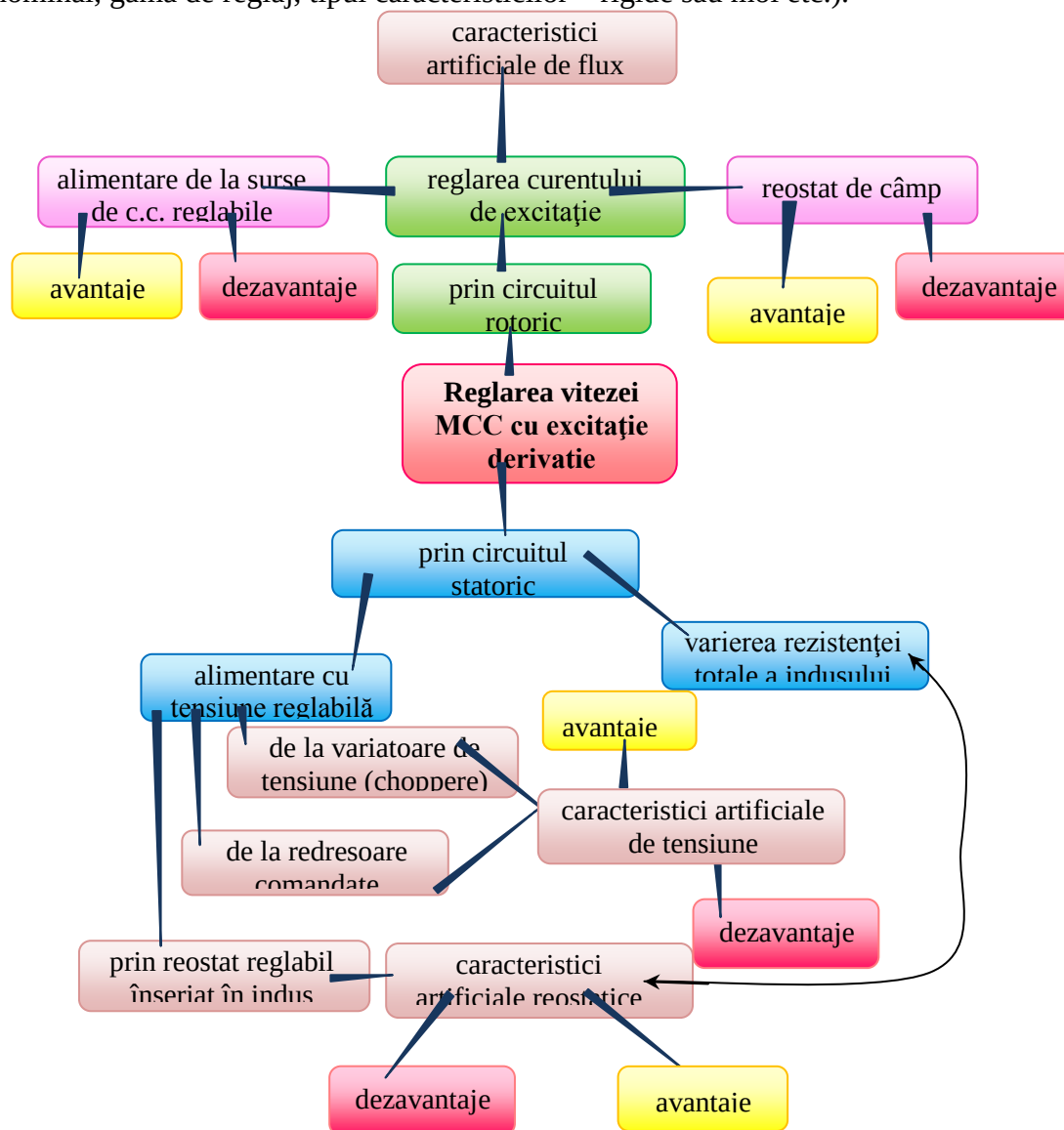
4. Faza de legătură continuă faza anterioară prin fixarea relațiilor de legătură dintre elemente. Se scoate în evidență conceptul cheie și relațiile pe care le are în interiorul hărții conceptuale, prin utilizarea săgeților unidirecționale sau bidirecționale, a arcelor între concepte (în cazul în care unul dintre componentele finale se leagă direct de cuvântul cheie, se poate trasa un arc cu rolul de a sublinia această relație, în afara întregii scheme, pe margine), după caz.

5. Faza de finalizare a hărții conceptuale constă în a oferi o imagine de ansamblu și de a detalia aspectul acesteia. Se fixează (eventual) un titlu, se folosesc caractere italice sau boldate, prin care

se evidențiază anumite lucruri, se elimină eventualele greșeli. O ultimă privire asupra hărții, de la distanță, cu ochii unei alte persoane care nu știe nimic despre subiect va constitui un mijloc de autoevaluare: dacă persoana respectivă va citi harta conceptuală creată, va înțelege ceea ce s-a expus, elementele importante, relațiile dintre ele? În cazul în care răspunsurile sunt afirmative, înseamnă că s-a obținut o hartă conceptuală de calitate.

Hărțile conceptuale sunt foarte importante pentru că antrenează o serie de funcții ale creierului și îl ajută pe elev să-și formeze o gândire logică, în orice disciplină sau domeniu. Ea presupune și operații de analiză, identificare a semnificației conceptelor (prin procedura de ierarhizare), comparații, clasificări și raționamente.

De exemplu, pentru tema „Reglarea vitezei motorului de curent continuu cu excitație derivație”, elevii ar putea realiza o hartă conceptuală, așa cum se prezintă în figura următoare. Harta respectivă este numai o sugestie pentru ceea ce urmează a fi obținut prin derularea activității de învățare și ea poate fi continuată prin precizarea avantajelor și dezavantajelor fiecărei metode de reglare a vitezei, a caracteristicilor reglajului (monozonal sau bizonal, subnominal sau supranominal, gama de reglaj, tipul caracteristicilor – rigide sau moi etc.).



Hartă conceptuală pentru tema
„Reglarea vitezei motorului de curent continuu cu excitație derivație”

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.

Specificul pregătirii practice la modulul „Sisteme de acționare electrică” recomandă ca deosebit de utilă **metoda proiectului**, atât pentru învățarea propriu-zisă, cât și pentru evaluarea formativă și sumativă.

Profesorul de instruire practică poate formula, pe baza curriculum-ului, teme de proiect pentru fiecare elev sau pentru echipe de 2-3 elevi, în funcție de complexitatea sarcinilor propuse. Cerințele fiecărei teme vor include activități asemănătoare celor din mediul productiv real, adică pornind de la o listă de condiții pe care trebuie să le îndeplinească sistemul de acționare electrică, elevul să identifice/adapteze schema electrică învățată la teorie, eventual exersată la laborator, să întocmească documentația tehnologică pentru sistemul de acționare respectiv (listă de echipamente, schemă de conexiuni, schemă de montaj) și să aplice această documentație pentru realizarea efectivă a sistemului de acționare sau doar a circuitelor electrice de forță și de comandă, parcurgând toate etapele tehnologiei de execuție. Documentația întocmită, fișele tehnologice și dovezi ale parcurgerii etapelor de realizare (fotografii) pot fi colectate sub forma unui proiect asemănător celor din industrie. Structura acestui proiect va fi definită odată cu formularea temei, prin precizarea datelor/condițiilor inițiale și cerințelor/documentelor/produselor de ieșire, inclusiv fixarea termenelor de realizare a fiecăreia.

Pentru evaluarea proiectului se poate folosi o **listă criterială** (fiecărui criteriu i se vor aloca fie puncte, fie procente din punctajul total) în care vor fi incluse și criterii referitoare la atitudinile pe care elevul trebuie să le probeze în timpul activităților pe care le presupune realizarea proiectului (informare/documentare, întocmire documente scrise, realizare practică a sistemului de acționare). Criteriile de evaluare trebuie cunoscute de elevi de la primirea temei, astfel ca eforturile lor să fie corect direcționate și eficient dozate pe parcursul activităților. Se recomandă ca pentru notarea elevilor, profesorul de instruire practică să formuleze descriptori de performanță pe trei niveluri (minim, mediu, maxim) astfel încât conversia punctaj-notă să devină transparentă și pentru elev și să-i furnizeze acestuia un feed-back formativ. Relativ la formularea acestor descriptori, se prezintă un exemplu, la instrumentul de evaluare pentru proba practică (la „Sugestii privind evaluarea”).

• SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care cadrul didactic va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii și-au format și acumulat rezultatele învățării propuse în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi :

a. *în timpul parcurgerii modulului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.*

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul temei, de modalitatea de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să se deruleze după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. *finală*

- Realizată la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a rezultatelor învățării(cunoștințe, abilități și atitudini). Aprecierea lucrării se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

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 observație;
- Teste docimologice.

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.

Se propune un test de evaluare ce vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării, codificate conform SPP:

8.1.3 Motoare electrice de acționare de c.c. și c.a.: caracteristici (electro)mecanice

8.2.5 Analizarea caracteristicilor (electro)mecanice ale motoarelor electrice de acționare

8.2.23 *Utilizarea corectă a limbajului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă.*

Testul de evaluare are în vedere conținuturile corespunzătoare temei „Reglarea vitezei motorului de curent continuu cu excitație derivație”.

TEST DE EVALUARE

Timp de lucru: 50 minute

Se acordă din oficiu 10 puncte

Folosind informațiile conținute în fișa conspect, rezolvați următoarele sarcini de lucru:

A. Scrieți informația corectă care completează spațiile libere (20 puncte):

1. Reglarea vitezei prin modificarea fluxului de excitație se folosește la putere _____.
2. _____ reglajului de viteză prin modificarea rezistenței circuitului rotorului depinde de modul în care se modifică rezistența de reglaj.
3. La reglarea vitezei prin impulsuri de tensiune, bobina de filtrare și dioda de descărcare au rolul de a asigura un regim de curent _____ prin rotor.
4. Reglarea vitezei cu ajutorul unei tensiuni constante în timp și variabilă ca valoare este _____, adică permite obținerea de viteze sub și peste viteza de bază.

B. Scrieți alăturat litera corespunzătoare răspunsului corect**(20 puncte):**

1. La o acționare cu motor de curent continuu cu excitație derivație având $n_N = 1\,000$ rot/min și $M_S = 0,6 \cdot M_N$ este necesar să se modifice turația la $n = 1\,500$ rot/min. În acest caz, reglarea vitezei este indicat să se facă prin:
 - a) alimentarea rotorului cu impulsuri de tensiune
 - b) alimentarea rotorului de la o sursă de tensiune variabilă
 - c) modificarea rezistenței circuitului rotoric
 - d) modificarea fluxului de excitație
2. Reglarea vitezei prin impulsuri constă în alimentarea rotorului cu impulsuri de tensiune care au:
 - a) amplitudine constantă și durată relativă variabilă
 - b) amplitudine variabilă și durată relativă constantă
 - c) amplitudine și durată relativă constante
 - d) amplitudine și durată relativă variabile
3. La reglarea vitezei prin modificarea rezistenței circuitului rotoric, raportul $\Delta\Omega_0/\Delta\Omega_S = 0$, ceea ce arată că nu se poate face reglaj de viteză:
 - a) continuu
 - b) la funcționare în gol
 - c) în trepte
 - d) monozoneal
4. Reglarea vitezei prin modificarea fluxului de excitație este:
 - a) bizonală
 - b) monozoneală, pentru viteze mai mici decât viteza de bază
 - c) monozoneală, pentru viteze mai mari decât viteza de bază

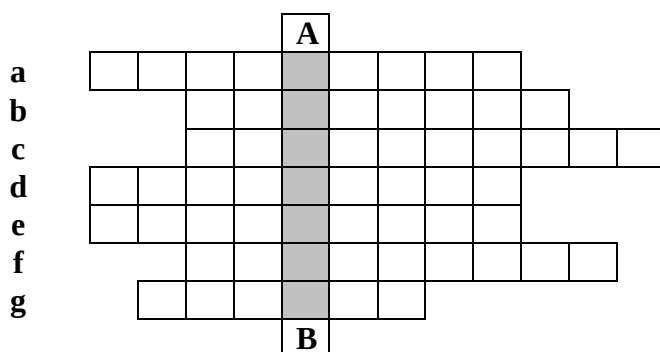
C. Notați în dreptul fiecărui enunț, litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals**(20 puncte):**

1. Cea mai economică metodă de reglare a vitezei este reglarea vitezei prin modificarea rezistenței circuitului rotoric.
2. La comanda prin impulsuri, reglarea vitezei se realizează prin modificarea timpului cât rotorul este alimentat cu tensiune variabilă.
3. Din punct de vedere al indicilor de calitate referitori la reglarea vitezei, motoarele de curent continuu sunt superioare motoarelor de curent alternativ.
4. Cea mai largă gamă de reglare a vitezei se obține prin modificarea rezistenței din circuitul rotoric.

D. Reformulați propozițiile false identificate la punctul C astfel încât acestea să fie adevărate**(10 puncte).****E. Răspundeți la următoarele cerințe****(13 puncte):**

1. În ce situații se folosește reglarea vitezei prin impulsuri de tensiune?
2. Cum se poate modifica fluxul de excitație în scopul reglării vitezei?

F. Rezolvați aritmogriful următor:**(7 puncte).****A-B** – modificare voită a vitezei de funcționare a motorului de acționare**a** – zonă a caracteristicii de magnetizare în apropierea căreia funcționează motorul de curent continuu**b** – în funcție de ele se apreciază randamentul sistemului de acționare**c** – raportul $\Delta\Omega/\Delta M_S$ permite aprecierea acestei proprietăți a caracteristicilor mecanice**d** – se obțin prin modificarea timpului cât rotorul se află alimentat la tensiunea nominală**e** – se apreciază prin nivelul pierderilor suplimentare din sistemul de acționare**f** – tensiune cu care poate fi alimentat motorul pentru a obține vitezele impuse de procesul tehnologic**g** – indice de calitate care depinde de modul cum se modifică rezistența de reglaj din circuitul rotoric



Barem de corectare și notare

A. 20 puncte

1. constantă; 2. finețea; 3. neîntrerupt; 4. bizonală

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

B. 20 puncte

1. d; 2. a; 3. b; 4. c

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

C. 20 puncte

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

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

D. 10 puncte

1. Cea mai economică metodă de reglare a vitezei este reglarea vitezei prin modificarea fluxului de excitație.

4. Cea mai largă gamă de reglare a vitezei se obține prin modificarea tensiunii de alimentare a rotorului.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 5 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

E. 13 puncte

1. 5 puncte

reglarea vitezei echipamentelor mobile (vehicule de transport care dispun de surse proprii de energie de curent continuu), precum și la acționările de mică putere

Pentru răspuns corect și complet se acordă 5 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 2 puncte.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

2. 8 puncte

- fie cu ajutorul unui reostat de câmp R_C , introdus în serie cu înfășurarea de excitație, pentru motoare de mică putere,

- fie prin utilizarea unei surse de tensiune variabilă, pentru motoare cu puterea circuitului de excitație mai mare de 500 W.

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 4 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru fiecare răspuns parțial corect sau incomplet se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

F. 7 puncte

[illegible]

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 1 punct.

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

Se propune și un **instrument de evaluare prin probă practică**, prin care se urmărește verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

- 8.1.4 Documentația sistemelor de acționare electrică
- 8.1.5 Tehnologia de realizare a sistemelor de acționare electrică (în conformitate cu documentația tehnologică)
- 8.1.6 Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
- 8.2.9 Citirea/ Realizarea schemelor electrice ale sistemelor de acționare
- 8.2.14 Selectarea materialelor, SDV-urilor și aparate de măsură și control necesare executării SAE
- 8.2.15 Realizarea operațiilor de montare a elementelor unui SAE, în conformitate cu documentația tehnologică
- 8.2.16 Executarea conexiunilor electrice între elementele componente ale SAE
- 8.2.17 Verificarea funcționării SAE prin utilizarea aparatelor de măsură și control
- 8.2.18 Aplicarea normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate
- 8.2.23 Utilizarea corectă a limbajului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

Se dă:

- schema de acționare (circuit de forță, circuit de comandă) – Anexa 1;
- echipament specific atelierului electric (aparate electrice, de măsurat, trusa electricianului).

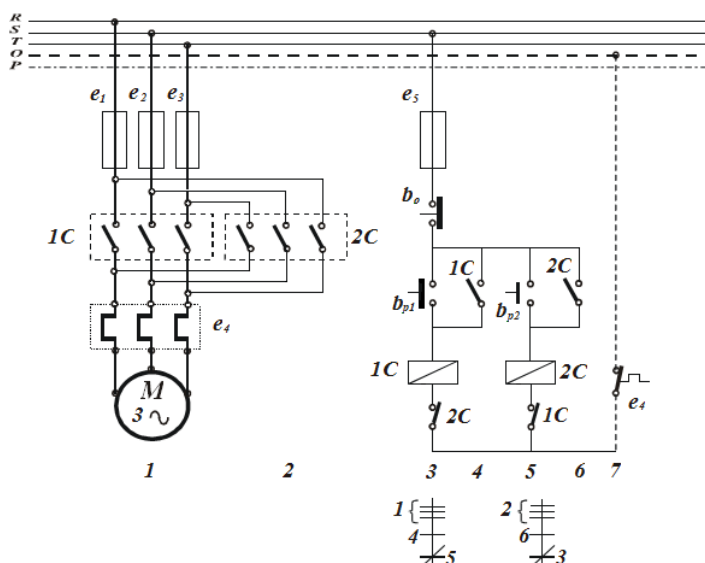
Se cer:

- realizarea practică a schemei de acționare, având în vedere următoarele criterii:
 - poziționarea aparatajului electric;
 - alegerea sculelor necesare în funcție de lucrarea de executat;
 - fixarea aparatajului electric;
 - transpunerea schemei de conexiuni și executarea legăturilor electrice.
- verificarea funcționalității în absența tensiunii;
- verificarea sub tensiune a funcționalității schemei;
- executarea manevrelor de conectare și de deconectare;
- prezentarea lucrării executate prin punerea în evidență a următoarelor aspecte:
 - lista cu elementele schemei de acționare, cu referire atât la circuitul de forță, cât și la circuitul de comandă;
 - explicarea rolului funcțional al elementelor identificate în schema electrică a sistemului de acționare;
 - descrierea, în ordine, a operațiilor procesului tehnologic de realizare a schemei de acționare.

Timp de lucru: 100 minute

SCHEMA ELECTRICĂ A SISTEMULUI DE ACȚIONARE

ANEXA 1



ANEXA 2

FIȘĂ DE OBSERVARE

Se acordă 10 p din oficiu.

Etapa/operația/faza	Punctaj acordat	Punctaj realizat
Primirea și planificarea sarcinii de lucru	20 p	
Poziționarea aparatajului electric	10 p	
- alegerea aparatajului electric în funcție specificațiile tehnice	5 p	
- verificarea funcționării aparatajului electric	5 p	
Alegerea sculelor necesare în funcție de lucrarea de executat	5 p	
Organizarea ergonomică a locului de muncă	5 p	
Realizarea sarcinii de lucru	55 p	
Fixarea aparatajului electric	10 p	
- pozarea aparatajului electric cu respectarea normativelor în vigoare	3 p	
- executarea lucrărilor de lăcătușerie necesare fixării aparatajului (găuriri, debavurări, filetări și altele)	4 p	
- fixarea aparatajului electric	3 p	
Transpunerea schemei de conexiuni și executarea legăturilor electrice	20 p	
- măsurarea lungimii necesare a conductoarelor	3 p	
- debitarea conductoarelor	2 p	
- dezizolarea conductoarelor la capete	2 p	
- îndreptare – îndoire – racordare conductoare	3 p	
- realizarea ochiurilor/cositorirea/papucirea conductoarelor (după caz)	5 p	
- realizarea interconexiunilor	5 p	
Verificarea funcționalității în absența tensiunii	10 p	
- verificarea continuității circuitelor electrice	10 p	
Verificarea sub tensiune a funcționalității schemei	10 p	
Executarea manevrelor de conectare și de deconectare	5 p	
Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15 p	
Prezentarea lucrării executate prin punerea în evidență a următoarelor aspect specifice:	15 p	
- lista cu elementele schemei de acționare, cu referire atât la circuitul de forță, cât și la circuitul de comandă	5 p	

- explicarea rolului funcțional al elementelor identificate în schema electrică a sistemului de acționare	5 p	
- descrierea, în ordine, a operațiilor procesului tehnologic de realizare a schemei de acționare	5 p	
TOTAL	90 p	

Schema de notare

Punctaj obținut	10 -39	40 - 54	55 - 64	65 - 74	75 - 84	85 - 94	95 - 100
Nota	4	5	6	7	8	9	10

Pentru a evita supraîncărcarea procesului evaluativ, se recomandă ca Fișa de observare să fie însoțită de lista de verificare a rezultatelor învățării exprimate prin atitudini (cele avute în vedere în cazul unui anumit instrument de evaluare) de mai jos, pentru care observarea nu se materializează prin punctaj acordat, ci prin marcarea uneia dintre opțiunile DA/NU:

Rezultate ale învățării exprimate prin atitudini	DA	NU
Asumarea rolului în echipă și colaborarea cu ceilalți membri ai echipei		
Asumarea cu simț de răspundere a planului propriu pentru desfășurarea activității		
Folosirea eficientă a timpului de muncă		
Respectarea disciplinei tehnologice și a termenelor de execuție		
Respectarea normelor de SSM și PSI		
Purtarea permanentă și cu responsabilitate a echipamentului de protecție		
Asumarea responsabilității pentru deciziile luate referitoare la lucrările executate		
Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate		
Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date		
Respectarea avertizărilor în caz de pericol la locul de muncă		
Respectarea normelor de protecție a mediului și de colectare selectivă a deșeurilor		

Prin corelare cu standardul de evaluare asociat unității de rezultate ale învățării prevăzut în SPP, se propune o listă a descriptorilor de performanță corespunzători celor trei niveluri precizate anterior, adaptată instrumentului de evaluare prin probă practică prezentat, integrând și cerințe de ordin afectiv și psiho-motor.

Criterii de evaluare și descriptori de performanță corespunzători performanței minime, medii și maxime.

Criteriul de realizare (conform SPP)	Descriptori de performanță		
	minim nota 5	mediu nota 7	maxim nota 10
planificarea sarcinii de lucru	alegerea aparatajului după criteriul funcției din circuit organizarea ergonomică a locului de muncă cunoașterea instrumentelor necesare realizării practice	alegerea aparatajului după criteriul funcției și în corelare cu puterea motorului organizarea ergonomică a locului de muncă	alegerea aparatajului după criteriul funcției și în corelare cu puterea motorului și poziționarea acestuia pentru montaj, respectând normativele organizarea ergonomică a locului de muncă
realizarea sarcinii de lucru	alegerea sculelor necesare și fixarea mecanică a aparatajului respectarea normelor de electrosecuritate și a	alegerea sculelor necesare, fixarea mecanică a aparatajului și realizarea conexiunilor electrice	alegerea sculelor necesare, fixarea mecanică a aparatajului, realizarea conexiunilor electrice și verificarea continuității

	<i>instrucțiunilor de lucru specifice, în atelierul electric</i> diferențierea circuitelor (forță și comandă) prin utilizarea unor conductoare de culori diferite	<i>respectarea normelor de electrosecuritate și a instrucțiunilor de lucru specifice, în atelierul electric</i> demonstrarea deprinderilor de asigurare a esteticii circuitelor	<i>circuitelor respectarea normelor de electrosecuritate și a instrucțiunilor de lucru specifice, în atelierul electric</i> adaptarea conduitei la condiții de eficientizare a execuției
prezentarea sarcinii de lucru realizate	justificare aproximativă a soluției alese	argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate organizarea informației de prezentat și formularea concluziilor	argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate și verificarea funcționalității montajului sub tensiune completarea documentației tehnologice

■ **cerințe de ordin afectiv** (taxonomia lui Krathwohl)

■ **cerințe de ordin psiho-motor** (taxonomia lui E. J. Simpson)

BIBLIOGRAFIE

- [1] Mareș., F., 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 Economică Preuniversitară, București, 2002
- [2] 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
- [3] Enache, S., Elemente de execuție, Tipografia Universității din Craiova, 2000
- [4] Morega, M., ș.a., Mașini electrice, Editura MatrixRom, București, 2000
- [5] Mareș, F., ș.a., Sisteme de acționare electrică. Manual pentru clasa a XI-a, filiera tehnologică, Edituar CDPres, București, 2012
- [6] <http://ebookbrowse.com/sisteme-de-actionare-electrica-t-balasoju>
- [7] Ionescu, M., Demersuri creative în predare și învățare, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2000.
- [8] Ionescu, M., Chiș, V., Strategii de predare și învățare, Editura Științifică, București, 1992.
- [9] Nicu, A., Strategii de formare a gândirii critice, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 2007.

STAGII DE PREGĂTIRE PRACTICĂ

MODUL IV: MENTENANȚA INSTALAȚIILOR ȘI ECHIPAMENTELOR ENERGETICE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician energetician* din domeniul de pregătire profesională *Electric* face parte din stagiile de pregătire practică aferente clasei a XII-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 „**Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice**” 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 energetician*, 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 energetician*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URI 11: MENTENANȚA INSTALAȚIILOR ȘI ECHIPAMENTELOR ENERGETICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării codificate conform SPP			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
11.1.1	11.2.1 11.2.2	11.3.1 11.3.10	Solicitările instalațiilor și echipamentelor energetice ➤ Tipuri de solicitări: Solicitarî mecanice (întiderea, compresiunea, răsucirea, forfecarea) Solicitări termice (încălzirea componentelor, izolației etc) Solicitări electrice Solicitări electrodinamice Solicitări magnetice Solicitări cauzate de mediu cum ar fi : -Solicitări chimice (coroziunea, poluarea, umiditatea) -Solicitarî mecanice-vânt, chiciură -Solicitarî termice (soare, care poate duce la lipsa răcirii sau răcire insuficientă) ➤ Măsuri de limitare a solicitărilor
11.1.2	11.2.3 11.2.4	11.3.1 11.3.2 11.3.10	Defecte ale instalațiilor și echipamentelor energetice: - Tipuri de defecte: - de natură electrică: străpungerea izolației, contacte imperfecte, supratensiuni, regimuri tranzitorii, etc.),

		scurtcircuit cu punere la pământ, scurtcircuit între două spire, scurtcircuit între primar și secundar, -de natură mecanică (deformarea înfășurărilor la transport sau în funcționare), scurgerea lichidului de răcire, defectarea sistemului de răcire - de natură termică (degradarea izolației datorită creșterii temperaturii) Defecte pe tipuri de instalații și echipamente energetice și metode de depistare: - La transformatoarele de putere: scurtcircuitarea locală a tolelor de oțel, scurtcircuit între spire, întreruperi în înfășurări, străpungerea (punerea la masă), scurtcircuit între înfășurările fazelor, defecte la comutatorul de ploturi. <i>Metode de depistare: prin măsurători specifice, prin probe și încercări profilactice</i> - La transformatoarele de măsură: scurtcircuite între spire, scurtcircuite între faze, întreruperi de faze, defecte la miezul magnetic, scurgeri de ulei, etc. <i>Metode de depistare: prin măsurători specifice, prin probe și încercări profilactice</i> - La generatoare sincrone: la fundații, la carcase, la statoare (scurtcircuite polifazate, scurtcircuite între spirele aceleiași faze, puneri la pământ monofazate, explozia în interiorul generatorului), la rotoare (simpla punere la pământ într-un punct a circuitului de excitație, dubla punere la pământ, defecțiuni la lagărele generatorului) <i>Metode de depistare: prin măsurători specifice, prin probe și încercări profilactice</i> - La linii electrice aeriene: defecte ale stâlpilor, spargerea izolatoarelor, ruperea conductoarelor și atingerea acestora între ele sau cu pământul etc. <i>Metode de depistare: prin control vizual, prin termoviziune, prin probe și măsurări specifice</i> - La linii electrice subterane: defecte de izolație; întreruperea uneia sau a mai multor faze, cu sau fără punere la pământ a conductoarelor întrerupte sau neîntrerupte; străpungeri trecătoare ale izolației între conductoare și pământ. <i>Metode de depistare: metode relative (metoda prin impulsuri, metoda în buclă; metoda capacitivă etc.); metode absolute (metoda inductivă; metoda acustică).</i> - La întreruptoare electrice de înaltă tensiune: bobinele de anclanșare-declanșare defecte; broșarea incorectă a întrerupătorului în celulă (întrerupătoarele aflate pe carucior); scăderea presiunii în butelia de azot; scăderea nivelului de ulei pentru acționare; pompa de ulei din MOP defectă; pierderea vidului din camerele de stingere ale întrerupătorului; pierderea gazului hexafluorura SF6 din camerele de stingere etc. <i>Metode de depistare: prin măsurători specifice, prin probe și încercări profilactice</i> - La separatoare electrice de înaltă tensiune: defecte la
--	--	---

			sistemul de contactele electrice, defecte la sistemul de izolație, defecte la dispozitivele de acționare etc. <i>Metode de depistare: prin control vizual, prin termoviziune, prin măsurători specifice, prin probe și încercări profilactice</i>
11.1.3.	11.2.5 11.2.6 11.2.7 11.2.8 11.2.9 11.2.10 11.2.11	11.3.1 11.3.2 11.3.3 11.3.4 11.3.5 11.3.6 11.3.7 11.3.8	Activitatea de mentenanță a instalațiilor și echipamentelor energetice: - <i>Mentenanța preventivă</i> - <i>Mentenanța corectivă</i> - <i>Mentenanța proactivă</i> - <i>Mentenanța bazată pe fiabilitate</i> - Mentenanța preventivă: - M1: Mentenanța de nivel 1 echivalentă cu IC: Intreținere curentă; - M2: Mentenanța de nivel 2 echivalentă cu RT: Revizia Tehnică; - Mentenanța corectivă: - M3: Mentenanța de nivel 3 echivalentă cu RC: Reparația Curentă; - M4: Mentenanța de nivel 4 echivalentă cu RK: Reparația Capitală; - Lucrări de mentenanță specială: - AS: Analize speciale - efectuate cu prilejul unor incidente sau avarii, cu prilejul expertizării stării tehnice momentane a echipamentului (transformatoare electrice de putere, transformatoare de măsură, linii electrice aeriene și subterane, întreruptoare și separatoare de înaltă tensiune, bare colectoare, etc) - PIF: Punere în funcțiune de instalații energetice (rețele electrice aeriene sau subterane cu tensiuni nominale de 0,4 – 20 kV, posturi de transformare, posturi de alimentare, instalații fotovoltaice, instalații electrice de utilizare, instalații de legare la pământ etc.) - Lucrările de reparații specifice: - revizie tehnică (RT); - reparații: curente I (RC1); curente II (RC2); capitale (RK). <i>Factorii care determină clasificarea lucrărilor de mentenanță:</i> - volumul lucrărilor ce trebuie executate și valoarea de deviz a acestora; - ciclul de funcționare a utilajului; - starea fizică a instalațiilor la data opririi. Elaborarea planului anual de asigurare a mentenanței - Cicluri de funcționare între lucrările programate de mentenanță preventivă, - Durata de execuție a lucrărilor de mentenanță conform normativelor tehnice în vigoare - Asigurarea pregătirii lucrărilor de mentenanță: piese de schimb, utilaje și echipamente necesare lucrărilor de mentenanță, S.D.V.uri, necesar de forță de muncă.

			Lucrări de reparații realizate pe tipuri de echipamente energetice (transformatoare de putere, transformatoare de măsură, linii electrice aeriene, linii electrice subterane, întreruptoare și separatoare electrice de medie și înaltă tensiune, bare colectoare, bobine de stingere etc). - documentația tehnică aferentă lucrărilor de mentenanță: fișe tehnologice, liste materiale; - tipuri de lucrări de reparații specifice; - SDV-uri/materiale/ utilaje necesare executării reparațiilor; - NTSM și PSI specifice lucrărilor executate - Norme de calitate
11.1.4	11.2.12 11.2.13 11.2.14	11.3.9 11.3.10	Legislația în vigoare, a directivelor CE privind deșeurile electrice și electronice: - Directiva 2002/96/CE privind echipamentele electrice și electronice - Directiva 2012/19/UE a Parlamentului european și a Consiliului din 4 iulie 2012 privind deșeurile de echipamente electrice și electronice (DEEE)
11.1.5	11.2.12 11.2.13 11.2.14	11.3.9 11.3.10	Surse de informare și documentare în domeniul energetic: normative ANRE: - 035.1.2.0.7.0.06/12/02 “Regulament de conducere și organizare a activității de mentenanță” <i>Legislație în vigoare:</i> - Servicii și lucrări de mentenanță preventivă minoră, mentenanță corectivă și servicii / lucrări speciale, cu impact major asupra siguranței în funcționare a Rețelei Electrice de Transport (RET), definite conform ORDIN A.N.R.E. nr. 35 din 06.12.2002 - Servicii și lucrări de mentenanță pentru instalațiile și echipamentele energetice din stații și linii electrice de înaltă tensiune, definite conform documentului ANRE: 035.1.2.0.7.0.06/12/02 “Regulament de conducere și organizare a activității de mentenanță”

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;
- ✓ Echipamente energetice (transformatoare de putere, transformatoare de măsură, linii electrice aeriene, linii electrice subterane, întreruptoare și separatoare electrice de medie și înaltă tensiune, bare colectoare, bobine de stingere etc).
- ✓ Piese de schimb pentru instalații și echipamente energetice;
- ✓ Truse, aparate, standuri pentru realizarea măsurărilor, probelor și încercărilor profilactice;
- ✓ Utilaje și echipamente necesare lucrărilor de mentenanță;
- ✓ Normative tehnice energetice;

- ✓ Documentație tehnică și tehnologică (cataloage, specificații tehnice, standarde)
- ✓ SDV-uri pentru realizarea lucrărilor de mentenanță: prese, ciocan, șurubelniță, patent, clește, cuțit, șubler, micrometru, leră, spion, manometru, densimetru.

• SUGESTII METODOLOGICE

Parcursul cunoștințelor se face în ordinea redată în „Continuturile învățării” și 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 **„Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice”** are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor precizate în unitatea de rezultate ale învățării, menționate 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.

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), se prezintă următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

- Pregătirea transformatorului de curent pentru probe.
- Încercarea uleiului din cuvă la transformatorul de curent
- Măsurarea rezistenței de izolație a înfășurărilor transformatorului de curent
- Încercarea izolației înfășurării secundare a transformatorului de curent cu tensiune alternativă mărită.
- Determinarea rigidității dielectrice a uleiului de transformator
- Verificarea raportului de transformare și a erorilor de raport.
- Ridicarea curbei Volt – Ampere (curbei de magnetizare) a miezului magnetic a transformatorului de curent
- Măsurarea sarcinii secundare a transformatorului de curent
- Măsurarea rezistenței de izolație în cazul generatoarelor și compensatoarelor sincrone
- Măsurarea rezistenței instalației de legare la pământ
- Verificări și măsurători la instalația electrică de legare la pământ și eliberare buletin de verificare PRAM.
- Efectuarea probelor la întreruptoare și separatoare electrice
- Măsurarea tensiunii de atingere și de pas la liniile electrice aeriene
- Detectarea defectelor în LES prin diferite metode
- Probe și încercări ale LES: verificarea continuității conductoarelor și identificarea fazelor, măsurarea rezistenței de izolație, măsurarea rezistenței ohmice a conductoarelor și ecranelor.

Pentru componenta de **instruire practică care se desfășoară în atelierul școlii sau la agentul economic**, pot fi avute în vedere lucrări de mentenanță efectuate în:

- stațiile electrice de transformare și/sau de conexiuni;
- punctele de alimentare și posturile de transformare;
- liniile electrice aeriene;
- liniile electrice subterane;
- circuitele secundare, de comandă și automatizare;
- generatoare, compensatoare sincrone și motoare electrice;
- bateriile de acumulare staționare;
- bateriile de condensatoare.

Exemple de lucrări de mentenanță:

- ▶ reparații transformatoare electrice (reparații capitale);
- ▶ reparații mașini electrice rotative (sincrone și asincrone);
- ▶ reparații aparataj electric de înaltă tensiune de tip I.O.-10-20-110 kV, separatoare de interior și exterior 6 – 110 – 220 – 400 kV – 2500 A.
- ▶ echipări și dezechipări de transformatoare de mare putere;
- ▶ recondiționarea uleiului de transformator (refacerea izolației transformatoarelor);
- ▶ revizie planificată sau accidentală la comutatoarele de ploturi și a dispozitivelor de acționare ale lor;
- ▶ echiparea sau dezechiparea transformatoarelor în stații de transformare;
- ▶ servicii de întreținere-mentenanță a instalațiilor electrice;
- ▶ constatări defecte la utilaje și echipamente, demontări utilaje și echipamente, bobinaje și măsurători electrice, asamblări și probe tehnice.

Pentru linii electrice aeriene LEA 110 kV:

- Remedieri la stâlpi, console, etc.
- Înlocuirea elementelor de izolatoare defecte.
- Verificarea stării stâlpilor și conductoarelor
- Verificarea săgeții conductoarelor și reglarea lor.
- Verificarea și revizuirea instalațiilor de legare la pământ.
- Verificarea și reglarea inelelor de protecție, lanțuri de izolatoare
- Verificarea clemelor de legătură
- Verificarea și repararea balizelor.
- Verificarea gabaritului LEA față de pământ, clădiri, etc.

Pentru linii electrice aeriene LEA MT și JT

- Schimbare izolatoare deteriorate
- Refacere inscripționări, calibrări siguranțe
- Strângere contacte, rectificare stare confecții metalice
- Echilibrări sarcini pe faze.
- Înlocuire cleme și legături necorespunzătoare.
- Înlocuire bransamente necorespunzătoare
- Înlocuire izolatoare deteriorate.
- Reglare descărcătoare

Pentru linii electrice subterane LES MT și JT :

- Remedieri deranjamente (înlocuire siguranțe arse, refaceri contacte, izolări coloane)
- Reparații cabluri, manșoane, terminale, etc,
- Întreținere cutii de distribuție,
- Identificarea traseului de cablu,
- Depistarea defectelor,
- Verificarea mantalei,
- Manșonare și refacere terminale

Pe durata pregătirii prin ciclul superior al liceului, **instruirea practică** urmărește formarea priceperilor și deprinderilor de bază în meseria respectivă iar în cazul când această instruire se efectuează la un agent economic, elevii au prilejul să-și consolideze, completeze și perfecționeze deprinderile dobândite în atelierul școală.

Lecțiile de instruire practică sunt cele mai bune exemple pentru ceea ce înseamnă centrare pe acțiune (atât a elevului, cât și a profesorului) și pe nevoia de performanță a elevului.

Următoarele cerințe generale permit asigurarea eficacității unei lecții de instruire practică:

- lecția de practică trebuie să aibă un scop bine precizat și motivat, cu obiective operaționale (cognitive, psihomotorii și afective) bine conturate, tema și subiectul lecției, prin conținutul lor tehnic și științific, să fie legate direct de pregătirea profesională a elevilor;
- lecția să fie construită logic, cu respectarea principiilor didactice și pedagogice, iar conținutul să fie bine selecționat și dozat corespunzător;
- să se precizeze atât condițiile de probare, cât și criteriile de evaluare a obiectivelor;
- problemele tratate să aibă în vedere noutățile recente din domeniul specialității respective, procesele tehnologice moderne aplicate în producție, realizând o permanentă legătură inter- și intra- disciplinară;
- să se folosească în mod creator cele mai variate metode și procedee pentru activizarea gândirii elevilor, pentru stimularea acestora în munca independentă;
- predarea instruirii practice să asigure valorificarea întregului potențial educativ al instruirii practice, cu scopul de a crea elevilor interes și dragoste față de meseria pentru care se pregătesc;
- să se asigure condițiile unui învățământ diferențiat, prin relații de colaborare și întrajutorare, profesor – elev, respectiv cunoașterea temeinică a clasei care se instruieste;
- să se verifice în mod sistematic modul în care elevii și-au însușit și aplică cunoștințele, priceperile și deprinderile practice.

Modulul „**Mentenanța instalațiilor și echipamentelor energetice**” se parcurge în timpul stagiilor de pregătire practică și de aici rezultă mai multe avantaje:

- oportunități multiple de a asigura continuitatea instruirii (prin laborator tehnologic și prin instruire practică) și de aici, creșterea eficienței formării profesionale;
- facilități oferite de faptul că în săptămânile de practică, organizarea instruirii poate fi mult mai flexibilă, în absența restricțiilor determinate la desfășurarea acesteia în școală (încadrarea în orarul școlii, de exemplu).

La acest modul, asigurarea resurselor materiale minime, a echipamentelor și mijloacelor de învățământ prevăzute în SPP, în scopul dobândirii conținuturilor învățării și formării/dezvoltării de abilități și atitudini poate constitui o problemă destul de dificil de rezolvat.

O soluție simplă, dar foarte eficientă, ar putea fi abordarea instruirii prin **lecții-vizită** la agenți economici parteneri, care activează în domeniul producerii, transportului și distribuției energiei electrice.

Instruirea practică în producție—mediul real de activitate—constituie perioada de consolidare, completare și perfecționare a elevilor în atelierele-școală, efectuată în anii de pregătire anteriori. Pe lângă obiectivul principal de dobândire de noi cunoștințe și de formare a competențelor specifice calificării profesionale, lecțiile-vizită contribuie la pregătirea integrării socio-profesionale, prin strânsa legătură cu practica și cu realitatea social-profesională.

Ca orice activitate care se desfășoară într-un cadru non-formal, lecția-vizită are și un valoros rol formativ-educativ, contribuind la dinamizarea curiozității tehnico-științifice, a spiritului de investigație, a imaginației și a gândirii creative, precum și la dezvoltarea unor calități etico-cetățenești, ca dragostea față de profesie, față de realizările tehnicii și tehnologiei etc.

Vizitele oferă posibilitatea ca datele informațional-aplicative obținute în cadrul obiectivelor în care s-au făcut călătoriile de studiu să aibă un rol instructiv, demonstrativ sau

aplicativ, în funcție de etapa de pregătire a elevilor la modulul respectiv. În funcție de acest criteriu, vizitele pot fi de următoarele tipuri:

- a) **introdutive** (preliminare) - se organizează înaintea predării unui modul, având rol ilustrativ, de inițiere a elevilor în specialitatea predată; desigur, ulterior pot fi folosite și cu rol demonstrativ;
- b) **curente** - sunt organizate concomitent cu predarea modulului de specialitate, având un rol complex ilustrativ, demonstrativ și aplicativ;
- c) **finale** - ele se organizează la sfârșitul predării modulului, având roluri ilustrative și aplicative sintetice (de ansamblu);
- d) **de documentare** - se organizează înaintea studierii unor teme importante, pentru elaborarea unor referate, proiecte etc.

Proiectarea activităților de învățare pentru o lecție-vizită presupune, în primul rând, fixarea obiectivelor instruirii, organizarea riguroasă a resurselor (deplasare, timp) și impune un feed-back evaluativ dat elevilor, pe cât posibil, imediat după desfășurarea lecției, ca ultim moment al acesteia.

Fiind o activitate complexă, desfășurată în afara școlii, care antrenează o serie de factori și de mijloace, vizitele necesită o organizare și proiectare coerentă, responsabilă și eficientă. În acest context, vizitele cunosc în structura lor trei etape principale și anume:

a) Pregătirea vizitei necesită stabilirea traseului de deplasare, stabilirea și organizarea mijloacelor de deplasare, asigurarea primirii în cadrul unității economice a elevilor și a ghizilor de specialitate care să prezinte elevilor obiectivele vizitei, organizarea elevilor pe timpul deplasării, a desfășurării vizitei (dezvoltând spiritul de autoorganizare), documentarea și stabilirea obiectivelor instructiv-educative pe care să le îndeplinească elevii în timpul desfășurării vizitei; efectuarea, în prealabil, a unui instructaj general de protecția și tehnica securității muncii, asigurarea unui echipament corespunzător deplasării (haine, încălțăminte etc.), care să nu creeze probleme în timpul vizitei;

b) Desfășurarea vizitei presupune realizarea celor stabilite în cadrul etapei de pregătire, asigurarea disciplinei în timpul deplasărilor în cadrul vizitei, cu respectarea îndrumărilor oferite de ghizi, efectuarea unui instructaj de protecția și tehnica securității muncii (înainte de începerea vizitării obiectivului respectiv, cu respectarea îndrumărilor date), consemnarea de către elevi, după posibilități, în caiete, a datelor oferite de ghizi sau surprinse în mod independent în timpul vizitei;

c) Valorificarea rezultatelor obținute în timpul vizitei se poate face pe două sub-etape:

- la terminarea vizitării obiectivului, prin concluzii ale ghidului și, după caz, ale conducătorului vizitei, întrebări și lămuriri din partea ghidului de specialitate;
- la școală, prin redactarea referatelor de laborator sau prin completarea documentației tehnologice de execuție a proceselor/operațiilor observate; în această etapă, elevii pot avea acces la materiale de învățare proiectate de profesor și le pot utiliza pentru sistematizarea cunoștințelor, pentru organizarea lor, pentru rezolvarea situațiilor problematice cu care s-au confruntat pe parcursul lecției-vizită.

Dincolo de aspectul formativ, lecțiile-vizită constituie oportunități pentru manifestarea respectului față de cei cu care elevii vin în contact în timpul vizitei, dovedind în orice ocazie o comportare demnă, civilizată, cunoașterea mai bună a elevilor și dezvoltarea unor relații democratice de cooperare, înțelegere, respect și ajutor reciproc.

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

Acestea vizează următoarele aspecte:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda

Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinelui;

- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Pentru atingerea rezultatelor învățării și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea 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.

Metoda "Bulgărele de zăpadă".

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

Se încearcă apropierea cunoașterii didactice de cunoașterea științifică, prin problema activizării, fiind necesară introducerea elevilor în mecanismele care au condus spre descoperiri și nu de a-i pune pe aceștia să memoreze descoperirile științei, ceea ce presupune crearea unei ipostaze de "cercetător" pentru cel ce este în situația de învățare, obligându-l să parcurgă drumul cunoașterii pentru a descoperi sau redescoperi el însuși adevărurile științifice.

Fazele de desfășurare:

1. Faza introductivă: Expunerea problemei.

2. Faza lucrului individual: Elevii lucrează individual 5 minute. Notează întrebările legate de subiect.

3. Faza lucrului în perechi: Discutarea rezultatelor la care a ajuns fiecare. Se solicită răspunsuri la întrebările individuale din partea colegilor.

4. Faza reuniunii în grupe mai mari: Se alcătuiesc grupe mai mici și se discută despre situația la care s-a ajuns.

5. Faza raportării soluțiilor în colectiv: Întreaga clasă reunită analizează și concluzionează asupra ideilor emise.

6. Faza decizională: Se alege situația finală și se stabilesc concluziile.

Avantajele metodei:

- Face lecția interesantă, crește motivația elevilor prin faptul că sunt conștienți că pot influența procesul de învățare;
- Are ca efect învățarea centrată pe elev ce presupune o abordare a unui stil de învățare activ și o integrare a programelor de învățare în funcție de ritmul propriu de învățare al elevului. Fiecare elev trebuie să fie implicat și responsabil pentru progresele pe care le face în ceea ce privește propria formare, trebuie să fie cooperant la propria formare.
- Dezvoltă abilități de colaborare și ajutor reciproc;
- Asigură elevului condiții optime de a se afirma individual și în echipă dezvoltând gândirea critică și motivația pentru învățare și permițând evaluarea proprie;
- Angajează intens toate forțele psihice de cunoaștere;
- Pune accentul pe cunoașterea operațională, pe învățarea prin acțiune, prin manipulare în plan mintal a obiectelor, acțiunilor.

Pentru tema „Defecte ale transformatoarelor de putere” se prezintă modalitatea de aplicare a metodei „**Bulgărele de zăpadă**”.

Rezultate ale învățării vizate:*Cunoștințe:*

11.1.2. Defecte ale instalațiilor și echipamentelor energetice.

Abilități:

11.2.3. Evaluarea cauzelor producerii defectelor în instalații și echipamente energetice.

11.2.4. Depistarea defectelor care apar în instalații și echipamente energetice.

Atitudini:

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

11.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date.

11.3.10. Comunicare activă în cadrul echipei indiferent de structura etnică a grupului

Se pornește de la premisa că elevii cunosc rolul transformatorului de putere, toate componentele sale, caracteristicile și rolul fiecăreia în funcționarea acestui echipament electroenergetic.

Ceea ce trebuie să cunoască fiecare elev este cum trebuie să ordoneze și să coreleze informațiile pentru ca să se ajungă să stabilească la final principalele defecte ce pot apărea la un transformator de putere, modul de recunoaștere a lor și posibilele cauze ce au determinat producerea lor.

Pentru aceasta trebuie să se cunoască fazele metodei de învățare activă:

1. *Faza introductivă* – se expune problema: Defecte ale transformatorului de putere – Cauze
2. *Faza lucrului individual*. Fiecare elev are la dispoziție fișe de documentare.
3. *Faza lucrului în perechi* când se pot solicita răspunsuri la întrebări individuale între colegi
4. *Faza reuniunii mari* e atunci când organizați pe grupuri pot discuta situații la care s-a ajuns.
5. *Faza raportării soluțiilor la clasă* e faza când liderii expun lista cu defectele transformatorului și cauzele producerii lor.
6. *Faza decizională* este dată de situația finală când se prezintă clasei o listă completă a defectelor-modalități de recunoaștere-cauzele lor.

Exemplu:**Principalele defecte și modul de recunoaștere a lor la transformatoarele de putere**

Tipul defectului	Modul de recunoaștere a defectului	Cauze posibile
Scurtcircuitarea locală a tolelor de oțel	Lucrează releul de gaze	Îmbătrânirea lacului izolant al tolelor, deteriorarea tolelor
Scurtcircuit între spire	Funcționează protecțiile: de gaze, diferențială, maximală (dacă aceasta este instalată pe partea alimentării)	Deteriorarea izolației între spire datorită îmbătrânirii în urma uzurii normale sau a suprasarcinilor de durată sau a insuficienței răcirii. Descoperirea înfășurărilor în urma coborârii nivelului de ulei. Poziția necorespunzătoare a înfășurărilor.
Înterruperi în înfășurări	Funcționează protecția de gaze din cauza arcului care apare în punctul de întrerupere	Distrugerea capetelor de ieșire. Lipirea interioară necorespunzătoare a conductorului. Topirea unei părți din spire din cauza scurtcircuitului în înfășurare.
Străpungerea (punerea la masă)	Funcționează protecția de gaze, iar la transformatoarele cu neutrul legat la pământ și protecția diferențială	Defectarea izolației principale datorită îmbătrânirii sau existenței fisurilor; umezirea uleiului. Scăderea nivelului de ulei din cuvă. Umiditate și murdărie în ulei. Supratensiuni care au condus la străpungerea izolației.
Scurtcircuit între înfășurările fazelor.	Funcționează protecțiile: de gaze, diferențială și maximală. Aruncarea uleiului prin expandor	Aceleași cauze ca în cazul precedent; în plus: scurtcircuit la borne sau la comutatorul de prize.
Topirea suprafețelor contactelor la comutatoarele de ploturi	Funcționează protecțiile: de gaze, diferențială și maximală.	Defecte de montaj (apăsare insuficientă a contactelor și elasticitate insuficientă a resoartelor de presare). Supraîncălziri datorită curenților de scurtcircuit din zonă.
Defectarea izolației între tole.	Semnalizează protecția de gaze, miros specific pătrunzător	Deteriorarea izolației buloanelor de strângere, a izolației între tole; deteriorarea sau lipsa garniturilor la jug.

- **SUGESTII PRIVIND EVALUAREA**

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care cadrul didactic măsoară eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea rezultatelor învățării are ca scop recunoașterea rezultatelor învățării, specifice unității de rezultate ale învățării propusă în standardul de pregătire profesională, demonstrate de cel care învață.

Evaluarea poate fi:

- în timpul parcurgerii modulului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.*
 - 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 cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. finală

- Realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează dacă cel evaluat este capabil să realizeze activitatea specifică unității de rezultate ale învățării, la nivelul calitativ stabilit de standardul de pregătire profesională. Aprecierea se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

Propunem utilizarea următoarelor **instrumente de evaluare** continuă:

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

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** finală:

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

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

Pentru evaluare se propune o **probă practică** ce vizează verificarea nivelului de însușire a următoarelor rezultate ale învățării corespunzătoare temei „*Mentenanța transformatoarelor de putere*”:

Cunoștințe:

11.1.3. Activitatea de mentenanță a instalațiilor și echipamentelor energetice

Abilități:

11.2.5. Elaborarea planului anual de reparații pentru fiecare echipament/instalație energetică.

11.2.6. Efectuarea lucrărilor pregătitoare de mentenanță.

11.2.7. Realizarea documentației tehnice aferentă lucrărilor de mentenanță

11.2.8. Organizarea lucrărilor de reparații.

11.2.9. Realizarea reparațiilor în instalațiile energetice.

11.2.10. Verificarea calității lucrărilor executate

11.2.11. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților desfășurate

Atitudini:

- 11.3.3. Asumarea rolului în echipă și colaborarea cu ceilalți membri ai echipei.
- 11.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor sarcini de lucru date.
- 11.3.5. Argumentarea deciziilor luate referitoare la lucrările efectuate.
- 11.3.6. Respectarea procedurilor specifice locului de muncă.
- 11.3.7. Respectarea disciplinei tehnologice.
- 11.3.8. Asumarea răspunderii față de calitatea lucrărilor efectuate.
- 11.3.9. Respectarea NTSM și PSI specifice.

PROBĂ PRACTICĂ **Verificare transformator electric MT/JT**

Participați în cadrul unei revizii tehnice la verificarea unui transformator electric de MT/JT.

- a. Identificați caracteristicile transformatorului de putere.**
- b. Observați cu atenție operațiile realizate în timpul verificării, precum și lucrările executate și recunoașteți-le din lista de la punctul 2, bifând cu X dacă ați participat la ele. Pentru verificările la care participați, marcați prin DA sau NU dacă corespund prescripțiilor.**
- c. Notați lucrările executate în cazul constatării unor neconformități.**

1. Caracteristici transformator de putere

Putere nominală [MVA]	Raport de transformare [kV/kV]	Grupa de conexiuni	Tensiunea de scurtcircuit [%]	Curenți nominali [primar/secundar] [A/A]

2. Verificări executate

Operația	Lucrări la care s-a participat	DA/NU
Curățirea izolatoarelor		
Verificarea legăturii la pământ a cuvei transformatorului		
Verificarea sistemului de consolidare antiseismică		
Verificarea legăturii bornei de nul la priza de protecție a postului (în cazul în care priza de pământ și protecție sunt legate în comun)		
Verificarea etanșeității cuvei transformatorului		
Verificarea nivelului de ulei în conservator		
Verificarea filtrului de aer cu silicagel		
Controlul funcționării și al etanșeității robinetului de golire ulei		
Degresare și refacere vopsitorie cuvă transformator		
Verificarea gradului de deformare cuvei (numai la transformatoarele de putere ermetice)		
Verificarea funcționării comutatorului		
Verificarea și reglarea elementelor de protecție la supratensiuni atmosferice (eclatorul montat pe fiecare din izolatoarele de MT a transformatorului)		
Recoltarea probă ulei	Indicativ sticlă probă=	

3. Lucrări executate

4. Concluzii și recomandări

Transformatorul de putere **corespunde / nu corespunde** conform 3.2 FT10/85

Fișă de evaluare - Verificare transformator electric MT/JT

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Interpretarea fișei tehnologice în vederea executării verificării transformatorului	20%
			Analizarea cerințelor pentru fiecare sarcină de lucru și identificarea posibilelor căi de realizare	10%
			Alegerea semifabricatelor, SDV-urilor/utilajelor necesare executării reparațiilor	40%
			Respectarea normelor de sănătate și securitatea muncii și de protecția mediului	30%
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Verificarea operațiilor precizate în fișa tehnologică.	20%
			Utilizarea corespunzătoare a SDV-urilor/utilajelor în vederea executării operațiilor de verificare/reparație a transformatorului.	20%
			Realizarea operațiilor de verificare/reparație a transformatorului cu respectarea indicațiilor din fișa tehnologică.	40%
			Verificarea calității reparațiilor.	20%
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Argumentarea alegerii materialelor, SDV-urilor utilizate, pentru realizarea mentenanței transformatorului de putere;	40%
			Verificarea funcționării transformatorului după reparații în conformitate cu indicațiile fișei tehnologice	40%
			Utilizarea terminologiei de specialitate în descrierea tehnologiilor de verificare/reparații ale transformatorului de putere.	20%

BIBLIOGRAFIE

- Popa B. și colab. - *Manualul inginerului termotehnician* (MIT), vol. 2, Editura Tehnică, 1986
- Popa B. și colab. - *Manualul inginerului termotehnician* (MIT), vol. 3, Editura Tehnică, 1986
- Laza I., ș.a. - *Echipamente și instalații termoelectrice*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2004;
- Mira N., Neguș C. – *Instalații electrice industriale, Întreținere și reparații*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1989;
- *Instrucțiuni tehnologice de verificare preventivă a transformatoarelor de măsură din stații și rețele*, Regia Autonomă de Electricitate RENEL București 1993;
- PE 116/1994 – *Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice*, Regia autonomă de Electricitate RENEL, București, 1995;
- Iacobescu Gh., Iordănescu I. Ș. a. – *Instalații electroenergetice* – Manual pentru licee industriale și de matematică-fizică, cu profilurile de electrotehnică și de matematică-electrotehnică, clasa a XII –a și școli profesionale, EDP, București, 1985.
- Cișman A. - *Auxiliar curricular, Clasa a XI-a, Încercări profilactice în instalații electroenergetice*, Domeniul electric, nivel 2, 2009;

- Cișman A. - Auxiliar curricular, Clasa a XII-a, *Întreținerea instalațiilor și echipamentelor electrice*, Domeniul electric, nivel 3, 2009;
- Cerghit, Ioan - *Metode de învățământ*, Iași, Editura Polirom, 2006;
- Dulama, M. E. - *Modele, strategii și tehnici didactice activizante*, Editura Clusium, 2002;
- Ionescu M., Radu I. - *Didactica modernă*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1995;
- Mureșan P.- *Învățarea eficientă și rapidă*, Editura Ceres, București, 1990.