

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 ELECTROTEHNIST

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

2018

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

Proiectul a fost finanțat din FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013

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

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



GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU TATIANA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul "Ștefan Odobleja" Craiova
CIȘMAN AMELIA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic "Dimitrie Leonida" Iași
DRUȚĂ NICULESCU IANA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic București
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 ELECTROTEHNIST** corespunzătoare profilului TEHNIC, domeniul de pregătire profesională ELECTRIC:

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

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 4

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării – tehnice generale și specializate (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 10: Utilizarea surselor regenerabile de energie pentru alimentarea consumatorilor mici și mijlocii	MODUL IV. Surse regenerabile de energie

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

Calificarea: TEHNICIAN ELECTROTEHNIST

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. Surse regenerabile de energie

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 electrotehnist* 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 electrotehnist*, din domeniul de pregătire profesională *Electric* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior. Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician electrotehnist*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 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: <ul style="list-style-type: none">▶ Definiție▶ Factorii care condiționează procesul de producție:<ul style="list-style-type: none">- 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:<ul style="list-style-type: none">- 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:<ul style="list-style-type: none">- modul de participare la executarea diferitelor produse, lucrări sau servicii:<ul style="list-style-type: none">• de bază (pregătitoare, prelucrătoare, de montaj sau de finisare)• auxiliare• de servire sau de deservire



			<ul style="list-style-type: none"> - 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); <p>► Componentele proceselor de producție:</p> <ul style="list-style-type: none"> - intrările <ul style="list-style-type: none"> • resurse umane; • resurse materiale; • resurse financiare; • resurse informaționale; - prelucrarea intrărilor (procesul de producție propriu-zis) <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • rezultate concrete; • rezultate sintetice; • rezultate financiare; • rezultate informaționale.
9.1.2	9.2.5 9.2.6	9.3.4	<p>Tipuri de producție:</p> <p>► 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;</p> <p>► Caracteristici, cerințe, avantaje și dezavantaje specifice tipurilor de producție:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Metode de organizare a producției de bază:</p> <p>► Organizarea producției în flux</p> <ul style="list-style-type: none"> - caracteristici principale;

			<ul style="list-style-type: none"> - variante de organizare a producției în flux <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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) <ul style="list-style-type: none"> • 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	9.2.9	9.3.7	Programarea și organizarea activității de producție la nivelul unui agent economic
9.1.7	9.2.10	9.3.8	



	9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.20 9.2.21	9.3.9	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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. <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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, cointeresarea 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 ciorchinului, 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

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

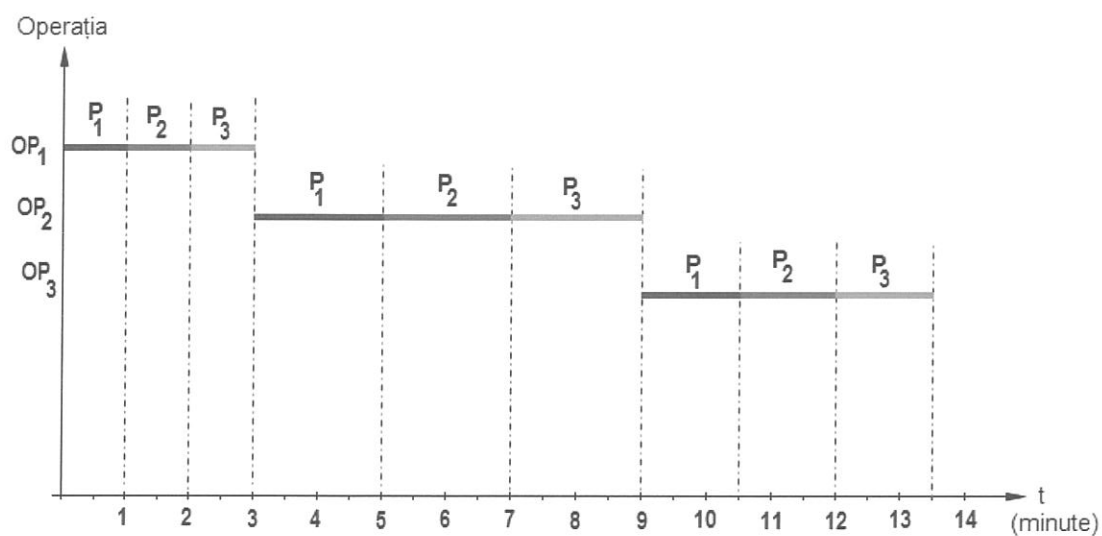


Fig. 1 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării serie

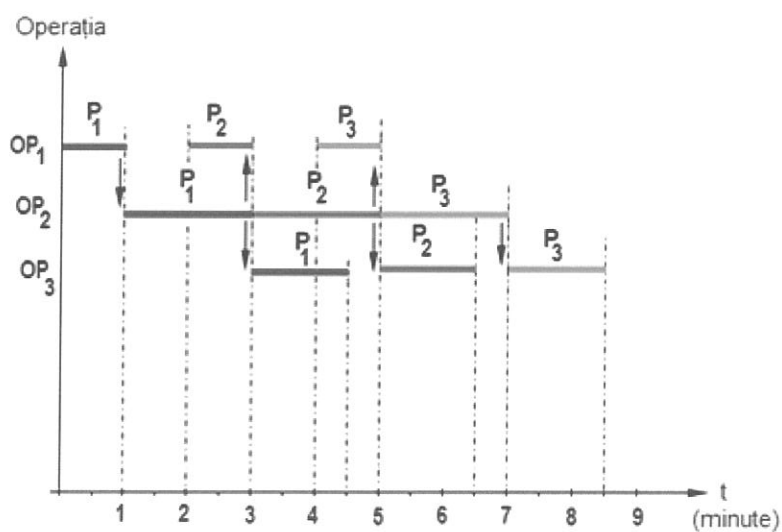


Fig. 2 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării paralele

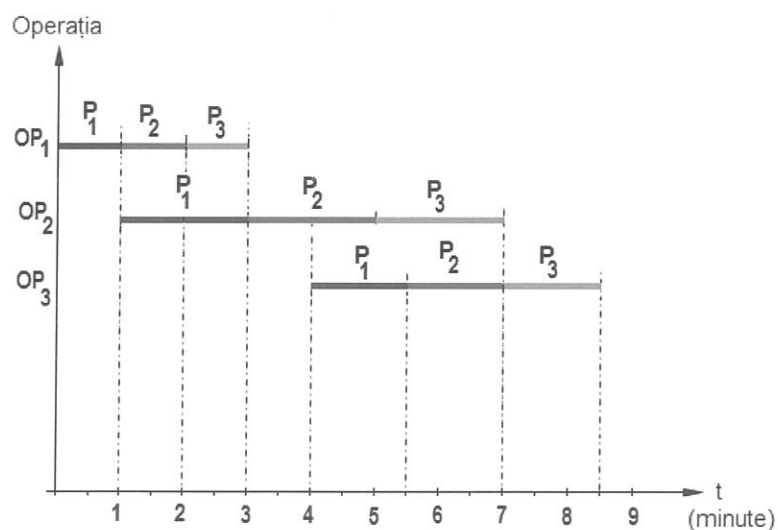


Fig. 3 Determinarea grafică a DCP cu metoda îmbinării mixte

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

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

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:

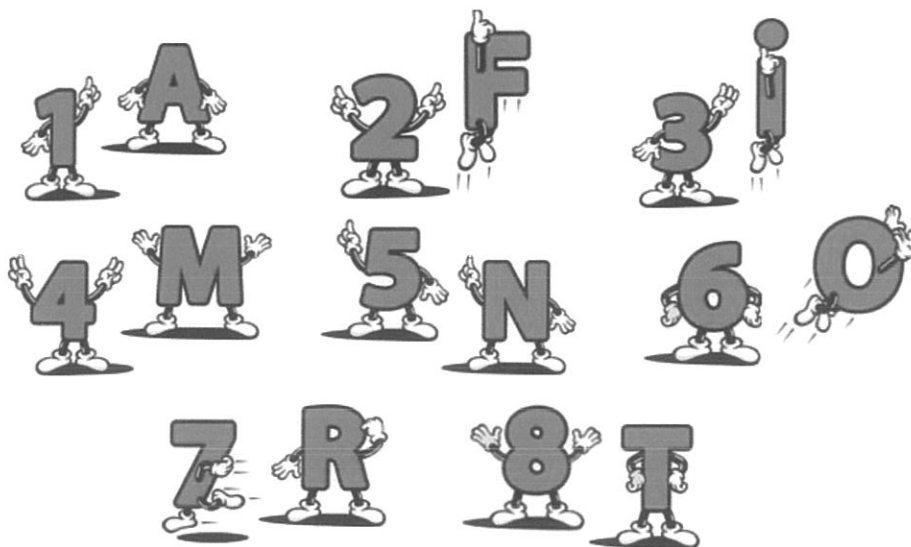
10 puncte

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	T
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/
 - [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 electrotehnist* 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 electrotehnist*, din domeniul de pregătire profesională *Electric* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior. Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician electrotehnist*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 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): <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- 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	<p>scheme, principiul de funcționare, caracteristici (electro)mecanice): de curent continuu, asincrone, sincrone, liniare, pas cu pas</p> <p>Criterii de alegere a motoarelor electrice pentru utilizarea în SAE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Determinarea puterii motoarelor electrice de acționare în funcție de încălzire și de regimul de funcționare a mașinii de lucru acționate</p> <p>Criterii de verificare a motoarelor electrice de acționare: la încălzire, la suprasarcină mecanică și la cuplul de pornire.</p> <p>Cataloage de produse electrice fabricate în țară sau în străinătate (motoare electrice)</p>
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	<p>Documentația sistemelor de acționare electrică:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Cataloage de produse electrice fabricate în țară sau în străinătate (aparate electrice, motoare electrice, cabluri și conductoare)</p>
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	<p>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):</p> <ul style="list-style-type: none"> - montarea elementelor componente ale SAE; - executarea conexiunilor electrice între elementele componente ale SAE; - verificarea funcționării SAE: <ul style="list-style-type: none"> o utilizarea ohmmetrului pentru verificarea continuității circuitului electric; o măsurarea parametrilor de funcționare: intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, turația. <p>Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)</p> <p>Norme SSM și PSI</p> <p>Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.</p>



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

- ✓ 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 punctaje 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 <ul style="list-style-type: none"> 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:

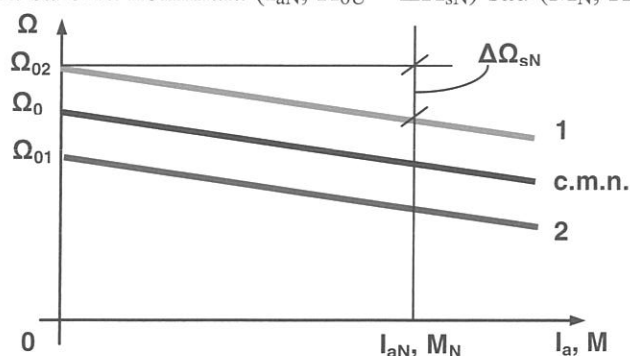
$$\frac{\Omega_{01}}{\Omega_{02}} = \frac{U_{a1}}{U_{a2}}$$

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).

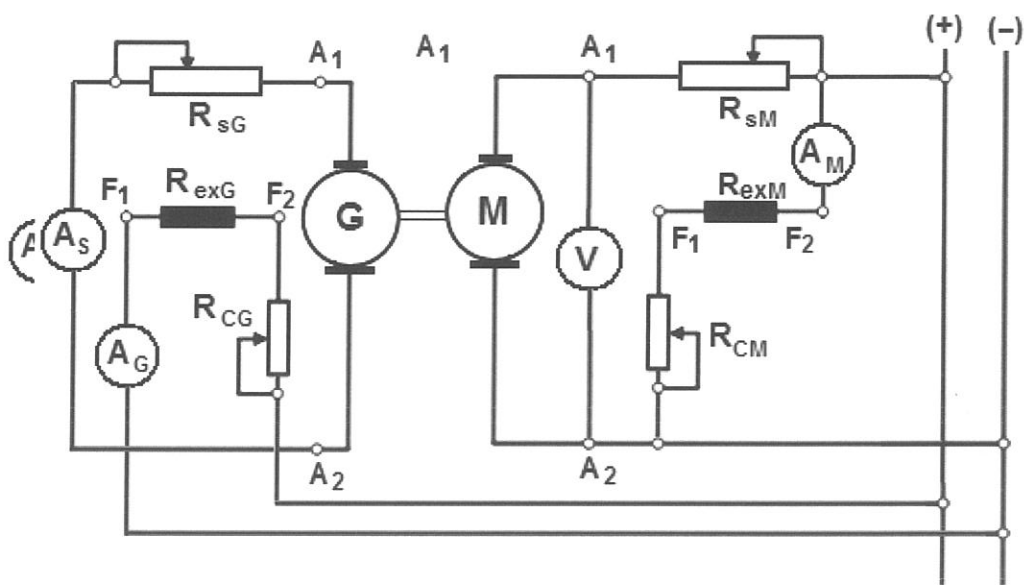
Reprezentarea grafică se face considerând punctul de funcționare în gol ideal ($0, \Omega_{0x}$) și punctul de funcționare la sarcină nominală ($I_{aN}, \Omega_{0U} - \Delta\Omega_{sN}$) sau ($M_N, \Omega_{0U} - \Delta\Omega_{sN}$).



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 cursorarele 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. studii individuale, investigația științifică, studii de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. bibliotecă, 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 foii, 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.

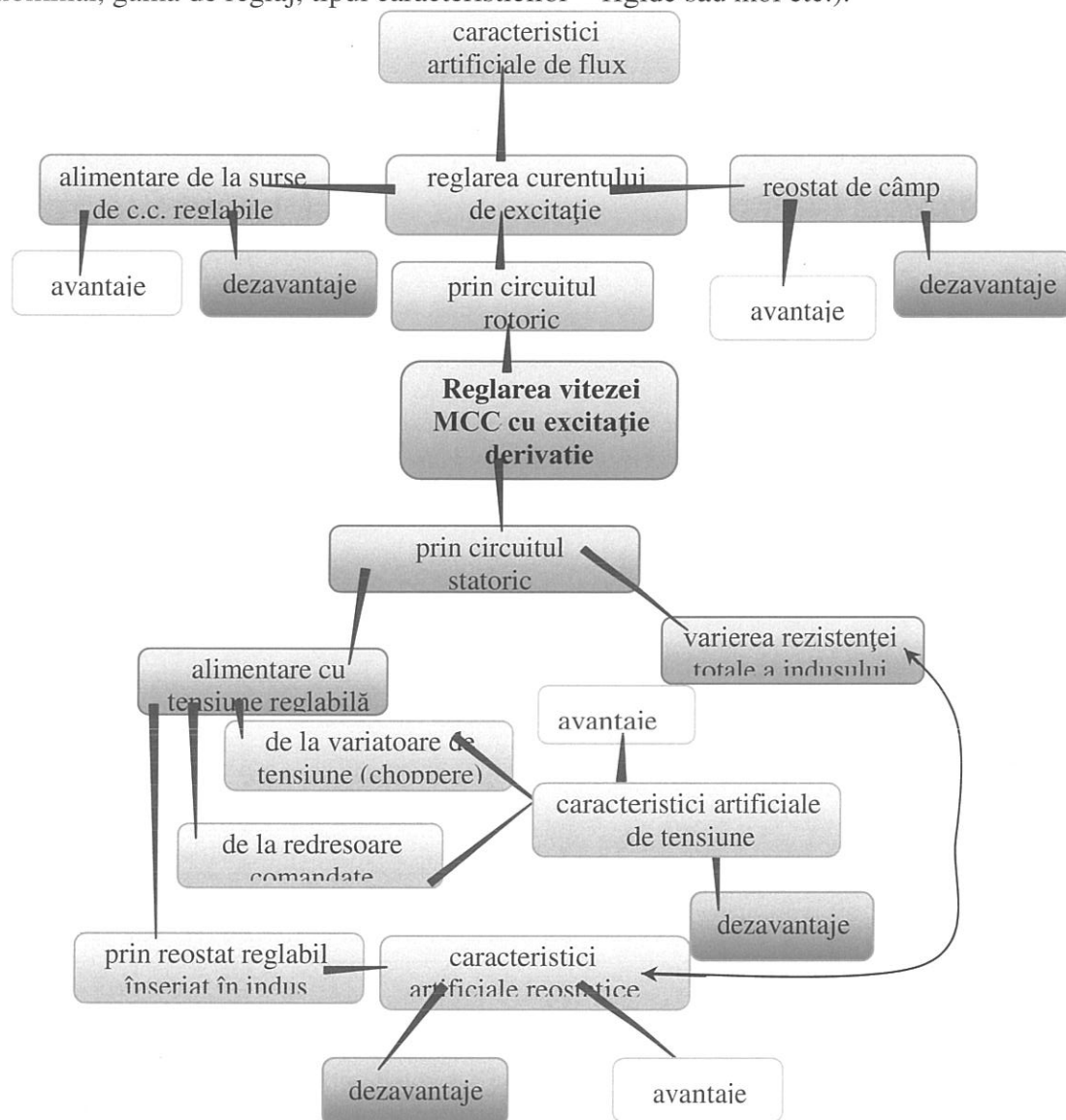
5. Faza de finalizare a hărții conceptuale constă în a oferi o imagine de ansamblu și de a detalia aspectul acesteia. Se fixează (eventual) un titlu, se folosesc caractere italice sau boldate, prin care



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, schmă de conexiuni, schmă 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/înterevaluare;
- 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 modului se va utiliza evaluarea de tip formativ și, la final, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

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

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 rotoric 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):**

- La o acționare cu motor de curent continuu cu excitație derivație având $n_N = 1\,000$ rot/min și $M_S = 0,6 M_N$ este necesar să se modifice turația la $n = 1\,500$ rot/min. În acest caz, reglarea vitezei este indicat să se facă prin:
 - alimentarea rotorului cu impulsuri de tensiune
 - alimentarea rotorului de la o sursă de tensiune variabilă
 - modificarea rezistenței circuitului rotoric
 - modificarea fluxului de excitație
- Reglarea vitezei prin impulsuri constă în alimentarea rotorului cu impulsuri de tensiune care au:
 - amplitudine constantă și durată relativă variabilă
 - amplitudine variabilă și durată relativă constantă
 - amplitudine și durată relativă constante
 - amplitudine și durată relativă variabile
- 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:
 - continuu
 - la funcționare în gol
 - în trepte
 - monozonal
- Reglarea vitezei prin modificarea fluxului de excitație este:
 - bizonală
 - monozonală, pentru viteze mai mici decât viteza de bază
 - monozonală, pentru viteze mai mari decât viteza de bază

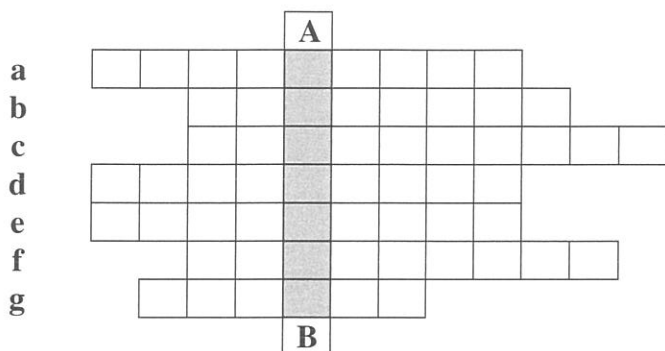
C. Notați în dreptul fiecărui enunț, litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals**(20 puncte):**

- Cea mai economică metodă de reglare a vitezei este reglarea vitezei prin modificarea rezistenței circuitului rotoric.
- La comanda prin impulsuri, reglarea vitezei se realizează prin modificarea timpului cât rotorul este alimentat cu tensiune variabilă.
- Din punct de vedere al indicilor de calitate referitori la reglarea vitezei, motoarele de curent continuu sunt superioare motoarelor de curent alternativ.
- 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):**

- În ce situații se folosește reglarea vitezei prin impulsuri de tensiune?
- 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 incorect 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 incorect 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 incorect 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 incorect 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 incorect 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 incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.



	S	A	T	U	R	A	T	I	E	
a			P	I	E	R	D	E	R	I
b			R	I	G	I	D	I	T	A
c										T
d	I	M	P	U	L	S	U	R	I	
e	R	A	N	D	A	M	E	N	T	
f			V	A	R	I	A	B	I	L
g		F	I	N	E	T	E			A
					B					

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

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

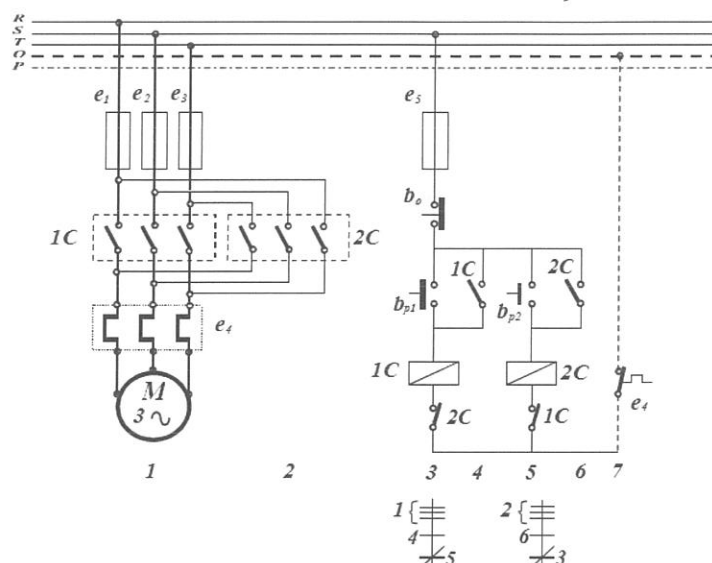
- schema de acționare (circuit de forță, circuit de comandă) – Anexa 1;
- echipament specific atelierului electric (aparate electrice, de măsurat, trusa electricianului).

- realizarea practică a schemei de acționare, având în vedere următoarele criterii:
 - poziționarea aparatului electric;
 - alegerea sculelor necesare în funcție de lucrarea de executat;
 - fixarea aparatului 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.

trică a sistemului de
nemei de acționare.

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 aparaturii electrice	10 p	
- alegerea aparaturii electrice în funcție specificațiile tehnice	5 p	
- verificarea funcționării aparaturii electrice	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 aparaturii electrice	10 p	
- pozarea aparaturii electrice cu respectarea normativelor în vigoare	3 p	
- executarea lucrărilor de lăcătușerie necesare fixării aparaturii (găuriri, debavurări, filetări și altele)	4 p	
- fixarea aparaturii electrice	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	

Tehnician electrotehnist

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



- 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 <i>organizarea ergonomică a locului de muncă</i> cunoașterea instrumentelor necesare realizării practice	alegerea aparatajului după criteriul funcției și în corelare cu puterea motorului <i>organizarea ergonomică a locului de muncă</i>	alegerea aparatajului după criteriul funcției și în corelare cu puterea motorului și poziționarea acestuia pentru montaj, respectând normativele <i>organizarea ergonomică a locului de muncă</i>
realizarea sarcinii de lucru	alegerea sculelor necesare și fixarea mecanică a aparatajului <i>respectarea normelor de electrosecuritate și a</i>	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	circuitelor <i>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-balasoiu>
- [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: SURSE REGENERABILE DE ENERGIE

• NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Surse regenerabile de energie**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Tehnician electrotehnist* din domeniul de pregătire profesională *Electric* face parte din stagiile de pregătire practică aferente clasei a 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 „**Surse regenerabile de energie**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 4, *Tehnician electrotehnist*, din domeniul de pregătire profesională *Electric* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior. Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării se regăsesc în standardul de pregătire profesională pentru calificarea *Tehnician electrotehnist*.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URI 10: UTILIZAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE PENTRU ALIMENTAREA CONSUMATORILOR MICI ȘI MIJLOCII			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării codificate conform SPP			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
10.1.1	10.2.1 10.2.2 10.2.17 10.2.18	10.3.1 10.3.3 10.3.6	Surse regenerabile de energie (potențialul surselor regenerabile la nivel european, național, local; principiul conversiei în energie electrică; impactul asupra mediului): - energia fotovoltaică - energia eoliană
10.1.2	10.2.3 10.2.4 10.2.5 10.2.17 10.2.18	10.3.2 10.3.3 10.3.6 10.3.7	Instalații fotovoltaice/eoliene: - tipuri de aplicații fotovoltaice /eoliene (instalații autonome, instalații conectate la rețea); - scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice/eoliene;
10.1.3	10.2.6 10.2.17 10.2.18	10.3.3 10.3.4 10.3.6	Elemente componente ale instalațiilor fotovoltaice/eoliene: - celule/panouri fotovoltaice; - turbine (vericale, orizontale); - generatoare eoliene; - cabluri electrice; - echipamente de condiționare a puterii: controller.

			baterii/acumulatori, contor, invertor; - sisteme de protecție la suprasarcini și supratensiuni; - automatizări. - sisteme de fixare
10.1.4	10.2.7 10.2.17 10.2.18	10.3.3 10.3.4 10.3.5 10.3.6 10.3.7 10.3.8	Surse de informare și documentare pentru utilizarea surselor regenerabile de energie.
10.1.5	10.2.8 10.2.9 10.2.10 10.2.11 10.2.17 10.2.18	10.3.3 10.3.4 10.3.5 10.3.6 10.3.7 10.3.8	Elemente de proiectare a instalațiilor fotovoltaice /eoliene: - parametrii caracteristici ai: • celulelor/panourilor fotovoltaice (putere, tensiune de încărcare, randament, curent de încărcare, curent de scurtcircuit); • turbinelor eoliene; - factori avuți în vedere (amplasamentul, viteza vântului, energia electrică necesară, puterea instalației, bugetul proiectului); - calculul de dimensionare a părții electrice a instalației fotovoltaice/eoliene; - criterii de optimizare a configurației instalațiilor fotovoltaice/eoliene
10.1.6	10.2.12 10.2.13 10.2.17 10.2.18	10.3.3 10.3.4 10.3.5 10.3.6 10.3.7 10.3.8	Documentația tehnică pentru proiectele instalațiilor de conversie a surselor regenerabile de energie.
10.1.7	10.2.14 10.2.15 10.2.17 10.2.18	10.3.3 10.3.4 10.3.5 10.3.6 10.3.7 10.3.8	Normative specifice protecției mediului înconjurător/ domeniului energiilor verzi.
10.1.8	10.2.16 10.2.17 10.2.18	10.3.6 10.3.7	Simulatoare (software) pentru instalații de conversie a surselor regenerabile de energie

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
- Panouri solare: detașate, integrate;
- Baterii/acumulatori;
- Invertor;
- Softuri specializate pentru instalații de conversie a surselor regenerabile de energie
- Suporturi de curs, fișe de lucru și materiale audio-video cu instalații de conversie a surselor de energie regenerabile



- Documentație tehnică de la producătorii de instalații/sisteme de conversie a surselor regenerabile de energie
- Documente și formulare tipizate utilizate pentru proiectele instalațiilor de conversie a surselor regenerabile de energie (fișe tehnologice, grafice, diagrame, planuri).

• SUGESTII METODOLOGICE

Parcursul cunoștințelor se face în ordinea redata 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 „**Surse regenerabile de energie**” 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 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.

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

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

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

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea standului de lucru, alegerea aparatelor necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc. Astfel, elevii beneficiază de mai multe oportunități pentru a proba atitudinile conexe modulului **Surse regenerabile de energie**, 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 prezenta 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 la modulul „Surse regenerabile de energie”	Punctaj acordat	Punctaj realizat
I. Criterii de evaluare profesionale	80	
I.1 Elemente obligatorii	60	
conținut – minim 80% dintre temele studiate	30	
referate complete, cu reprezentări grafice (dacă este cazul) și cu concluzii și observații personale	30	
I.2. Elemente suplimentare	20	
situaționale (aplicarea în alte situații practice, la alte module/discipline)	5	
descriptive <ul style="list-style-type: none"> • 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 potențialului surselor regenerabile la nivel european, național, local;
2. Studiul impactul utilizării asupra mediului energia fotovoltaică - energia eoliană;
3. Studiul principiul conversiei în energie electrică;
4. Studiul instalațiilor fotovoltaice autonome;
5. Studiul instalațiilor fotovoltaice conectate la rețea;
6. Studiul instalațiilor eoliene autonome;
7. Studiul instalațiilor eoliene conectate la rețea;
8. Studiul schemelor electrice ale instalațiilor fotovoltaice;
9. Studiul schemelor electrice ale instalațiilor eoliene;
10. Studiul elementelor componente ale instalațiilor fotovoltaice;
11. Studiul elementelor componente ale instalațiilor eoliene;
12. Studiul sistemelor de protecție la suprasarcini și supratensiuni;
13. Proiectarea instalației fotovoltaice <http://www.electricalc.ro/sisteme-fotovoltaice-solare/proiectarea-instalatiei-fotovoltaice>
14. Dimensionarea unei instalații fotovoltaice <http://www.electricalc.ro/sisteme-fotovoltaice-solare/proiectarea-instalatiei-fotovoltaice>
15. Dimensionarea părții electrice a instalației eoliene;
16. Utilizarea surselor de informare și documentare pentru utilizarea surselor regenerabile de energie.



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

1. Întocmirea listei cu echipamentele și cablurile necesare realizării unei instalații eoliene pe baza schemei electrice date a acesteia;
2. Întocmirea listei cu echipamentele și cablurile necesare realizării unei instalații fotovoltaice pe baza schemei electrice date a acesteia;
3. Realizarea schemei electrice de montaj a unui panou fotovoltaic;
4. Montarea controllerului în circuitul instalației solare/eoliene
5. Instalarea bateriilor/acumulatelelor și montarea lor în serie;
6. Realizarea conexiunilor între baterii și invertor
7. Măsurarea tensiunii la bornele bateriilor/acumulatelelor;
8. Măsurarea tensiunii la bornele inverorului;
9. Măsurarea energiei acumulate/transferate cu contorul;
10. Măsurarea curentului de încărcare a bateriilor;
11. Măsurarea vitezei vântului cu anemometrul;
12. Lucrări de montare a unui panou fotovoltaic;
13. Lucrări de montare a unei turbine eoliene verticale;
14. Lucrări de montare a unei turbine eoliene orizontale.
15. NSSM specifice lucrărilor.

<http://www.romstalpartener.ro/uploads/documentatie/public/26737.pdf>

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. studii individuale, 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 proiectate diferite activități de învățare, dintre care se menționează:

- 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;

- Studiul de caz;
- Jocul de rol;
- Simularea;
- Elaborarea de proiecte;
- Activități bazate pe comunicare și relaționare;
- Activități de lucru în grup/ în echipă.

Un exemplu de metodă didactică ce poate fi folosită în activitățile de învățare la acest modul este **metoda studiului de caz**.

Studiul de caz reprezintă o metodă de confruntare directă a participanților cu o situație reală, autentică, luată drept exemplu tipic, reprezentativ pentru un set de situații și evenimente problematice.

A apărut inițial ca metodă de cercetare științifică, dar s-a extins și în educație, metoda fiind utilizată în acest domeniu, încă din anul 1935.

Scopurile acestei metode interactive, valoroasă din punct de vedere euristic și aplicativ, constau în:

- realizarea contactului participanților cu realitățile complexe, autentice dintr-un domeniu dat, pentru familiarizarea acestora cu aspectele posibile și pentru a le dezvolta capacitățile decizionale/operative optime și abilitățile de a soluționa eventualele probleme;
- verificarea gradului de operaționalitate a cunoștințelor însușite, a priceperilor și deprinderilor, a comportamentelor, în situații limită;
- sistematizarea și consolidarea cunoștințelor, autoevaluarea, din partea fiecărui participant, a gradului de aplicabilitate a acestora, în situațiile create;
- educarea personalității, a atitudinilor față de ceilalți participanți și față de cazul respectiv, tratarea cu responsabilitate a situațiilor;
- exersarea capacităților organizatorice, de conducere, de evaluare și de decizie, asemănătoare unei situații reale.

Regulile desfășurării metodei au în vedere, în special, „cazul” ales. Astfel, pentru ca o situație să poată fi considerată și analizată precum un „caz” reprezentativ pentru un domeniu, ea trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie autentică și semnificativă în raport cu obiectivele prefigurate, condensând esențialul;
- să aibă valoare instructivă în raport cu competențele profesionale specifice, științifice și etice;
- să aibă un caracter incitant, motivând participanții la soluționarea lui, corespunzător pregătirii și intereselor acestora;
- să solicite participarea activă a tuturor elevilor în obținerea de soluții, asumându-și responsabilitatea rezolvării cazului.

În aplicarea metodei studiului de caz se parcurg următoarele **șase etape** și anume:

Etapa 1. Prezentarea cadrului general în care s-a produs evenimentul și a cazului respectiv:

- profesorul va alege mai întâi un „caz” semnificativ domeniului cercetat și obiectivelor propuse, care să evidențieze aspectele general valabile;
- cazul va fi prelucrat și propus participanților spre analiză;
- prezentarea trebuie să fie cât mai clară, precisă și completă.

Etapa 2. Sesizarea nuanțelor cazului, concomitent cu înțelegerea necesității rezolvării lui de către participanți:

- are loc stabilirea aspectelor neclare;
- se pun întrebări de lămurire de către participanți;
- se solicită informații suplimentare privitoare la modul de soluționare a cazului (surse bibliografice).

Etapa 3. Studiul individual al cazului propus:

- documentarea participanților;
- identificarea și înregistrarea soluțiilor de către participanți.



Etapa 4. Dezbateră în grup a modurilor de soluționare a cazului:

- analiza variantelor, fie mai întâi în grupuri mici (5-6 elevi) și apoi în plen, fie direct în plen, fiecare prezentând varianta propusă;
- compararea rezultatelor obținute și analiza critică a acestora printr-o dezbateră liberă, moderată de profesor;
- ierarhizarea variantelor.

Etapa 5. Formularea concluziilor optime pe baza luării unor decizii unanime.

Etapa 6. Evaluarea modului de rezolvare a situației-caz și evaluarea grupului de elevi participanți, prin analiza gradului de participare/implicare. În această etapă se efectuează aprecieri asupra importanței reținerii modalităților de soluționare, în vederea aplicării lor la situații similare.

Etapetele prezentate caracterizează metoda în forma ei cea mai complexă; există situații când aplicarea ei se face simplificând unele etape, în funcție de specificul cazului studiat.

Rolul profesorului, în cazul aplicării metodei studiului de caz, nu se reduce doar la cel de incitator și de provocator al demersurilor de rezolvare a cazului: succesul metodei este asigurat, mai ales, de măiestria cu care profesorul alege, prezintă și propune spre soluționare cazul respectiv. În plus, profesorul trebuie să asigure, cu abilitate și discreție, aplanarea eventualelor conflicte, să manifeste răbdare față de greutățile elevilor de a soluționa cazul, deplasând accentul demersului instructiv de la indicațiile bazate pe experiența sa, spre stimularea participării active și productive, a fiecărui elev și a grupului/clasei.

Avantajele metodei studiului de caz sunt următoarele:

- asigură apropierea elevilor de viața reală și de eventualele probleme cu care s-ar putea confrunta, deoarece situația-caz, aleasă de profesor, aparține domeniului de pregătire, iar elevii sunt antrenați în găsirea de soluții prin strategii specifice abordării realității profesiei;
- formează abilități de argumentare și contribuie la dezvoltarea capacităților psihice, de analiză critică, de elaboare de decizii și de soluționare promptă a situațiilor problematice, prin caracterul pronunțat aplicativ pe care îl presupune;
- dezvoltă inteligența interpersonală, spiritul de echipă, toleranța și ajutorul reciproc, specifice învățării prin cooperare, metoda aplicându-se grupelor de elevi;
- oferă oportunități pentru construirea punților dintre teorie și practică, deoarece presupune confruntarea activă cu un caz practic.

Limitele/dificultățile pe care le presupune aplicarea metodei studiului de caz sunt induse de:

- realizarea portofoliului de cazuri adecvate modulului/unităților de învățare, pentru că presupune un consum mare de timp pentru prelucrarea și experimentarea fiecărui caz;
- evaluarea participării fiecărui elev la soluționarea cazului, concomitent cu manifestarea fenomenului de complezență ori de lene, lăsând pe seama celorlalți responsabilitatea rezolvării cazului;
- eventuala precaritate a surselor de informare, necesare soluționării cazului;
- experiența redusă a unora dintre participanți, ceea ce poate crea dificultăți în soluționarea cazului, cu consecințe imediate asupra interesului și a gradului de implicare motivațională în activitate, a celor aflați în această situație.

Pentru tema „*Documentația tehnică pentru proiectele instalațiilor de conversie a surselor regenerabile de energie – instalații eoliene*” se prezintă, în continuare o activitate de învățare în care este aplicată metoda studiului de caz, precizând conținutul fiecăreia dintre etapele pe care le presupune această metodă. prin

Această activitate vizează următoarele abilități:

10.2.7. *Valorificarea surselor de informare și documentare, inclusiv a celor într-o limbă de circulație internațională, pentru implementarea soluțiilor de utilizare a surselor regenerabile de energie identificate*

10.2.13. *Întocmirea documentației pentru comanda componentelor unei instalații solare/eoliene, cu structura dată de normativele în vigoare*

Etapa 1. Prezentarea cadrului general în care s-a produs evenimentul și a cazului respectiv.

Un consumator (persoană fizică) de energie electrică dorește să valorifice resursa naturală eoliană locală și solicită specialistului întocmirea documentației necesare pentru achiziționarea echipamentelor necesare realizării instalației de utilizare a acestei resurse.

Beneficiarul nu dispune de fonduri pentru servicii de consultanță și, de aceea, nu posedă datele referitoare la potențialul eolian local. În plus, dorește să aibă o imagine suficient de exactă asupra efortului financiar pe care îl presupune demersul său.

Etapa 2. Sesizarea nuanțelor cazului, concomitent cu înțelegerea necesității rezolvării lui.

În lipsa caracteristicilor resursei energetice disponibile la locul amplasării consumatorului, trebuie efectuate măsurători și observații, trebuie obținute date statistice de la centrele meteorologice.

Pentru estimarea costului investiției (contravaloare echipamente, materiale, lucrări și taxe pentru avize și autorizații) trebuie întocmit cuprinsul documentației de execuție, astfel ca beneficiarul să poată estima ponderea costurilor cu echipamentele instalației, în totalul investiției.

Este indicată bibliografia necesară:

[1] Lucian, V. E., Surse alternative de energie. Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care folosesc resurse regenerabile. Editura MatrixRom, București, 2011

[2] Lucian, V. E., Surse alternative de energie. Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care folosesc resurse regenerabile. Editura Universitară, București, 2011

[3] *** Cataloage de producător pentru turbine eoliene

Întrebări suplimentare:

- Care sunt informațiile necesare determinării potențialului eolian local?
- Cum influențează aceste informații structura instalației și amplasarea acesteia?
- Cum pot fi obținute aceste informații?
- Care sunt sursele posibile și cele accesibile pentru obținerea informațiilor necesare evaluării potențialului eolian?
- Ce alte date suplimentare utile pot fi furnizate beneficiarului în legătură cu echipamentele instalației eoliene?
- În afara listei de echipamente, ce alte componente ale documentației economice pot oferi beneficiarului informații despre investiția necesară?

Etapa 3. Studiul individual al cazului propus.

Prin documentare, elevii identifică soluții/răspunsuri la sarcinile de lucru/întrebări.

Potențialul eolian local, necesar calculelor de proiectare și alegerii unor echipamente cât mai competitive în raport cu performanțele dorite de beneficiarul investiției, este descris de următorii parametri:

- altitudine [m]
- temperatura minimă/maximă/medie anuală [°C]
- precipitații minime/medii/maxime [mm]
- umiditate maximă [%]
- viteza maximă/medie a vântului [m/s]
- perioadele din an în care bate vântul [zile]
- intensitatea de bătaie a vântului (exprimată pe scara Beaufort) [m/s]
- frecvența rafalelor de vânt [nr. rafale pe unitatea de timp aleasă – oră, zi]
- intensitatea rafalelor de vânt [m/s]
- frecvența furtunilor [furtună produsă pe unitatea de timp aleasă – lună, an]
- intensitatea furtunilor (vijeliilor) [m/s]
- frecvența schimbării direcției de bătaie a vântului [schimbare pe unitatea de timp aleasă – zi, săptămână, lună]
- dependența intensității vântului de înălțime
- densitatea aerului în zona amplasării turbinei eoliene [kg/m^3]
- zona seismică [grad pe scara Richter]



- perioade de frig continuu sub -15°C [ore, zile]
- adâncimea de îngheț la sol [mm]

Utilitatea acestor informații:

- pentru determinarea numărului de zile din an (sau, echivalent, perioada din an), când beneficiarul poate avea energie electrică produsă de turbina eoliană;
- direcția vântului:
 - o dacă vântul bate preponderant pe o anumită direcție, instalația este mai simplă;
 - o dacă vântul își schimbă direcția de bătaie, atunci complexitatea instalației crește (se impune o instalație suplimentară de „urmărire” a direcției vântului pentru direcționarea planului elicei perpendicular pe direcția de bătaie a vântului);
- intensitatea maximă de bătaie a vântului determină dimensionarea părții de construcții și alegerea echipamentului aeromecanic;
- altitudinea la care s-a măsurat intensitatea maximă de bătaie a vântului determină înălțimea stâlpului pentru echipamentul aeroenergetic;
- locul/zona în care s-a măsurat intensitatea maximă a vântului determină amplasarea turbinei eoliene.

Aceste date pot fi obținute:

- prin măsurare, observare și înregistrare la fața locului;
- prin colectarea și prelucrarea datelor statistice de la Autoritatea Națională de Meteorologie (ANM).

Surse accesibile:

Având în vedere că:

- o măsurarea și observarea la fața locului trebuie efectuate pe o perioadă de timp destul de mare (optim, un an) deoarece, cu cât este mai mare, cu atât este mai bine, pentru că riscurile sunt mai mici;
- o măsurarea se efectuează cu ajutorul unor aparate înregistratoare speciale (anemometre, aparate care înregistrează direcția de bătaie a vântului etc.) instalate pe un stâlp de observații care se ridică pe amplasamentul ales;
- o determinările și înregistrările sunt apoi prelucrate pentru a fi utilizate ulterior;

rezultă că această sursă nu poate fi utilizată pentru rezolvarea operativă a problemei.

Rămâne ca informațiile necesare să fie obținute prin colectarea și prelucrarea datelor statistice de la Autoritatea Națională de Meteorologie (ANM), mai exact, de la 2-3 centre meteorologice, cele mai apropiate de zona studiată.

În funcție de potențialul eolian local și de puterea instalată la beneficiar, se aleg componentele instalației eoliene (turbina, generatorul, multiplicatorul de turație, sistemul redresor-invertor-baterie de acumulatori) din cataloagele de producător și se întocmește lista de echipamente.

Date utile suplimentare (obținute de la producător) cu implicații asupra costurilor:

- lista de piese de schimb și piese de rezervă;
- lista de piese apreciate de furnizor ca piese cu risc mare de defect și indicarea perioadei de defect pentru fiecare dintre aceste piese;
- instrucțiuni specifice de punere în funcțiune, funcționare și mentenanță.

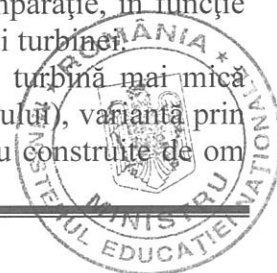
Alte componente ale documentației economice din care se pot obține informații despre investiția necesară:

- avize și autorizații ce trebuie obținute (taxa pentru fiecare);
- lista de lucrări pe categorii (lucrări de construcții, montaj mecanic, montaj electric);
- deviz estimativ pentru executarea întregii lucrări (materiale, manoperă).

Etapă 4. Dezbaterea în grup a modurilor de soluționare a cazului.

În această etapă se supun dezbaterii caracteristicile instalațiilor alese, prin comparație, în funcție de raportul cost/performance și situația concretă din zona de amplasare a turnului turbinei.

În context se analizează posibilitatea obținerii puterii electrice necesare cu o turbină mai mică (costuri mai mici), amplasată la o înălțime mai mare (cu costuri optime ale turnului), varianta prin care pot fi evitate și turbulențele generate de eventualele obstacole naturale sau construite de om (turbulențele determină scăderea potențialului eolian local).



Sau, dacă în vecinătate este o pădure, la stabilirea înălțimii turbinei trebuie luată în calcul creșterea naturală a înălțimii copacilor.

Sau, dacă în zonă există elemente de rugozitate ale terenului (clădiri, denivelări, arbori), se ține seama că potențialul eolian scade cu atât mai mult, cu cât rugozitatea terenului este mai mare.

Sau, dacă distanța dintre stâlpul turbinei (a cărui poziție corespunde criteriilor de optimizare prestabilite) și consumator este prea mare, vor crește pierderile pe cablul electric de legătură, etc.

Etapa 5. Formularea concluziilor optime pe baza luării unor decizii unanime.

În urma analizării variantelor identificate în funcție de criteriul/criteriile de optimizare prestabilite, se decide care este soluția ce va fi propusă beneficiarului și se formulează răspunsul la solicitările acestuia.

Etapa 6. Evaluarea modului de rezolvare a situației-caz și evaluarea grupului de elevi participanți. Pentru această etapă, profesorul, având o imagine cuprinzătoare asupra activității de învățare, asupra cunoștințelor necesare pentru soluționarea cazului și deci, și asupra soluțiilor posibile pe care le-au găsit elevii, apreciază obiectiv atât soluția acestora, cât și contribuția fiecăruia la formularea ei, pentru acest din urmă aspect folosind o listă de criterii ponderate (pe care a comunicat-o inițial și elevilor, asigurând transparența procesului evaluativ). Aceeași listă poate fi utilizată și pentru interevaluare sau autoevaluare, iar rezultatele se pot compara pentru aprecierea obiectivității evaluării.

• 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:

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

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modului 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.

Se recomandă utilizarea următoarelor **instrumente de evaluare continuă**:

- fișe de observație;
- fișe test;
- fișe de lucru;
- fișe de documentare;
- fișe de autoevaluare/ interevaluare;
- eseul;
- referatul științific;
- proiectul;
- activități practice;



- teste docimologice;
- lucrări de laborator/practice.

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

- proiectul,
- studiul de caz,
- portofoliul,
- testele sumative.

Se recomandă ca în parcurgerea modului să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

De exemplu, pentru rezultatele învățării:

10.1.2 „Instalații fotovoltaice/ eoliene (tipuri de aplicații fotovoltaice/eoliene (instalații autonome, instalații conectate la rețea); scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice/eoliene)” și abilitățile

10.2.4. „Decodificarea simbolurilor utilizate în schemele electrice ale instalațiilor fotovoltaice/eoliene”

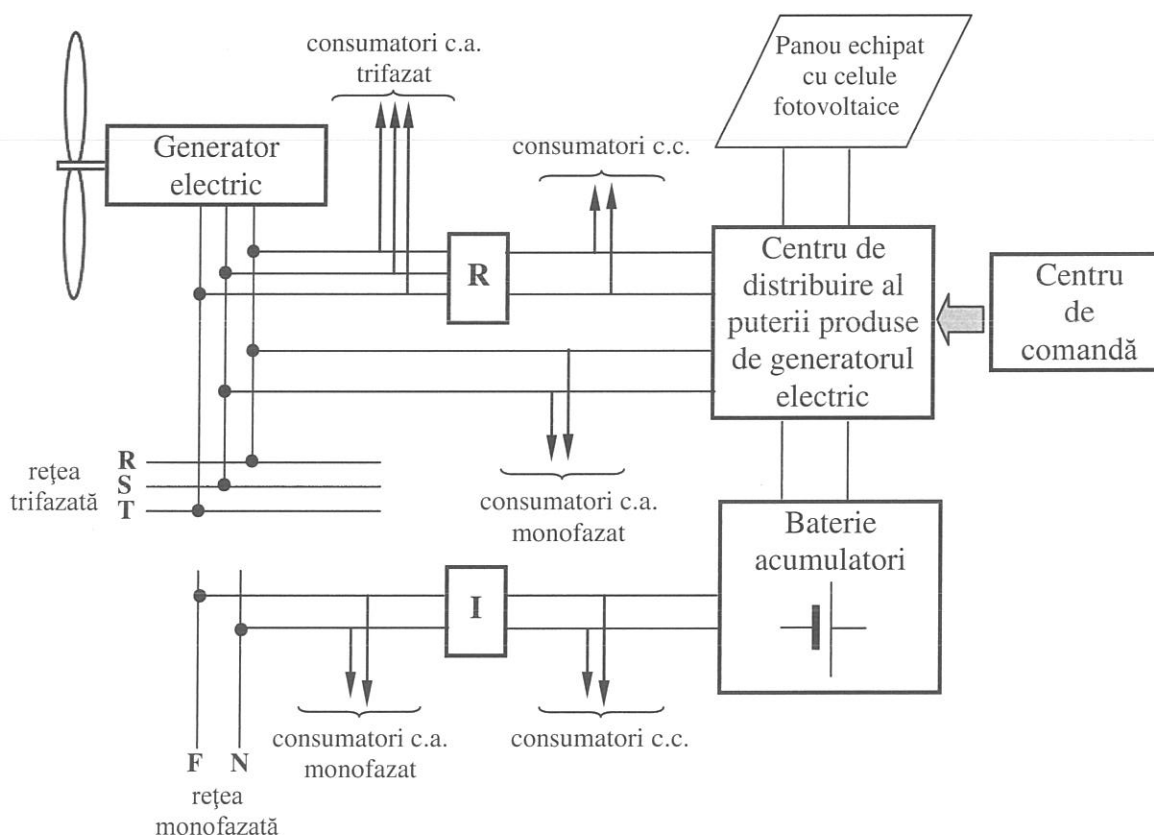
10.2.5. „Citirea/reprezentarea a schemelor diferitelor aplicații de instalații fotovoltaice/eoliene”
se prezintă următoarea fișă de evaluare:

FIȘĂ DE EVALUARE

Timp de lucru: 40 minute

Se acordă 10 puncte din oficiu.

În figura următoare este reprezentată schema de principiu a unei instalații care folosește ca surse primare, energia solară și energia eoliană, având posibilitatea alimentării rețelei publice de distribuție.



1. Precizați denumirea componentelor instalației notate cu R și I. (10 p)
2. Explicați rolul funcțional al centrului de comandă. (10p)
3. Enumerați setările care pot fi efectuate din centrul de comandă. (15p)
4. Justificați modul de conectare al rețelelor publice trifazată, respectiv monofazată, la instalația dată. (10p)
5. Reprezentați pe schema dată, locul unde trebuie montate aparatele pentru măsurarea cantității de energie livrate în rețeaua publică de distribuție, precizând denumirea fiecăruia. (20p)
6. Argumentați eficiența energetică mai mare în cazul livrării energiei în rețeaua trifazată. (25p)

Barem de corectare și notare

1. 10 puncte

redresor, inverter

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare răspuns corect.

2. 10 puncte

centrul de comandă permite setarea modului de funcționare al generatorului/turbinei, în funcție de tensiunea și frecvența cerute de tipurile de consumatori care trebuie alimentați.

Se acordă 10 puncte pentru răspuns complet și corect.

Se acordă 5 puncte pentru răspuns corect dar incomplet.

3. 15 puncte

oprirea turbinei

modul de încărcare al bateriei de acumulatori

egalizarea bateriei de acumulatori

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare setare indicată corect.

4. 10 puncte

pentru rețeaua trifazată, conexiunea pentru alimentarea rețelei publice de distribuție se face la bornele de ieșire din generatorul electric trifazat;

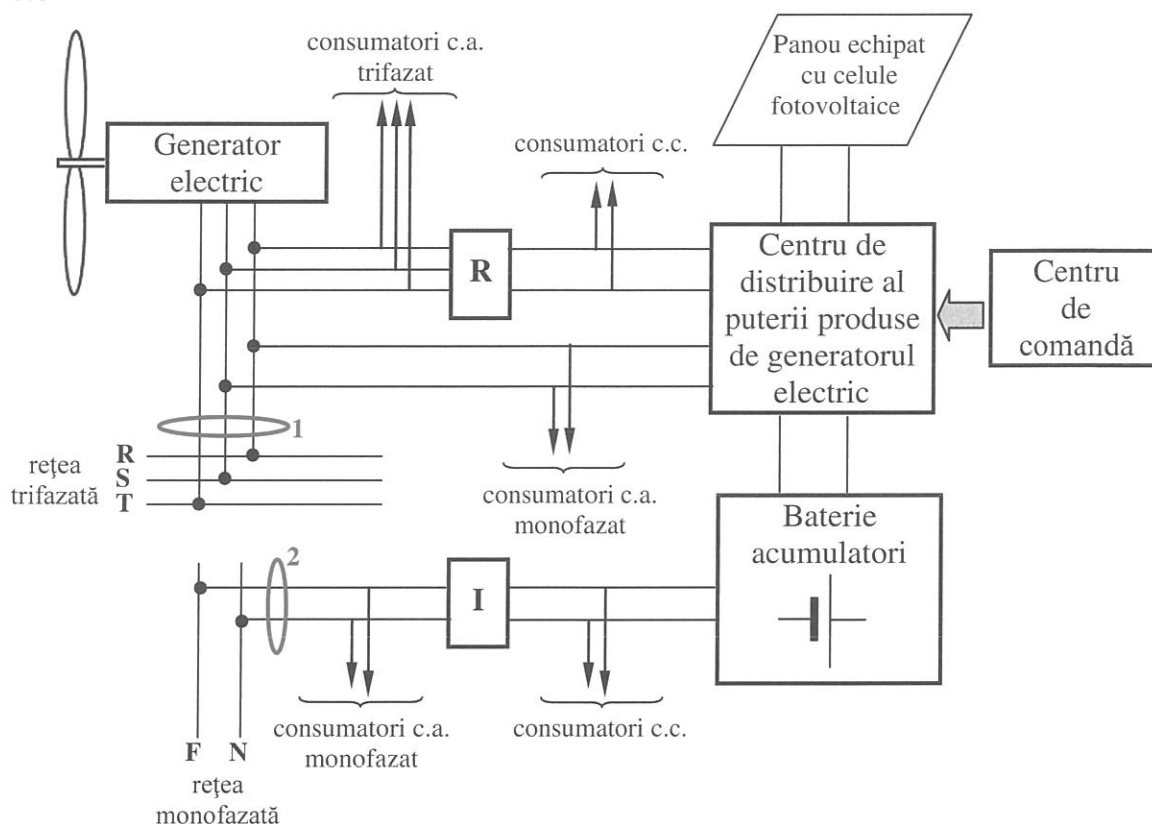
pentru rețeaua monofazată, conexiunea pentru alimentarea rețelei publice de distribuție se face la bornele de ieșire din inverter.

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare răspuns complet și corect.

Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect dar incomplet.



5. 20 puncte



1 – contor electric trifazat; 2 – contor electric monofazat

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare reprezentare corectă.

Se acordă câte 5 puncte pentru fiecare denumire indicată corect.

6. 25 puncte

În cazul livrării energiei în rețeaua trifazată, eficiența energetică este mai mare deoarece, între punctul de racord la rețeaua de distribuție și capacitatea de producere a energiei (generatorul eolian) nu există elemente de conversie sau de transformare a energiei dintr-o formă sau mărime în alta.

În cazul livrării energiei în rețeaua monofazată, între punctul de racord la rețeaua de distribuție și capacitatea de producere a energiei există un redresor și un invertor, care au randamente subunitare, contribuind la scăderea eficienței energetice.

Se acordă 25 puncte pentru răspuns complet și corect.

Se acordă 10 puncte pentru răspuns incomplet dar corect.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Lucian, V. E., Surse alternative de energie. Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care folosesc resurse regenerabile. Editura MatrixRom, București, 2011
- [2] Lucian, V. E., Surse alternative de energie. Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care folosesc resurse regenerabile. Editura Universitară, București, 2011
- [3] Lucian, V.E. Turbine eoliene. Manual de documentare, proiectare, dimensionare și montajul turbinelor eoliene, Editura Universitară, București, 2015
- [4] Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care folosesc resurse regenerabile. Editura Universitară, București, 2011
- [5] Cosma D.I., ș.a., Energii regenerabile. Editura Pax Aura Mundi, Galați, 2011

- [6] Cătuneanu, T.V., ș.a., Dezvoltarea durabilă prin utilizarea resurselor regenerabile de energie. Știință și inginerie, Editura AGIR, București, 2004
- [7] Bălan, M., Energii regenerabile, Editura UT PRES, Cluj-Napoca, 2007 (manual publicat cu suportul financiar al companiei Viessmann România, disponibil în format electronic la adresa http://www.regenerabile-viessmann.ro/ro/portrait/akademie/manual_energii_regenerabile.html)

Site-ografie

- [8] <http://www.ewea.org/> , The European Wind Energy Association
- [9] <http://www.awea.org/> , The American Wind Energy Association
- [10] <http://www.solarzone.ro/>, Habitat Energy. Energie solară și eoliană pentru o „casă verde”
- [11] <http://www.naturenergy.ro/dictionar-de-termeni> , NaturEnergy
- [12] Surse regenerabile de energie. Manual editat de către membrii consorțiului proiectului „Eficiența energetică și energiile regenerabile - Politici suport pentru energie la nivel local” (ENER-SUPPLY)”, desfășurat în cadrul Programului de Cooperare Transnațională din Sud-Estul Europei (SEE), cofinanțat de către Uniunea Europeană; disponibil în format electronic la adresa http://ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_ro.pdf
- [13] <http://ecoprofit.ro/category/100-energii-regenerabile/>, Platforma de informare și business ecologic. Energii regenerabile.
- [14] <http://www.em.ucv.ro/elee/ro/realisations/EnergiesRenouvelables/index.htm> , versiunea în limba română a site-ului e-LEE Association „Association for promotion of e-Learning tools for Electrical Engineering”
- [15] <http://www.electricalc.ro>

