

ORDIN nr. 6.062 din 30 august 2023

privind aprobarea **planurilor de învățământ** și a programelor școlare pentru cultura de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasele a IX-a, a X-a și a XI-a învățământ profesional, inclusiv dual, pentru calificarea profesională de nivel 3 a Cadrului național al calificărilor: Electrician sisteme fotovoltaice

EMITENT • **MINISTERUL EDUCAȚIEI**

Publicat în **MONITORUL OFICIAL nr. 997 din 2 noiembrie 2023**

Data intrării în vigoare 02-11-2023

Având în vedere:

- prevederile [art. 33 alin. \(2\)](#) și ale [art. 65 din Legea educației naționale nr. 1/2011](#), cu modificările și completările ulterioare;
- [Ordinul ministrului educației naționale nr. 3.152/2014](#) privind aprobarea planurilor-cadru de învățământ pentru învățământul profesional de stat cu durata de 3 ani, clasele a IX-a, a X-a și a XI-a, cu modificările ulterioare;
- [Ordinul ministrului educației nr. 3.756/2023](#) privind aprobarea [Standardului de pregătire profesională \(SPP\)](#) pentru calificarea profesională de nivel 3 al Cadrului național al calificărilor, electrician sisteme fotovoltaice;
- Referatul de aprobare VET nr. 1.327 din 11.08.2023 a Ordinului ministrului educației pentru aprobarea Planurilor de învățământ și a Programelor școlare pentru cultura de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasele a IX-a, a X-a și a XI-a învățământ profesional, inclusiv dual, pentru calificarea profesională de nivel 3 a Cadrului național al calificărilor: ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE, în temeiul prevederilor [art. 13 alin. \(3\) din Hotărârea Guvernului nr. 369/2021](#) privind organizarea și funcționarea Ministerului Educației, cu modificările și completările ulterioare, ministrul educației emite prezentul ordin.

Articolul 1

Se aprobă Planul de învățământ și Programa școlară pentru cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a IX-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice, prevăzute în [anexa nr. 1](#).

Articolul 2

Se aprobă Planul de învățământ și Programa școlară pentru cultura de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a X-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice, prevăzute în [anexa nr. 2](#).

Articolul 3

Se aprobă Planul de învățământ și Programa școlară pentru pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, pentru clasa a XI-a învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice, prevăzute în [anexa nr. 3](#).

Articolul 4

[Anexele nr. 1-3*](#) fac parte integrantă din prezentul ordin.

*) Anexele nr. 1-3 se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 997 bis, care se poate achiziționa de la Centrul pentru relații cu publicul din șos. Panduri nr. 1, bloc P33, parter, sectorul 5, București.

Articolul 5

Direcția generală învățământ preuniversitar, Direcția generală minorități și relația cu Parlamentul, Centrul Național de Dezvoltare a Învățământului Profesional și Tehnic, inspectoratele școlare județene/al municipiului București și unitățile de învățământ profesional și tehnic duc la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

Articolul 6

Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I.

p. Ministrul educației,

Gigel Paraschiv,

București, 30 august 2023.

Nr. 6.062.

Anexe nr. 1-3

ANEXE din 30 august 2023

privind aprobarea planurilor de învățământ și a programelor școlare pentru cultura de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasele a IX-a, a X-a și a XI-a învățământ profesional, inclusiv dual, pentru calificarea profesională de nivel 3 a Cadrului național al calificărilor: Electrician sisteme fotovoltaice

Notă

Aprobate prin [ORDINUL nr. 6.062 din 30 august 2023](#), publicat în Monitorul Oficial, Partea I, nr. 997 din 2 noiembrie 2023.

Anexa nr. 1

Planul de învățământ și Programa școlară
pentru cultură de specialitate și pregătirea practică săptămânală din aria
curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de
pregătire practică - curriculum în
dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a IX-a, învățământ profesional,
inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice

CURRICULUM

pentru
clasa a IX-a

ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Domeniul de educație și formare profesională a calificării conform ISCED
2013F

0713 ELECTRICITATE ȘI ENERGIE
2023

GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU TATIANA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul "Ștefan Odobleja" Craiova

CIȘMAN AMELIA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic "Dimitrie Leonida" Iași

DRUȚĂ IANA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic București

GHEORGHIU TATIANA GENOVEVA - ing., prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic "Sfântul Pantelimon"
București

MARINESCU PATRIȚA - ing., prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic "Spiru Haret" Târgoviște

PUNEI DANA ANIȘOARA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic de Electronică și Telecomunicații
"Gheorghe Mârzescu" Iași

RAFA MARIA ADRIANA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic "Edmond Nicolau" Cluj-Napoca

SĂCĂCIAN DORINA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic "Traian Vuia" Oradea

STĂNCULEANU LUCICA - dr. ing., prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic "Dimitrie Filipescu" Buzău

ȚUCANU DANIELA CORNELIA - ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic "Mircea Cristea" Brașov

COORDONARE CNDIPT:

CARMEN RĂILEANU - Inspector de specialitate curriculum

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE corespunzătoare
domeniului 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 - 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării - tehnice generale (URI)	Denumire modul
URÎ 1. Realizarea lucrărilor de tehnologie generală în electrotehnică	MODUL I. Tehnologii generale în electrotehnică
URÎ 2. Realizarea componentelor echipamentelor electrice	MODUL II. Componentele echipamentelor electrice
URÎ 3. Măsurarea mărimilor electrice în curent continuu	MODUL III. Măsurări electrice în curent continuu

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a IX-a
Învățământ profesional
Aria curriculară Tehnologii

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Cultură de specialitate și pregătire practică săptămânală

Modul I. Tehnologii generale în electrotehnică

Total ore/an: 102

din care:

Laborator tehnologic -

Instruire practică 34

Modul II. Componentele echipamentelor electrice

Total ore/an: 102

din care:

Laborator tehnologic -

Instruire practică 34

Modul III. Măsurări electrice în curent continuu

Total ore/an: 102

din care:

Laborator tehnologic 34

Instruire practică -

Total ore/an = 9 ore/săpt. x 34 săptămâni = 306 ore

Stagii de pregătire practică - Curriculum în dezvoltare locală

Modul IV.*

* 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.

Total ore/an: 150

Total ore/an = 5 zile x 6 ore/zi x 5 săptămâni = 150 ore

TOTAL GENERAL: 456 ore/an

Notă: În clasa a IX-a, stagiul de pregătire practică se desfășoară la operatorul economic/instituția publică parteneră. Condițiile în care stagiul de practică se desfășoară în unitatea de învățământ, sunt stabilite prin metodologia de organizare și funcționare a învățământului profesional.

MODUL I. TEHNOLOGII GENERALE ÎN ELECTROTEHNICĂ

● Notă introductivă

Modulul "Tehnologii generale în electrotehnică", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a IX-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 102 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 34 ore/an - instruire practică

Modulul "Tehnologii generale în electrotehnică" 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-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

● Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 1. REALIZAREA LUCRĂRILOR DE TEHNOLOGIE GENERALĂ ÎN ELECTROTEHNICĂ			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
	1.2.1.		Organizarea locului de muncă > Cerințe referitoare la organizarea ergonomică a locului de muncă: - poziția de lucru; - economia mișcărilor;

1.1.1.	1.2.2. 1.2.17.	1.3.1. 1.3.7.	- factorii de microclimat (ventilație, temperatură, iluminare, zgomot). > Documentație tehnică și tehnologică specifică locului de muncă: - fișa tehnologică; - planul de operații; - liste de materiale, cataloage.
1.1.2.	1.2.3. 1.2.4. 1.2.5. 1.2.17. 1.2.18.	1.3.1. 1.3.7.	Reprezentări grafice (schițe și desene la scară) pentru piese simple, repere/ subansambluri > Norme privind realizarea desenelor tehnice: - linii utilizate în desenul tehnic; - scrierea tehnică; - formate de desen industrial; - indicatorul desenelor tehnice; - reprezentarea proiecțiilor ortogonale în desenul tehnic; - reprezentarea vederilor și a secțiunilor (reguli de reprezentare și notare, reguli de hașurare și notare); - cotarea în desenul tehnic (elementele cotării, simboluri utilizate la cotare, reguli de execuție grafică a cotării); - scări de reprezentare utilizate în desenul tehnic. > Execuția schițelor (după model) și a desenelor tehnice la scară: - etapele alcătuirii unei schițe după model; - reguli de execuție a unei schițe după model; - etapele alcătuirii unui desen tehnic la scară; - exemple de schițe și desene ale unor piese simple, repere/subansambluri, din fișele tehnologice. Reprezentări grafice pentru schemele de instalații electrice: - simboluri și semne convenționale utilizate în schemele instalațiilor electrice; - exemple de reprezentări convenționale ale schemelor electrice: scheme de montaj, scheme de principiu.
1.1.3.	1.2.6. 1.2.7. 1.2.17. 1.2.18.	1.3.1. 1.3.2. 1.3.3. 1.3.7.	Mijloace de măsură și control a dimensiunilor geometrice ale pieselor, reperelor/ subansamblelor (operații de măsurare): - șublere; - micrometre; - comparatoare; - calibre; - șabloane; - rigle gradate; - echere; - raportoare. Soft educațional pentru simularea procesului de măsurare a dimensiunilor geometrice ale pieselor cu ajutorul șublerului și micrometrului
1.1.4. 1.1.7.	1.2.8. 1.2.9. 1.2.10. 1.2.11. 1.2.15. 1.2.16. 1.2.17. 1.2.18.	1.3.1. 1.3.2. 1.3.3. 1.3.4. 1.3.5. 1.3.6. 1.3.7. 1.3.9.	Lucrări de lăcătușerie generală (definire, SDV-uri/utilaje/mijloace de măsurare și control utilizate, proces tehnologic, norme SSM și PSI specifice): - operații tehnologice: îndreptarea, trasarea, îndoirea, debitarea, pilirea, polizarea, găurirea, ștanțarea, filetarea; - asamblări demontabile: cu filet, cu știfturi, cu pene, cu caneluri; - asamblări nedemontabile: lipire, nituire. Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor în cadrul lucrărilor de lăcătușerie generală
1.1.5. 1.1.7.	1.2.12. 1.2.13. 1.2.15. 1.2.16. 1.2.17. 1.2.18.	1.3.1. 1.3.2. 1.3.3. 1.3.4. 1.3.5. 1.3.6. 1.3.7. 1.3.9.	Lucrări pregătitoare ale proceselor tehnologice (definire, etape de execuție, SDV-uri necesare, norme SSM și PSI specifice): - curățare; - decapare; - dezizolare. Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor în cadrul lucrărilor pregătitoare
1.1.6.	1.2.14. 1.2.17.	1.3.8.	Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare: semnale sonore, vizuale, avertismente scrise, indicatoare, culori de securitate)

• 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):

- Semifabricate: table, platbande, bare, profile, țevi, sârme, conductoare, izolatoare
- SDV-uri și utilaje specifice lucrărilor de lăcătușerie: placă de îndreptat, nicovale, ciocane, masă de trasat, ac de trasat, punctator, compas, menghină, nicovală, foarfece și clești pentru tăiat, dălți, pile, pietre de polizor, polizoare, mașini de găurit, burghie, mașini de ștanțat, tarozi, filiere, ciocan de lipit, instalație de lipit, căpuitor, contracăpuitor, trăgător
- Organe de asamblare și materiale de lipit: șuruburi, piulițe, șaibe, pene, arcuri, știfturi, arbori și butuci canelați, nituri, aliaje de lipit
- Mijloace de măsură și control: șublere, micrometre, comparatoare, calibre, șabloane, rigle gradate, echere, raportoare

- SDV-uri și materiale specifice lucrărilor pregătitoare: perii de sârmă, hârtie abrazivă, clești pentru dezizolat, cuțite
- Mijloace și echipamente de stingere a incendiilor, avertizoare (acustice, vizuale, de fum etc)
- Documentație tehnică și tehnologică
- Echipament individual de securitatea muncii
- Sugestii metodologice

Conținuturile modului "Tehnologii generale în electrotehnică" trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

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

Modulul "Tehnologii generale în electrotehnică" are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus.

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

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

Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- 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, etc;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația /investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

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

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (casete video, cd/dvd-uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

Un exemplu de metodă didactică ce poate fi folosită în activitățile de învățare este metoda ciorchinelui.

Ciorchinele este o metodă care presupune identificarea unor conexiuni logice între idei. Poate fi folosită cu succes atât la începutul unei lecții pentru reactualizarea cunoștințelor predate anterior, cât și în cazul lecțiilor de sinteză, de recapitulare, de sistematizare a cunoștințelor. Ciorchinele este o tehnică de căutare a căilor de acces spre propriile cunoștințe evidențiind modul de a înțelege o anumită temă, un anumit conținut. Ciorchinele reprezintă o tehnică eficientă de predare și învățare care încurajează elevii să gândească liber și deschis.

Metoda ciorchinelui funcționează după următoarele etape:

1. Se scrie un cuvânt/temă (care urmează a fi cercetat) în mijlocul tablei, a unei pagini de caiet sau a unei hârtii de flipchart.

2. Elevii vor fi solicitați să-și noteze toate ideile, sintagmele sau cunoștințele pe care le au în minte în legătură cu tema respectivă, în jurul cuvântului din centru, trasând linii între acestea și cuvântul inițial. În timp ce le vin în minte idei noi și le notează prin cuvintele respective, elevii vor trasa/desena linii între toate ideile care par a fi conectate.

3. Activitatea se oprește când se epuizează toate ideile sau când s-a atins limita de timp acordată.

Există câteva reguli ce trebuie respectate în utilizarea tehnicii ciorchinului:

- scrieți tot ce vă trece prin minte referitor la tema/problema pusă în discuție;
- nu judecați/evaluați ideile produse, ci doar notați-le;
- nu vă opriți până nu epuizați toate ideile care vă vin în minte sau până nu expiră timpul alocat; dacă ideile refuză să vină insistați și zăboviți asupra temei până ce vor apărea unele idei;
- lăsați să apară cât mai multe și mai variate conexiuni între idei; nu limitați nici numărul ideilor, nici fluxul legăturilor dintre acestea.

Această tehnică este foarte flexibilă și poate fi utilizată atât individual cât și ca activitate de grup. Atunci când se aplică individual, tema discutată trebuie să fie familiară elevilor care nu mai pot culege informații de la colegi. În acest caz, utilizarea acestei tehnici poate reprezenta o pauză în brainstorming-ul de grup, dând posibilitatea elevilor să gândească în mod independent. Când este folosită în grup, elevii pot afla ideile altora și cunoștințele se îmbogățesc. Se poate folosi tehnica în faza de fixare-consolidare a cunoștințelor sub denumirea de "ciorchine revizuit", elevii fiind dirijați, cu ajutorul unor întrebări, în gruparea informațiilor în funcție de anumite criterii. Astfel se fixează și se structurează mai bine ideile, facilitându-se reținerea și înțelegerea lor. Adesea poate rezulta un "ciorchine cu mai mulți sateliți".

Folosirea aceste metode asigură condiții optime elevilor să se afirme atât individual cât și în echipă, să beneficieze de avantajele învățării individuale, cât și de cele ale învățării prin cooperare. Stimulează participarea activă a elevilor la propria lor formare și îi încurajează să gândească liber și deschis.

Exemplu: Se propune metoda ciorchinului pentru introducerea în tema "Asamblări prin lipire", ca mijloc de a stimula gândirea înainte de a studia mai temeinic acest subiect. Se scrie subiectul "generator de idei" și anume "Asamblări prin lipire". Elevii își exprimă ideile care le vin în minte în legătură cu subiectul respectiv.



"Ciorchinele" va fi completat de profesor, care va preciza alte informații privind tema anunțată.

● 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 au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

- 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 profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. Finală:

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/învățare, pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizați în standardul de pregătire profesională al calificării și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Sugerăm următoarele instrumente de evaluare continuă:

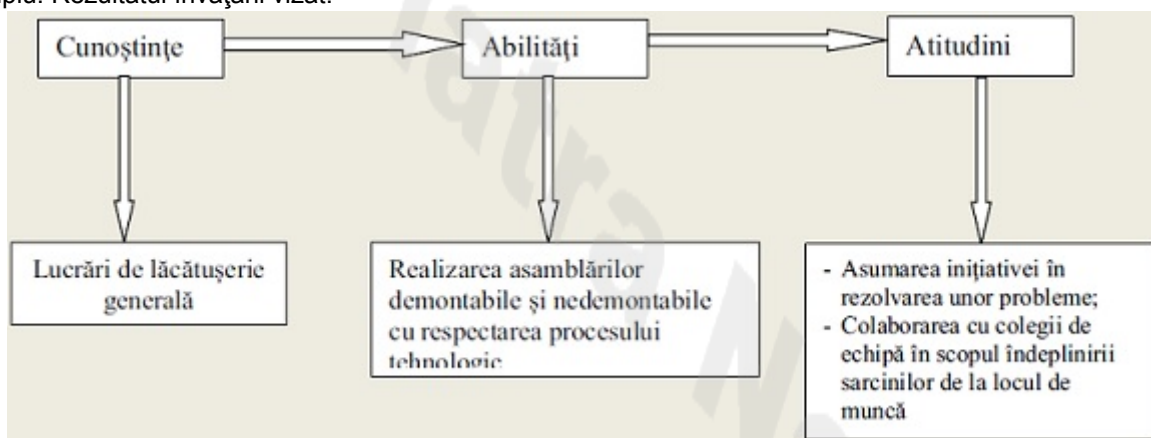
- fișe de observație;
- fișe test;
- fișe de lucru;
- fișe de documentare;
- fișe de autoevaluare/interevaluare;
- eseul;
- referatul științific;
- proiectul;
- activități practice;
- teste docimologice;
- lucrări de laborator/practice.

Propunem 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.

Exemplu: Rezultatul învățării vizat:



Pentru aceasta se propune următorul model de test de evaluare:

TEST DE EVALUARE

I. Pentru fiecare dintre enunțurile următoare, încercuți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect: 10 p

1. Aliajele pentru lipiri moi se realizează pe bază de:

- argint;
- cupru;
- staniu;
- wolfram.

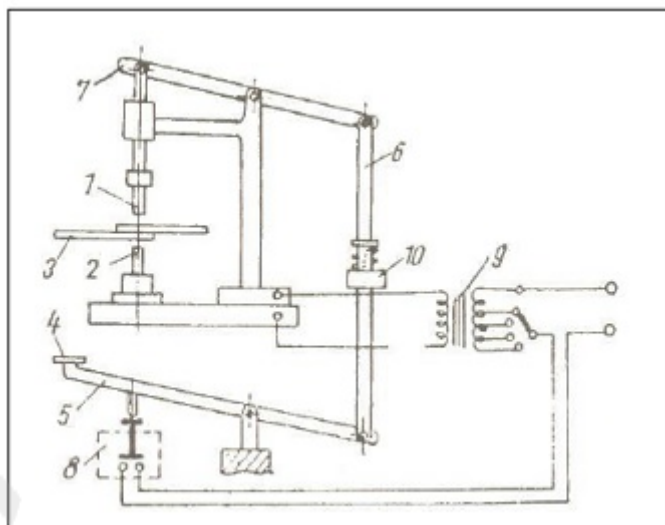
2. La lipirile tari temperatura de topire a aliajului de lipit este:

- 400° C;
- nu contează;
- peste 400° C;
- sub 400° C.

II. Completați spațiile libere din enunțurile de mai jos (care descriu proprietățile ciocanului de lipit realizat din cupru electrolitic și folosit pentru lipiri moi), astfel încât acestea să fie corecte: 15 p

- Pentru lipire după pregătirea pieselor prin curățare acestea se spală, se usucă și se acoperă cu...(1)... pentru îndepărtarea oxizilor.
- Lipitura tare se execută cu aliaje de...(2)... cu zinc.

- c) Metalul de adaos utilizat la lipire trebuie să aibă o temperatură de topire mai ... (3) ... decât metalul de bază.
 III. Se consideră instalația de lipit din imaginea de mai jos: 50 p



- a) Precizați denumirea instalației de lipit
 b) Denumiți elementele instalației notate cu cifre de 1 la 9.

IV. Dați două exemple de utilizare a asamblărilor prin lipire. Precizați tipul lor (lipiri moi sau lipiri tari) și justificați răspunsul. 15 p

Timp de lucru: 30 minute.

Se acordă din oficiu 10 puncte.

• Bibliografie

1. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/curriculum/153.html>
2. <http://www.didactic.ro/materiale-didactice/lipirea-metalelor>
3. Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
4. Hilohi S, Popescu M, Huhulescu M, Instalații și echipamente electrice, Manual pentru licee industriale, clasele a IX-a și a X-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994
5. Mareș F, Zaharciuc V, Stoian C, Manual pentru cultura de specialitate pentru Școala de Arte și Meserii, domeniul Electric, clasa a IX-a, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2004
6. Tănăsescu M., Gheorghe M., Desen Tehnic, Manual pentru clasa a IX-a profil tehnic, Editura Aramis, 2004

MODUL II. COMPONENTELE ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

• Notă introductivă

Modulul "Componentele echipamentelor electrice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a IX-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 102 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 34 ore/an - instruire practică

Modulul "Materiale electrotehnice" 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-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 2. COMPONENTELE ECHIPAMENTELOR ELECTRICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
2.1.1.	2.2.1. 2.2.14. 2.2.15.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4.	Clasificarea și caracteristicile generale ale materialelor electrotehnice > Clasificarea materialelor din punct de vedere electric (după rezistivitatea electrică a materialelor) > Caracteristici generale ale materialelor utilizate în domeniul electric: - proprietăți fizice generale, termice și electrice; - proprietăți chimice; - proprietăți mecanice.
			Materiale utilizate la realizarea componentelor echipamentelor electrice

2.1.2. 2.1.4.	2.2.2. 2.2.3. 2.2.10. 2.2.14. 2.2.15.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4.	> Materiale conductoare – metale și aliaje metalice (proprietăți fizice, chimice, mecanice și tehnologice specifice și utilizări): - materiale de înaltă conductivitate electrică: cuprul și aliajele sale, aluminiul și aliajele sale, materialele prețioase, fierul și nichelul; - metale cu temperatură înaltă de topire: wolfram, molibden, tantal; - metale cu temperatură joasă de topire: staniu, plumb și zinc; - materiale conductoare de înaltă rezistivitate electrică: aliaje pentru rezistoare etalon și de precizie, pentru rezistoare și pentru elemente de încălzire electrică. > Materiale electroizolante (proprietăți fizice, chimice, mecanice și tehnologice specifice și utilizări): gaze, lichide, solide - organice și anorganice > Materiale semiconductoare (proprietăți specifice și utilizări): germaniul, siliciul, compuși semiconductori > Materiale (fero)magnetice (proprietăți specifice și utilizări): - magnetice moi: fierul tehnic pur, fonte și oțeluri, aliaje fier-siliciu, alsifer, permalloy, ferite moi, aliaje termocompensatoare; - magnetice dure: oțeluri cu carbon, oțeluri aliate, aliaje alni și alnico, ferite dure, compuși cu pământuri rare. Surse de informare și documentare pentru materiale electrotehnice
2.1.3. 2.1.4.	2.2.4. 2.2.5. 2.2.6. 2.2.7. 2.2.8. 2.2.9. 2.2.11. 2.2.14. 2.2.15.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4.	Componentele echipamentelor electrice > Componente electrice și electronice: rezistoare, bobine, condensatoare, diode, tranzistoare (clasificare, parametri nominali, simbolizare și marcare, tipuri constructive, materiale folosite la fabricare, domenii de utilizare) > Conductoare și cabluri electrice (clasificare și simbolizare, materiale folosite, domenii de utilizare); > Contacte electrice, izolatoare și piese izolante, termobimetale, miezuri magnetice, electromagneți, mecanisme de acționare, camere de stingere, elemente arcuitoare (clasificare, tipuri constructive, materiale folosite, domenii de utilizare). Surse de informare și documentare pentru componentele echipamentelor electrice
2.1.5.	2.2.12. 2.2.13.	2.3.5.	Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor

● Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

- Seturi/mostre de materiale conductoare, semiconductoare, magnetice, electroizolante
- Componente electrice și electronice: rezistoare, bobine, condensatoare, diode, tranzistoare
- Semifabricate: conductoare și cabluri electrice, contacte electrice, izolatoare și piese electroizolante, miezuri magnetice, electromagneți, mecanisme de acționare, elemente arcuitoare
- Calculatoare conectate la Internet

● Sugestii metodologice

Conținuturile modului "Componentele echipamentelor electrice" trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

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

Modulul "Componentele echipamentelor electrice" are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la 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/competențelor de specialitate.

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

Acestea vizează următoarele aspecte:

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

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

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;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- 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 este metoda R.A.I.

Metoda RAI are la bază stimularea și dezvoltarea capacităților de a comunica, prin întrebări și răspunsuri, ceea ce tocmai au învățat elevii; "ceea ce tocmai au învățat" elevii desemnează rezultatul unei activități de predare de către profesor, de documentare a elevilor, de sistematizare a unor cunoștințe anterioare, de integrare a noilor informații în sistemul propriu de cunoștințe. Activitatea permite fixarea cunoștințelor, clarificarea noțiunilor, verificarea corectitudinii propriilor percepții și stimulează competiția dintre elevi.

Denumirea provine de la inițialele cuvintelor Răspunde - Aruncă - Interoghează și se desfășoară astfel: la sfârșitul unei secvențe de instruire, profesorul împreună cu elevii, investighează rezultatele obținute în urma predării-învățării, printr-un joc de aruncare a unei mingii mici și ușoare de la un elev la altul. Cel care aruncă mingea trebuie să pună o întrebare din lecția predată, celui care o prinde. Cel care prinde mingea, răspunde la întrebare și apoi, o aruncă mai departe altui coleg, punând o nouă întrebare.

Evident, cel ce întreabă trebuie să cunoască și răspunsul întrebării adresate. Cel care nu cunoaște răspunsul iese din joc, iar cel care a pus întrebarea, va da și răspunsul: astfel are ocazia de a mai arunca odată mingea, și deci, de a mai pune o întrebare. Dacă cel care interoghează nu știe răspunsul la propria întrebare este scos din joc, în favoarea celui căruia i-a adresat întrebarea. Treptat în grup rămân cei mai bine pregătiți. Metoda stimulează spiritul de competiție între elevi și poate fi abordată sub forma unui concurs "Cine știe mai multe despre ...?"

Exemple de întrebări:

- Ce știi despre ... ?
- Care sunt ideile principale ale ... ?
- Despre ce ai învățat astăzi ... ?
- Care este importanța faptului că ... ?
- Cum explici faptul că ... ?
- Cum justifici faptul că ... ?
- Cum consideri că ar fi mai avantajos să ... sau să ... ?
- Ce ți s-a părut mai dificil în ... ?
- Ce ți s-a părut mai interesant în ... ?

Metoda constituie o strategie de învățare care îmbină cooperarea cu competiția: realizează un feed-back activ, într-un mod plăcut, energizant și mai puțin stresant decât metodele clasice de evaluare. Exersează abilitățile de comunicare interpersonală, capacitatea de a formula întrebări clare și de a găsi răspunsuri potrivite. S-a dovedit practic faptul că este mult mai dificil să pui întrebări decât să răspunzi la acestea: pentru a formula întrebări trebuie să cunoști bine problema studiată. Antrenați în acest joc, chiar și elevii mai timizi se simt încurajați, comunică mai ușor și participă cu plăcere la o activitate care, altfel, îi stresează.

AVANTAJELE METODEI:

- caracterul formativ și creativ;
- stimularea motivației;
- cultivarea interesului pentru activitatea intelectuală;
- realizarea legăturilor intra-, inter- și transdisciplinare;
- completarea eventualelor lacune în cunoștințele elevilor;
- realizarea unui feed-back rapid, într-un mod plăcut, energizant și mai puțin stresant;
- exersarea abilităților de comunicare interpersonală.

DEZAVANTAJELE METODEI:

- timpul necesar din partea profesorului pentru pregătirea materialului preliminar;
- timpul necesar activității elevilor;
- elevii sunt tentați să-i scoată din "joc" pe unii colegi sau să se răzbune pe alții, formulând întrebări prea dificile pentru ei, cu riscul de a ieși ei înșiși din joc, dacă nu știu răspunsul;
- se produce dezordine în clasă;
- tensiunea (nu știi ce întrebări ți se vor pune și dacă ți se aruncă mingea).

Pentru tema "Conductoare și cabluri electrice" se prezintă o listă de întrebări pentru aplicarea metodei R.A.I..

Î: Ce categorii de materiale se folosesc pentru realizarea conductoarelor și cablurilor electrice?

R: Materiale conductoare, materiale electroizolante, materiale de impregnare, materiale de protecție.

Î: Poți enumera trei materiale conductoare folosite pentru cabluri electrice?

R: Cupru, aluminiu, alame, bronzuri, oțel.

Î: De ce trebuie ca materialele electroizolante folosite la cabluri să aibă rezistență mare la îmbătrânire?

R: Pentru ca proprietățile lor, și deci și ale cablurilor, să nu se modifice în timp.

Î: Câte litere se folosesc pentru simbolizarea domeniului de utilizare al cablurilor?

R: Una sau două; prima literă este majusculă.

Î: De unde începe simbolizarea învelișurilor unui cablu, de la conductor sau de la exterior?

R: De la conductor spre exterior.

Î: Ce materiale se folosesc pentru a preveni deteriorarea izolației de cauciuc prin solicitări mecanice?

R: Țesături din bumbac, din fire de oțel, mătase sau fire sintetice aplicate pe izolație.

Î: Ce literă simbolizează materialul conductor din aluminiu?

R: A

Î: De ce trebuie să aibă greutate specifică mică materialul conductor din structura cablurilor?

R: Pentru a obține mașini și aparate electrice ușoare.

Î: Pentru ce material electroizolant se folosește simbolul 2Y?

R: Pentru polietilenă.

• 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 au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

- 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 permită desfășurarea acesteia într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

b. Finală:

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/învățare, pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizați în standardul de pregătire profesională al calificării și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Propunem următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Propunem următoarele instrumente de evaluare finală:

- proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;

– testele sumative, care 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 evaluare de tip formativ și la final de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

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

R.Î. 2.1.3. Componentele echipamentelor electrice - Conductoare și cabluri electrice (clasificare și simbolizare, materiale folosite, domenii de utilizare)

R.Î. 2.2.7. Identificarea tipurilor constructive de componente utilizate la realizarea echipamentelor electrice

R.Î. 2.2.8. Identificarea materialelor utilizate la realizarea componentelor echipamentelor electrice

R.Î. 2.2.9. Asocierea componentelor echipamentelor electrice cu domeniul de utilizare corespunzător

R.Î. 2.2.14. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă.

R.Î. 2.2.15. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților desfășurate

R.Î. 2.3.4. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Testul de evaluare are în vedere conținuturile corespunzătoare temei "Conductoare și cabluri electrice".

TEST DE EVALUARE

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

1. Domeniul de utilizare a conductoarelor și cablurilor electrice determină tipul și gama de și frecvențe de utilizare.

2. Conductoarele care au secțiunea formată din mai multe fire sau împletite se numesc

3. Învelișul de care asigură și se numește manta.

4. Materialele de protecție împotriva acțiunii mediului folosite în construcția conductoarelor și cablurilor electrice pot fi sau

5. Litera I utilizată în simbolizarea conductoarelor și cablurilor electrice poate avea semnificația de sau

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

1. Cordonul este alcătuit din:

- a) unul sau mai multe conductoare izolate;
- b) două sau mai multe conductoare izolate;
- c) unul sau mai multe conductoare neizolate;
- d) două sau mai multe conductoare neizolate.

2. Grupul de litere A I utilizat în simbolizarea conductoarelor și cablurilor electrice are semnificația:

- a) conductor de aluminiu;
- b) conductor de alamă;
- c) armătură de sârmă lată de oțel;
- d) armătură din sârmă lată de oțel zincat.

3. Materialele electroizolante folosite în construcția conductoarelor și cablurilor electrice trebuie să aibă:

- a) tensiune de străpungere cât mai mare, pentru ca grosimea izolației să fie cât mai mare;
- b) tensiune de străpungere cât mai mare, pentru ca grosimea izolației să fie cât mai mică;
- c) tensiune de străpungere cât mai mică, pentru ca grosimea izolației să fie cât mai mare;
- d) tensiune de străpungere cât mai mică, pentru ca grosimea izolației să fie cât mai mică.

4. Față de cupru, aluminiul are:

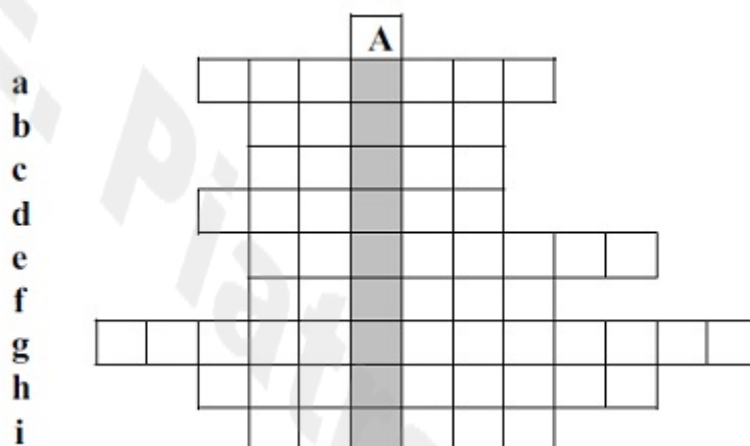
- a) rezistivitate electrică mai mică și rezistență mecanică mai mică;
- b) rezistivitate electrică mai mică și rezistență mecanică mai mare;
- c) rezistivitate electrică mai mare și rezistență mecanică mai mică;
- d) rezistivitate electrică mai mare și rezistență mecanică mai mare.

5. Față de aluminiu, cuprul are:

- a) rezistență la coroziune mai mare și greutate specifică mai mare;
- b) rezistență la coroziune mai mică și greutate specifică mai mică;
- c) rezistență la coroziune mai mică și greutate specifică mai mare;
- d) rezistență la coroziune mai mare și greutate specifică mai mică.

C. Notați în dreptul fiecărui enunț, litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals (10 puncte):

1. În construcția conductoarelor și cablurilor electrice, aluminiul se poate utiliza atât ca material conductor, cât și ca material de protecție.
 2. Simbolizarea conductoarelor și cablurilor electrice se efectuează cu litere sau grupe de litere care descriu, de la exterior spre conductor, învelișurile conductorului sau cablului respectiv.
 3. Materialele electroizolante utilizate în construcția conductoarelor și cablurilor electrice trebuie să aibă rezistența la îmbătrânire mare pentru a garanta siguranța în exploatarea conductoarelor.
 4. Oțelul, bronzul și alama se folosesc în construcția conductoarelor și cablurilor electrice pentru că au rezistența mecanică mare.
 5. Cablurile pentru instalații electrice fixe se simbolizează cu litera f.
- D.** Reformulați propozițiile false identificate la punctul C astfel încât acestea să fie adevărate (10 puncte).
- E.** Răspundeți la următoarele cerințe (20 puncte):
1. Numiți trei domenii de activitate în care se utilizează conductoarele și cablurile electrice.
 2. Enumerați tipurile constructive de conductoare electrice.
 3. Ce materiale metalice se utilizează ca materiale de protecție împotriva deteriorării cablurilor?
 4. Cum se simbolizează un conductor de aluminiu, pentru instalații fixe, cu izolație din polietilenă?
 5. Care este materialul de impregnare cel mai utilizat în construcția conductoarelor și cablurilor electrice?
- F.** Rezolvați aritmo-griful următor: (10 puncte)



• Bibliografie

1. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/curriculum/153.html>
2. <https://sites.google.com/site/profesorininer/proiecte/mariale-personale/materialeelectrotehnice>
3. Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
4. Fetița I, Fetița A, Materiale electrotehnice și electronice, Manual pentru clasa a IX-a, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1997
5. Hilohi S, Popescu M, Instalații și echipamente electrice, Tehnologia meseriei, Manual pentru licee industriale, clasele a IX-a și a X-a, Editura Didactică și Pedagogică București, 1995
6. Husu A.G., Olariu M.I., Olariu N., Materiale Electrotehnice - Curs, Editura Bibliotheca, București, 2010
7. Mareș F, Zaharciuc V, Stoian C, Manual pentru cultura de specialitate pentru Școala de Arte și Meserii, domeniul Electric, clasa a IX-a, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2004
8. Notinger P.V., Dumitran L.M., Materiale Electrotehnice - Curs, Editura Matrixrom, București, 2015

MODUL III. MĂSURĂRI ELECTRICE ÎN CURENT CONTINUU

• Notă introductivă

Modulul "Măsurări electrice în curent continuu", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a IX-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 102 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 34 ore/an - laborator tehnologic

Modulul "Măsurări electrice în curent continuu" 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-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 3. MĂSURAREA MĂRIMILOR ELECTRICE ÎN CURENT CONTINUU

Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			Conținuturile învățării
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
3.1.1.	3.2.1. 3.2.2. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.6.	Mărimi electrice din circuitele de c.c. (definire, unități de măsură, multipli și submultipli, transformări ale unităților de măsură): - intensitatea curentului electric; - tensiunea electrică; - rezistența electrică; - puterea electrică; - energia electrică.
3.1.2.	3.2.3. 3.2.4. 3.2.25.	3.3.6.	Elemente de circuit electric (definire, simbol general, mărime caracteristică): - rezistoare; - condensatoare; - bobine; - surse electrice.
3.1.3.	3.2.5. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.6.	Legi și teoreme pentru determinarea mărimilor electrice din circuitele de c.c. (enunț, relații matematice): - Legea lui Ohm - Legea lui Joule-Lentz - Teoremele lui Kirchhoff
3.1.4.	3.2.6. 3.2.7. 3.2.8. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.6.	Circuite electrice simple de curent continuu - circuite cu rezistoare/condensatoare asociate serie, paralel și mixt (schema electrică, relații de calcul pentru rezistența/ capacitatea echivalentă); - divizoare de tensiune și curent (schema electrică, relații de calcul pentru tensiuni/ curenți).
3.1.5.	3.2.9. 3.2.10. 3.2.11. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.6.	Procesul de măsurare și componentele sale > Componentele procesului de măsurare: - măsurând; - mijloace de măsurare; - metode de măsurare. > Erori de măsurare: - tipuri de erori; - cauzele apariției erorilor de măsurare; - relații matematice de determinare.
3.1.6.	3.2.12. 3.2.13. 3.2.14. 3.2.15. 3.2.16. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.6.	Aparate analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice (ampermetre, voltmetre, ohmmetre/megohmmetre, wattmetre, multimetre): - elementele panoului frontal al aparatelor; - marcarea aparatelor de măsurat analogice; - domenii de măsurare ale aparatelor; - constanta aparatelor analogice. Soft-uri educaționale pentru studiul aparatelor analogice și digitale de măsură
3.1.7.	3.2.17. 3.2.18. 3.2.19. 3.2.20. 3.2.21. 3.2.22. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.3. 3.3.4. 3.3.5. 3.3.6.	Măsurarea mărimilor electrice în circuitele de c.c. (scheme de montaj, reglaje pregătitoare ale aparatelor, citirea indicațiilor, prelucrare și interpretare rezultate): > Măsurarea intensității curentului electric continuu cu ampermetrul și multimetrul > Măsurarea tensiunii electrice în c.c. cu voltmetrul și multimetrul > Măsurarea rezistenței electrice cu montajul voltampermetric, cu ohmmetrul/ multimetrul și cu puntea Wheatstone > Măsurarea puterii electrice în c.c. cu montajul voltampermetric și cu wattmetrul Norme SSM și PSI specifice măsurării mărimilor electrice Soft-uri educaționale pentru simularea măsurării mărimilor electrice în circuitele de c.c.
3.1.8.	3.2.23. 3.2.24. 3.2.25. 3.2.26.	3.3.1. 3.3.2. 3.3.6.	Extinderea domeniului de măsurare al aparatelor analogice în circuitele de c.c. (scheme de montaj, relații matematice): - extinderea domeniului de măsurare la ampermetre cu ajutorul șuntului; - extinderea domeniului de măsurare la voltmetre cu ajutorul rezistenței adiționale.

• 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 de măsurat analogice și digitale: ampermetre, voltmetre, ohmmetre, punți Wheatstone, wattmetre, multimetre
- Șunt, rezistență adițională
- Surse de c.c., rezistoare, bobine, condensatoare, conductoare de legătură
- Soft educațional
- Echipament individual de securitatea muncii
- Sugestii metodologice

Conținuturile modulului "Măsurări electrice în curent continuu" trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

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

Modulul "Măsurări electrice în curent continuu" are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la 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/competențelor de specialitate.

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

Aceste activități de învățare vizează:

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

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

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (casete video, cd/dvd - uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

Ca metodă didactică interactivă utilizată în activitățile de învățare se exemplifică cu metoda "Turul galeriei".

Turul galeriei este o metodă ce poate fi utilizată în recapitularea cât și în consolidarea cunoștințelor. Utilizarea metodei are în vedere:

Problema

- Cum se pot utiliza la maximum spațiile de expunere din sala de curs/laborator și cum se pot obține materiale care merită expuse?

Provocarea:

- Organizarea spațiilor de expunere în sala de curs care să susțină procesul de învățare al tuturor elevilor și să le răsplătească succesele.

Ce se poate face?

- Crearea unor afișe care să fie reprezentative pentru diferite teme din curriculum
- Expunerea lucrărilor elevilor care sunt reprezentative
- Schimbarea frecventă a lucrărilor expuse

Turul galeriei presupune parcurgerea unor anumiți pași:

1. brainstorming individual;
2. interviu de grup;

3. producerea planșelor,
4. susținerea produselor de către un raportor;
5. afișarea produselor;
6. efectuarea turului galeriei;
7. dezbateră

Pentru a realiza galeria și apoi turul acesteia se procedează astfel:

- se grupează elevii în 3-5 grupe, numerotate corespunzător;
- fiecare grup primește o fișă de lucru care conține tema de rezolvat și o foaie A2/A3 pe care vor rezolva sarcinile de lucru;
- elevii sunt lăsați să lucreze 20-35 de min., reamintindu-le să scrie numărul grupului și să semneze;
- un secretar, ales de elevii grupei, notează rezultatele brainstormingului pe o coală de hârtie (de preferat cât mai mare), folosind markere de diferite culori;
- șeful/raportorul grupei susține produsul realizat în fața celorlalte grupe;
- posterele/afișele sunt apoi expuse în diferite locuri din clasă, accesibile elevilor și la anumite distanțe, în ordinea crescătoare a numărului grupei, realizând o galerie;
- după expunerea produselor obținute, fiecare grup examinează cu atenție produsele celorlalte grupe. La început, grupul 1 va fi în fața afișului grupei cu numărul 2, grupa 2 în fața afișului grupei cu numărul 3, ș.a.m.d.;
- grupele se rotesc de la un produs la altul, se discută și, eventual, se notează comentariile, neclaritățile, întrebările care vor fi adresate celorlalte grupe.

După turul galeriei, fiecare grup răspunde la întrebările celorlalți și clarifică unele aspecte solicitate de colegi, apoi își reexaminează propriile produse prin comparație cu celelalte. În acest mod, prin feed-back-ul oferit de colegi, are loc învățarea și consolidarea unor cunoștințe, se valorizează produsul activității în grup și se descoperă soluții alternative la aceeași problemă sau la același tip de sarcină.

Exemple de teme care pot fi realizate utilizând "Turul galeriei":

- mărimi electrice din circuitele de c.c.;
- măsurarea rezistenței electrice;
- măsurarea puterii electrice;

Se consideră că nivelul de pregătire este realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.

● 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 au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

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

b. Finală:

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare, și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizați în standardul de pregătire profesională al calificării și atitudinilor.

Sugerăm următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Propunem următoarele instrumente de evaluare finală:

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

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

Se propune următorul test de evaluare ce vizează verificarea nivelului de însușire a următoarelor rezultate ale învățării:

R.Î. 3.1.6. Aparate analogice și digitale pentru măsurarea mărimilor electrice (simboluri folosite pentru marcarea aparatelor analogice, domenii de măsurare, constanta aparatelor analogice, panoul frontal al aparatelor, soft educațional)

R.Î. 3.2.12. Decodificarea simbolurilor folosite pentru marcarea aparatelor analogice de măsurat R.Î. 3.2.13. Selectarea aparatelor de măsurat, în funcție de mărimea electrică de măsurat și domeniul de variație al acesteia

R.Î. 3.2.14. Determinarea constantei aparatelor analogice

R.Î. 3.2.15. Identificarea elementelor panoului frontal al aparatelor analogice/ digitale R.Î. 3.2.25. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

R.Î. 3.2.26. Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate

R.Î. 3.3.6. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

TEST DE EVALUARE

- Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 50 minute.

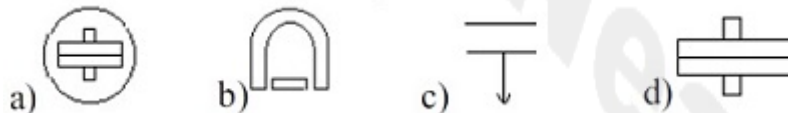
SUBIECTUL I - 30 puncte

I.1. Pentru fiecare dintre enunțurile următoare, scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect: 10p

1. Aparatul ce poate fi utilizat pentru măsurarea unui curent de 0.18 A dintr-un circuit alimentat de la o sursă de tensiune continuă este:

- a) un ampermetru de c.c. cu domeniul de măsurare 0.1 A;
- b) un voltmetru de c.c. cu domeniul de măsurare 0.2 kV;
- c) un ampermetru de c.a. cu domeniul de măsurare 0.5 A;
- d) un ampermetru de c.c. cu domeniul de măsurare 0.2 A.

2. Simbolul de marcare al aparatelor magnetoelectrice este:



I.2. În coloana A sunt enumerate aparate electrice de măsurat, iar în coloana B, mărimi electrice. Scrieți pe foaia de răspuns asocierile corecte dintre fiecare cifră din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B.

20p

A. Aparate electrice de măsurat	B. Mărimi electrice
1. ampermetru	a. tensiunea electrică
2. voltmetru	b. energia electrică
3. ohmmetru	c. rezistența electrică
4. wattmetru	d. intensitatea curentului electric
	e. puterea electrică

SUBIECTUL II - 40 puncte

În figura 1 este prezentat cadranul unui aparat analogic, iar în figura 2 panoul frontal al unui multimetru digital.

- a) precizați semnificația simbolurilor de pe cadranul aparatului analogic din fig.1; 20p
- b) identificați elementele numerotate cu cifrele 1-2-3-5-6-7 de pe panoul frontal al multimetrului digital din fig. 2; 12p
- c) precizați pe ce domenii trebuie poziționat comutatorul de funcții-4 din fig.2, dacă se dorește măsurarea unor rezistențe cu valori de ordinul sutelor de kilohmi. 8p

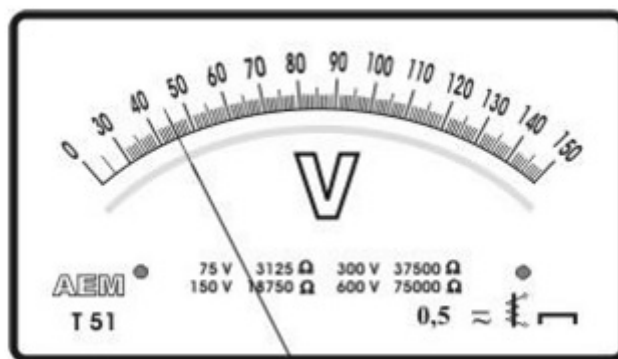


Fig. 1

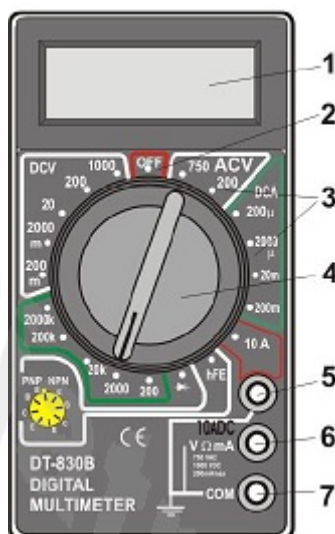


Fig. 2

SUBIECTUL III - 20 puncte

Pentru un wattmetru se dau următoarele date:

- 1) $U_{N1} = 150 \text{ V}$, $I_{N1} = 5 \text{ A}$ și $N_1 = 150$ diviziuni;
- 2) $U_{N2} = 300 \text{ V}$, $I_{N2} = 2,5 \text{ A}$ și $N_2 = 75$ diviziuni.

Calculați constanta wattmetrului, în ambele situații.

OBS. Testul de evaluare cuprinde punctaje alocate fiecărui subiect. Rămâne la latitudinea profesorului modul în care realizează baremul detaliat.

• Bibliografie

1. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/curriculum/153.html>
2. Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
3. Isac E., Măsurări electrice și electronice, Manual pentru clasele a X-a, a XI-a, a XII-a, Editura Didactică și Pedagogică, 1999, București
4. Mareș F., ș.a., Domeniul electric, clasa a X-a, Electrotehnică și măsurări electrice, Editura ART GRUP EDITORIAL, București, 2006
5. Mareș F., Cosma D.I., Măsurări electrice, Manual pentru clasa a IX-a, Editura CD Press, București, 2010
6. Tănăsescu M., Gheorghiu T., Ghețu C., Măsurări tehnice, Manual pentru clasa a X-a, Ed. Aramis, 2005, București

Anexa nr. 2

Planul de învățământ și Programa școlară pentru cultură de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică - curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a X-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice

CURRICULUM
pentru
clasa a X-a
ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC
Domeniul de educație și formare
profesională a calificării conform ISCED 2013F
0713 ELECTRICITATE ȘI ENERGIE

Calificarea profesională:
ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE
2023

GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU DOINIȚA	ing. prof.grad didactic I, Colegiul "Ștefan Odobleja" Craiova
BĂLĂȘOIU TATIANA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul „Ștefan Odobleja” Craiova
CIȘMAN AMELIA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic „Dimitrie Leonida” Iași
DRUȚĂ IANA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic București
GHEORGHIU TATIANA GENOVEVA	ing., prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „Sfântul Pantelimon” București
MARCU FLORENTINA CARMEN	ing. prof.grad didactic I, Liceul Tehnologic "George Bibescu" Craiova
MARINESCU PATRIȚA	ing., prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „Spiru Haret” Târgoviște
NIȚU CLAUDIA	ing. prof.grad didactic I, Liceul Energetic Constanța
OLTEAN IOANA	ing. prof.grad didactic I, Colegiul Tehnic de Comunicații "Augustin Maior" Cluj Napoca
PREDOAICA DANIEL	ing. prof.grad didactic I, Liceul Tehnologic " George Bibescu" Craiova
PUNEI DANA ANIȘOARA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic de Electronică și Telecomunicații „Gheorghe Mărzescu” Iași
RAFA MARIA ADRIANA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic „Edmond Nicolau” Cluj-Napoca
SĂCĂCIAN DORINA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic "Traian Vuia" Oradea
SALIU VIOREL	ing. prof.grad didactic I, Liceul Tehnologic " George Bibescu" Craiova
STÂNCULEANU LUCICA	Dr.ing. prof.grad didactic I, Liceul Tehnologic " Dimitrie Filipescu" Buzău
ȚUCANU DANIELA CORNELIA	ing., prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic „Mircea Cristea” Brașov
TUTUNARU MARIANA	ing. prof.grad didactic I, Liceul Tehnologic Motru, jud. Gorj

Din partea operatorilor economici:

MARINESCU SABIN - SC. ALM POWER GROUP SRL

CNDIPT - Coordonare și consultanță metodologică

RĂILEANU CARMEN - Inspector de specialitate curriculum

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE corespunzătoare domeniului de pregătire profesională Electric:

Curriculumul a fost elaborat pe baza standardelor de pregătire profesională (SPP) aferente calificărilor de nivel 3 al Cadrului național al calificărilor, domeniul Electric.

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor - 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării - tehnice generale (UR)	Denumire modul
UR 4. Măsurarea mărimilor electrice în curent alternativ	MODUL I. Măsurări electrice în curent alternativ
UR 5. Montarea și întreținerea aparatelor electrice de joasă tensiune	MODUL II. Aparate electrice
UR 6. Montarea și întreținerea mașinilor electrice	MODUL III. Mașini electrice
UR 7. Structura și funcționarea sistemelor fotovoltaice	MODUL IV. Sisteme fotovoltaice

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a X-a
Învățământ profesional
Aria curriculară Tehnologii

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Calificarea profesională: ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

Cultură de specialitate și pregătire practică	
Modul I. Măsurări electrice în curent alternativ	
Total ore/an:	96
din care:	Laborator tehnologic 32
	Instruire practică -
Modul II. Aparate electrice	
Total ore/an:	192
din care:	Laborator tehnologic 32
	Instruire practică 128
Modul III. Mașini electrice	
Total ore/an:	192
din care:	Laborator tehnologic 32
	Instruire practică 128
Modul IV. Sisteme fotovoltaice	
Total ore/an:	192
din care:	Laborator tehnologic 32
	Instruire practică 128
Total ore/an = 21 ore/săpt. x 32 săptămâni = 672 ore	
Stagiul de pregătire practică - Curriculum în dezvoltare locală	
Modul V. *	
Total ore/an:	270
Total ore /an = 5 zile x 6 ore /zi x 9 săptămâni = 270 ore/an	
TOTAL GENERAL: 942 ore/an	

* 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.

Notă:

Pregătirea practică și stagiul de pregătire practică pot fi organizate atât la operatorul economic/instituția publică parteneră cât și în unitatea de învățământ, în funcție de condițiile locale.

MODUL I. MĂSURĂRI ELECTRICE ÎN CURENT ALTERNATIV

• Notă introductivă

Modulul "Măsurări electrice în curent alternativ", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 96 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 32 ore/an - laborator tehnologic

Modulul "Măsurări electrice în curent alternativ" 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-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 4. MĂSURAREA MĂRIMILOR ELECTRICE ÎN CURENT ALTERNATIV			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
4.1.1.	4.2.1. 4.2.2. 4.2.3. 4.2.4. 4.2.20. 4.2.21.	4.3.1. 4.3.2. 4.3.3. 4.3.6.	Curentul electric alternativ: - Inducția electromagnetă (definire fenomen, montaje experimentale, legea inducției electromagnetice) Generarea tensiunii electromotoare alternative sinusoidale (principiul generatorului de c.a.monofazat/trifazat) - Mărimi caracteristice curentului alternativ monofazat/trifazat (definire, relații matematice, unități de măsură): valoarea instantanee, valoarea efectivă, amplitudinea, perioada, frecvența, pulsația, faza, faza inițială - Reprezentarea convențională a mărimilor alternative sinusoidale - Puteri electrice în curent alternativ: puterea aparentă, puterea activă, puterea reactivă Soft-uri educaționale pentru simularea funcționării generatorului de c.a. monofazat
4.1.2.	4.2.5. 4.2.6. 4.2.7. 4.2.8. 4.2.9. 4.2.20. 4.2.21.	4.3.1. 4.3.2. 4.3.3. 4.3.6.	Circuite electrice de c.a. monofazat (definire, unități de măsură și relații de calcul pentru mărimile caracteristice; scheme electrice): - Elemente de circuit în curent alternativ: rezistoare, bobine, condensatoare - Circuite electrice simple cu rezistoare, bobine și condensatoare conectate în serie și/sau paralel Soft-uri educaționale pentru simularea comportării elementelor de circuit în curent alternativ Soft-uri educaționale pentru simularea funcționării circuitelor de curent alternativ monofazat

4.1.3	4.2.10. 4.2.11. 4.2.12. 4.2.13. 4.2.14. 4.2.15. 4.2.16. 4.2.20. 4.2.21.	4.3.1. 4.3.2. 4.3.3. 4.3.4. 4.3.5. 4.3.6.	Măsurarea mărimilor electrice în circuite de c.a. monofazat (aparate de măsurat utilizate, reglaje pregătitoare ale aparatelor, scheme de montaj, citirea indicațiilor aparatelor, relații de calcul, prelucrarea și interpretarea rezultatelor): - Măsurarea intensității curentului electric alternativ cu ampermetrul și multimetrul - Măsurarea tensiunii electrice alternative cu voltmetrul și multimetrul - Măsurarea puterii electrice în circuite de c.a. monofazat: () Măsurarea puterii aparente cu montajul voltampermetric () Măsurarea puterii active cu wattmetrul () Măsurarea puterii reactive cu varmetrul () Măsurarea indirectă a puterii reactive - Măsurarea energiei electrice active cu contorul - Măsurarea impedanțelor: () Măsurarea impedanțelor prin metoda substituției () Punți de c.a. pentru măsurarea capacității () Punți de c.a. pentru măsurarea inductanței Soft-uri educaționale pentru simularea măsurării mărimilor electrice în circuitele de c.a. Norme SSM și PSI specifice măsurării mărimilor electrice în curent alternativ
4.1.4.	4.2.17. 4.2.18. 4.2.20. 4.2.21.	4.3.1. 4.3.2. 4.3.6.	Extinderea domeniului de măsurare al aparatelor analogice în c.a. monofazat (scheme de montaj, relații de calcul): - Extinderea domeniului de măsurare al ampermetrelor cu transformatoare de măsurat de curent - Extinderea domeniului de măsurare al voltmetrelor cu transformatoare de măsurat de tensiune

● 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):

- Mijloace de măsurare pentru mărimi electrice de c.a.: ampermetre, voltmetre, multimetre, wattmetre, varmetre, punți de c.a., contoare
- Transformatoare de măsurat de tensiune și de curent
- Surse de c.a., rezistoare, bobine, condensatoare, conductoare de legătură
- Soft educațional
- Echipament individual de securitatea muncii

● Sugestii metodologice

Conținuturile modului "Măsurări electrice în curent alternativ" trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

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

Modulul "Măsurări electrice în curent alternativ" are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la 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/ competențelor de specialitate.

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

Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psihofizic 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 ciorchinului etc.;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. bibliotecă, internet, bibliotecă virtuală).

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

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/DVD-uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

Una dintre metodele interactive ce poate fi integrată în activitățile de învățare-evaluare este metoda diagramei Venn. O diagramă Venn este un organizator grafic cognitiv, format din două cercuri (sau elipse, ovale, dreptunghiuri rotunjite etc.) care se suprapun parțial. Ea poate fi folosită pentru a evidenția asemănările și deosebirile dintre două idei/concepte/sisteme.

Profesorul cere elevilor să construiască o asemenea diagramă, completând în perechi doar părțile care nu se suprapun, corespunzătoare deosebirilor (elementelor specifice) referitoare la câte unul dintre cele două concepte/idei/sisteme. Apoi, tot în perechi sau grupați câte patru, elevii își compară diagramele și completează împreună zona de intersecție a cercurilor cu elementele comune celor două elemente analizate.

Metoda constituie o strategie de învățare care îmbină cooperarea cu competiția: realizează un feed-back activ, într-un mod plăcut, energizant și mai puțin stresant decât metodele clasice de învățare-evaluare, exersează abilitățile de comunicare interpersonală, capacitatea de a lucra în perechi sau în grup. Antrenați în completarea unei diagrame Venn, chiar și elevii mai timizi se simt încurajați, comunică mai ușor și participă cu plăcere la o activitate care, altfel, îi stresează. Profesorii pot folosi diagramele Venn ca modalitate de a evalua ceea ce au învățat elevii sau ca un mijloc rapid, informal, de a verifica ceea ce au înțeles.

Avantajele utilizării diagramei Venn:

- stimulează concentrarea atenției, gândirea critică, analitică;
- favorizează cunoașterea directă a realității, prin stabilirea diferențelor specifice între două concepte;
- formează capacități de analiză sistematică;
- invită la sintetizare, asociere, analogie, realizarea de distincții;
- implică funcțiile superioare ale gândirii;
- favorizează formularea de reflecții, observații, constatări;
- eficientizează rezolvarea unei probleme/situații problemă;
- facilitează transferarea soluției la o altă situație asemănătoare;
- favorizează implicarea activă.

Dezavantajul metodei: poate fi utilizată doar dacă termenii/ideile/conceptele sunt comparabile.

Pentru tema "Măsurarea puterii aparente cu montajul volt-ampmetric" se prezintă un exemplu de aplicare a metodei descrise.

FIȘĂ DE LUCRU - DIAGRAMA VENN

Măsurarea puterii aparente cu montajul volt-ampmetric

- Lucrați în perechi, apoi pe grupe! Timp alocat: 10 min/perechi și 10 min/grupe

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

4.1.3. Măsurarea mărimilor electrice în circuitele de c.a. monofazat (aparate de măsurat, reglaje pregătitoare ale aparatelor, scheme de montaj, citirea indicațiilor, prelucrare și interpretare rezultate, norme SSM și PSI specifice, soft educațional): măsurarea puterii aparente

4.2.20. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

4.2.21. Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate

4.3.1. Colaborarea cu colegii de echipă în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

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

4.3.6. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Sarcini de lucru:

Realizați o comparație între montajul amonte și montajul aval de măsurare a puterii electrice aparente. Identificați caracteristicile individuale pentru fiecare tip de montaj de măsurare (deosebirile) și caracteristicile comune (asemănările).

Activitate în perechi:

Fiecare elev al perechii va alege câte un tip de montaj. Puteți decide prin tragere la sorți.

Într-o diagramă Venn, completați, fiecare, caracteristicile individuale ale montajului ales.

Activitate în grup:

Comparați diagramele, apoi completați împreună zona de intersecție a diagramelor, cu elementele comune celor două montaje.

Exemplu de rezolvare a sarcinii de lucru

Montajul AMONTE	Elemente comune	Montajul AVAL
<ul style="list-style-type: none">- voltmetrul este montat în circuit înaintea ampermetrului;- se utilizează pentru impedanțe mari ale consumatorului;- la măsurare, eroarea sistematică de metodă este determinată de ampermetru;- valoarea exactă a puterii aparente se calculează cu relația: $S = UI - r_A I^2$	<ul style="list-style-type: none">- măsoară puterea aparentă;- utilizează două aparate de măsurat: un ampermetru și un voltmetru;- rezistențele interne ale aparatelor influențează puterea măsurată;- determinarea valorii exacte a puterii măsurate se face prin aplicarea formulelor de corecție.	<ul style="list-style-type: none">- voltmetrul este montat în circuit după ampermetru;- se utilizează pentru impedanțe mici ale consumatorului;- la măsurare, eroarea sistematică de metodă este determinată de voltmetru;- valoarea exactă a puterii aparente se calculează cu relația: $S = UI - \frac{U^2}{R_V}$

Un alt exemplu de metodă de învățare, care presupune instruirea elevilor prin organizarea și desfășurarea unor activități practice de învățare, îl reprezintă lucrările de laborator. Prin desfășurarea de lucrări practice de laborator, elevii își formează priceperi și deprinderi de lucru necesare pentru viață și pentru activitatea profesională, își dezvoltă abilitățile de cooperare și de lucru în echipă.

Lucrările de laborator se execută prin parcurgerea următoarelor etape:

1. Instrucțiunile privind normele de protecția muncii specifice lucrării, realizat de către profesor, la începutul orei. Instalațiile și aparatele din laborator trebuie să aibă instrucțiuni de folosire cu măsurile de protecția muncii necesare. Nu se permite realizarea de lucrări cu aparate sau instalații defecte ori care au defecte de izolație a cablurilor sau a altor elemente de alimentare cu energie electrică.

2. Planificarea individuală a muncii, prin prezentarea de către profesor a obiectivelor lecției și distribuția sarcinilor și a responsabilităților, respectiv cunoașterea de către elevi a scopului lucrării, a produsului sau a instalației ce urmează a fi realizată și a pașilor ce urmează a fi parcurși. În acest sens, se recomandă ca elevii să primească o fișă de lucru cu toate informațiile necesare realizării lucrării de laborator.

3. Efectuarea propriu-zisă a lucrării de laborator. Elevii își aleg materialele și mijloacele potrivite scopului propus și ținând cont de recomandările din fișa de lucru primită, realizează lucrarea practică. Pentru obținerea unor rezultate corespunzătoare, în timpul desfășurării lucrării de laborator, elevii trebuie să țină cont de următoarele reguli:

- citirea aparatelor să se facă cu multă atenție, pentru a se evita erorile de citire;
- datelor obținute să fie înregistrate corect;
- variația anumitor parametri (curent, tensiune, rezistență etc.) să se facă încet și cu atenție asupra sensului de variație;
- contactele legăturilor electrice în montaj să fie corect făcute și bine strânse, pentru a nu se introduce erori la măsurări și pentru a evita încălzirile locale;
- evitarea zgometelor și trepidațiilor.

4. Controlul și autocontrolul execuției propriu-zise a lucrării de laborator, avându-se grijă să se corecteze eventualele greșeli.

În continuare, se prezintă un exemplu de fișă de lucru pentru lucrarea de laborator cu tema "Măsurarea puterii aparente cu montajul volt-ampermetric". Pentru această lucrare, se recomandă ca elevii să lucreze în echipă,

fiecare dintre ei având sarcini specifice. De exemplu, sarcinile de lucru în cadrul unei grupe de patru elevi pot fi distribuite astfel:

- un elev va selecta aparatele de măsurat necesare realizării lucrării;
- un elev va realiza montajul de lucru, conform schemei date;
- un elev va citi indicațiile aparatelor de măsură;
- un elev va completa tabelul cu rezultatele obținute;
- toți elevii din cadrul grupei vor interpreta rezultatele măsurărilor efectuate.

LUCRARE DE LABORATOR

Măsurarea puterii aparente cu montajul volt-ampermetric

FIȘĂ DE LUCRU

- Lucrați în echipă! Timp de lucru: 50 min

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

4.1.3. Măsurarea mărimilor electrice în circuitele de c.a. monofazat (aparate de măsurat, reglaje pregătitoare ale aparatelor, scheme de montaj, citirea indicațiilor, prelucrare și interpretare rezultate, norme SSM și PSI specifice, soft educațional): măsurarea puterii aparente;

4.2.10. Selectarea aparatelor de măsurat în funcție de mărimea electrică de măsurat și domeniul de variație al acesteia

4.2.13. Realizarea montajelor de măsurare a mărimilor electrice de c.a. monofazat

4.2.14. Citirea indicațiilor aparatelor de măsurat

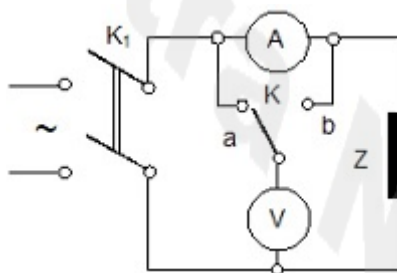
4.2.15. Prelucrarea matematică și interpretarea rezultatelor măsurărilor efectuate

4.3.1. Colaborarea cu colegii de echipă în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

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

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

Schema montajului de lucru:



Aparate și dispozitive necesare:

- A - ampermetru feromagnetic (electrodinamic);
- V - voltmetru feromagnetic (electrodinamic);
- Z - consumator (receptor) de impedanță Z;
- K - comutator cu două poziții;
- K_i - întrerupător;
- sursă de tensiune alternativă;
- multimetru analogic/digital;
- conductoare de legătură.

Modul de lucru:

1. Alegeți aparatele necesare măsurării puterii electrice aparente
2. Măsurați rezistența internă a ampermetrului (r_A) și a voltmetrului (R_V) cu multimetru
3. Realizați montajul conform schemei electrice
4. Efectuați măsurările cu voltmetrul și ampermetrul
5. Calculați produsul dintre tensiunea electrică U măsurată cu voltmetrul și curentul I măsurat cu ampermetrul
6. Calculați puterile aparente cu relațiile:
 - a. montajul amonte (k pe poziția a):
$$S = U \cdot I - r_A \cdot I^2$$
 - b. montajul aval (k pe poziția b):
$$S = U \cdot I - U^2 / R_V$$
7. Calculați eroarea relativă de măsurare ϵ_r

8. Completați tabelul de mai jos cu rezultatele obținute

Nr. crt.	Varianta de montaj (amonte/ aval)	R _A [Ω]	R _V [Ω]	U [V]	I [A]	UI [VA]	S [VA]	$\epsilon_Y[\%] = (UI - S)/S$
								100

9. Formulați observații și concluzii proprii despre lucrare.

Atenție!

- Este interzisă atingerea părților neizolate ale circuitului (borne, fișe, capete libere ale conductoarelor etc.), atât timp cât circuitul se află sub tensiune
- Nu se vor folosi conductoare de legătură defecte sau improvizate.
- 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 au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

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

b. Finală:

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se propun următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Se propun următoarele instrumente de evaluare finală:

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

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

Se propune un test de evaluare pentru tema "Măsurarea puterii aparente cu montajul volt- ampermetric", care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională:

4.1.3. Măsurarea mărimilor electrice în circuitele de c.a. monofazat (aparate de măsurat, reglaje pregătitoare ale aparatelor, scheme de montaj, citirea indicațiilor, prelucrare și interpretare rezultate, norme SSM și PSI specifice, soft educațional): măsurarea puterii aparente

4.2.20. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

4.3.6. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

TEST DE EVALUARE

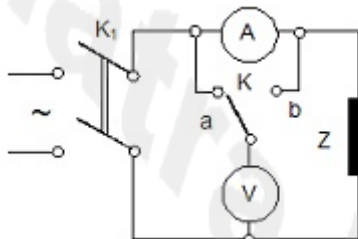
- Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul efectiv de lucru este de 25 minute.
- I. Încercuțiți litera corespunzătoare răspunsului corect: (15 puncte)

1. Metoda ampermetrului și voltmetrului poate fi utilizată în circuitele de c.a. pentru a măsura:
 - a) puterea activă;
 - b) puterea aparentă;
 - c) puterea reactivă;
 - d) energia electrică.
2. Puterea aparentă S se calculează cu relația:
(U - tensiunea electrică; I - intensitatea curentului electric; ϕ - defazajul dintre tensiune și curent)
 - a) $S = U/I$;
 - b) $S = UI$;
 - c) $S = UI\sin(\phi)$;
 - d) $S = UI\cos(\phi)$.
3. Montarea ampermetrelor și voltmetrelor în circuitul de măsurare a puterii se face în varianta amonte sau aval, în funcție de valoarea:
 - a) defazajului dintre tensiune și curent;
 - b) frecvenței sursei de alimentare;
 - c) impedanței consumatorului;
 - d) tensiunii de alimentare.

II. Notați în dreptul fiecărui enunț litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals: (15 puncte)

1. Măsurarea puterii aparente se poate face cu wattmetrul electrodinamic sau ferodinamic.
2. Eroarea sistematică la măsurarea puterii electrice prin metoda ampermetrului și voltmetrului, varianta amonte, este determinată de ampermetru.
3. Varianta aval se folosește pentru măsurarea puterii electrice în cazul consumatorilor mari.

III. Se dă schema electrică pentru măsurarea puterii electrice în c.a. monofazat, din figura de mai jos. (30 puncte)



- a) Precizați denumirea și rolul elementelor notate pe schemă cu A și V.
- b) Indicați puterea electrică măsurată și denumirea metodei de măsurare.
- c) Denumiți varianta de montaj realizată atunci când comutatorul (K) este pe poziția (a).

IV. Rezolvați următoarea problemă: (30 puncte)

Un receptor inductiv de c.a. este alimentat la tensiunea sinusoidală cu valoarea efectivă $U = 220V$. Știind că valoarea efectivă a curentului prin receptor este $I = 2A$, calculați:

- a) puterea aparentă;
- b) impedanța receptorului.

Barem de corectare și notare

Subiectul I - 15 puncte

1 - b; 2 - b; 3 - c.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

Subiectul II - 15 puncte

1 - F; 2 - A; 3 - F.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 5 puncte.

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

Subiectul III - 30 puncte

a) 12 puncte

A - ampermetru; măsoară intensitatea curentului electric din circuit

V - voltmetru; măsoară tensiunea electrică

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 6 puncte.

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

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

b) 12 puncte

puterea electrică aparentă
metoda ampermetrului și a voltmetrului

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 6 puncte.

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

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

c) 6 puncte

varianta amonte

Pentru răspuns corect se acordă 6 puncte.

Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

Subiectul IV - 30 puncte

a) 15 puncte

$$S - U \cdot I = 220 \cdot 2 = 440 \text{ VA}$$

Se acordă 15 puncte astfel: 5 puncte pentru relația de calcul, 3 puncte pentru înlocuiri, 2 puncte pentru efectuarea calculelor, 5 puncte pentru precizarea unității de măsură.

Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

b) 15 puncte

$$Z = U/I = 220/2 = 110 \Omega$$

Se acordă 15 puncte astfel: 5 puncte pentru relația de calcul, 3 puncte pentru înlocuiri, 2 puncte pentru efectuarea calculelor, 5 puncte pentru precizarea unității de măsură.

Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

• Bibliografie

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

[2] Standardele de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric

[3] Cosma, D.I., Mareș, F., Electrotehnică și măsurări electrice, Manual pentru clasa a X-a, Editura CD Press, București, 2010

[4] Hilohi, S., ș.a., Electrotehnică aplicată, Liceu tehnologic, profil tehnic, Manual pentru clasa a X-a, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 2005

[5] Isac, E., Măsurări electrice și electronice, Manual pentru clasele a X-a, a XI-a, a XII-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1999

[6] Mareș, F., ș.a., Domeniul electric, clasa a X-a, Electrotehnică și măsurări electrice, Editura ART GRUP EDITORIAL, București, 2006

[7] Mareș, F., Cosma, D.I., Măsurări electrice, Manual pentru clasa a IX-a, Editura CD Press, București, 2010

[8] Tănăsescu, M., Gheorghiu, T., Ghețu, C., Măsurări tehnice, Manual pentru clasa a X-a, Editura Aramis, București, 2005

[9] Nițucă, C., Stanciu, T., Didactica disciplinelor tehnice, Editura Performantica, Iași, 2006

MODUL II. APARATE ELECTRICE

• Notă introductivă

Modulul "Aparate electrice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 192 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 32 ore/an - laborator tehnologic

– 128 ore/an -instruire practică

Modulul "Aparate electrice" este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 5. MONTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA APARATELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	

5.1.1. 5.1.5.	5.2.1. 5.2.2. 5.2.3. 5.2.4. 5.2.19 5.2.23. 5.2.24.	5.3.5.	Aparate electrice de joasă tensiune (clasificare, rol funcțional, mărimi nominale, subansambluri constructive, notații și semne convenționale, utilizări): - aparate de conectare; - aparate de comandă; - aparate de reglare; - aparate de semnalizare; - aparate de protecție; - aparate pentru automatizări; - aparate pentru instalații electrice de iluminat și prize. Surse de informare și documentare pentru aparate electrice de joasă tensiune
5.1.2. 5.1.5. 5.1.6. 5.1.7.	5.2.5. 5.2.6. 5.2.7. 5.2.8. 5.2.9. 5.2.10. 5.2.19. 5.2.20. 5.2.21. 5.2.22. 5.2.23. 5.2.24.	5.3.1. 5.3.2. 5.3.3. 5.3.4. 5.3.5. 5.3.6. 5.3.7. 5.3.8. 5.3.9. 5.3.10.	Lucrări de montare și executare a conexiunilor aparatelor electrice de j.t., conform fișelor tehnologice: - operații de montare și executare a conexiunilor; - materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare; - operații de verificare a funcționării; - fișa tehnologică; - norme SSM și PSI. Surse de informare și documentare pentru aparate electrice de joasă tensiune Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare) Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor
5.1.3. 5.1.4. 5.1.5. 5.1.6. 5.1.7.	5.2.10. 5.2.11. 5.2.12. 5.2.13. 5.2.14. 5.2.15. 5.2.16. 5.2.17. 5.2.18. 5.2.19. 5.2.20. 5.2.21. 5.2.22. 5.2.23. 5.2.24.	5.3.1. 5.3.2. 5.3.3. 5.3.4. 5.3.5. 5.3.6. 5.3.7. 5.3.8. 5.3.9. 5.3.10.	Solicitările aparatelor electrice de j.t. (cauze, efecte, metode/măsură de limitare): - electrice; - termice; - electrodinamice; - datorate mediului. Lucrări de întreținere a aparatelor electrice de joasă tensiune, conform fișelor tehnologice: - operații de demontare/ montare a aparatelor electrice de joasă tensiune; - operații de verificare a funcționării; - materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare; - fișa tehnologică; - norme SSM și PSI. Surse de informare și documentare pentru aparate electrice de joasă tensiune Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare) Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor

Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

1. Scule și dispozitive pentru lucrări de montare și întreținere a aparatelor electrice de j.t. (trusa electricianului - clești de diferite tipuri: multifuncțional, sertizat, presă, cuțite)
2. Aparate de măsură pentru mărimi electrice: ampermetre, voltmetre, wattmetre, multimetre.
3. Cabluri și conductoare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, pistol de lipit, aliaj pentru lipit
4. Aparate de conectare: întreruptoare-separatoare, contactoare, prize și fișe industriale, demaroare, întreruptoare automate, disjunctoare, contactoare cu disjunctoare
5. Aparate de comandă: comutatoare stea-triunghi, autotransformatoare de pornire, inversoare de sens, comutatoare de număr de poli, demaroare
6. Aparate de reglare: reostate de pornire și de excitație, controlere, relee
7. Aparate de semnalizare: lămpi de semnalizare, butoane și selectoare cu lampă de semnalizare integrată, manipuloare, cutii suspendate cu butoane, balize luminoase, hupe, sonerii, buzere
8. Aparate de protecție: siguranțe fuzibile, blocuri de relee termice, separatoare cu siguranțe, descărcătoare, relee de protecție, declanșatoare
9. Aparate pentru automatizări: butoane de comandă, limitatoare, microîntreruptoare
10. Aparate pentru instalații electrice de iluminat și prize: prize, întreruptoare
11. Panoplii cu componente și subansambluri ale aparatelor electrice
12. Documentație tehnică și tehnologică
13. Echipament individual de securitatea muncii

● Sugestii metodologice

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

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

Modulul "Aparate electrice" are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus.

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

Între temele care pot fi abordate în cadrul orelor de laborator tehnologic propunem, cu titlu de exemplu, și următoarele teme:

1. Identificarea elementelor componente ale aparatelor electrice de joasă tensiune.
2. Scheme electrice corespunzătoare aparatelor de conectare (legături electrice interne).
3. Scheme de conectare în instalații pentru aparatele de protecție și reglaj și reguli de exploatare.
4. Identificarea aparatelor pentru pornirea și reglarea mașinilor electrice în scheme date și corelarea caracteristicilor acestora cu instalația din care fac parte.
5. Studiul protecțiilor asigurate prin relee și declanșatoare în instalațiile electrice.
6. Determinarea experimentală a caracteristicilor principale ale releelor maxime de curent/minimale de tensiune: tensiuni/curenți de acționare, coeficient de revenire, precizie.
7. Verificarea experimentală a caracteristicilor reglajului realizat prin relee termice.
8. Identificarea aparatelor necesare în instalații electrice în funcție de rolul funcțional pe care trebuie să-l asigure și de datele caracteristice ale instalației (alegere din cataloage de furnizor).
9. Identificarea solicitărilor la care sunt supuse aparate electrice date, în funcție de modul de manifestare a acestor solicitări și aplicarea măsurilor de limitare/prevenire.
10. Verificarea caracteristicilor și funcționalității aparatelor electrice prin comparație cu datele de catalog / specificațiile tehnice.

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

- aplicarea metodelor centrate pe elev, activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- 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, etc;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

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

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

O metodă interactivă ce poate fi integrată în activitățile de învățare la acest modul este metoda "Floarea de nufăr" (LOTUS BLOSSOM TECHNIQUE).

Tehnica florii de nufăr presupune deducerea de conexiuni între idei, concepte, pornind de la o temă centrală. Problema sau tema centrală determină cele 8 idei secundare care se construiesc în jurul celei principale, asemenea petalelor florii de nufăr.

Cele opt idei secundare sunt înregistrate în jurul temei centrale, urmând ca apoi, ele să devină, la rândul lor, teme principale, pentru alte 8 flori de nufăr. Pentru fiecare dintre aceste noi teme centrale se vor construi câte alte 8 noi idei secundare. Astfel, pornind de la o temă centrală, sunt generate noi teme de studiu pentru care trebuie dezvoltate conexiuni noi și noi concepte.

Tehnica florii de nufăr cunoaște mai multe variante, adaptabile diferitelor situații concrete în care se aplică fiecare; în general, etapele acestei tehnici sunt:

1. Construirea diagramei, conform figurii 1.

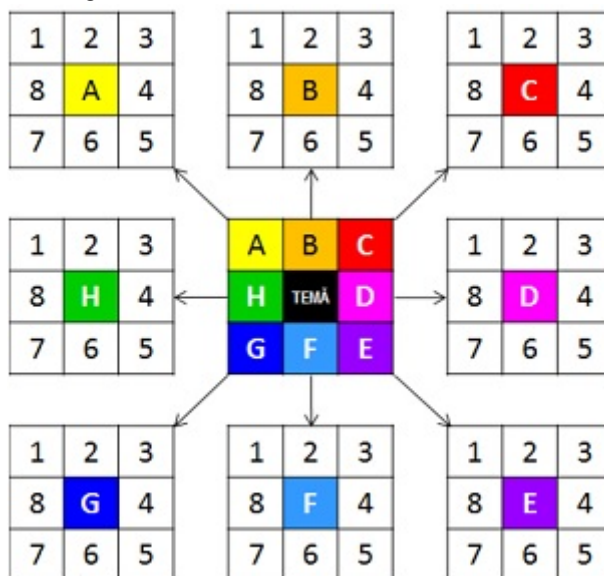


Figura 1. Explicativă pentru aplicarea metodei Diagramei Lotus

2. Scrierea temei centrale în centrul diagramei

Profesorul stabilește tema de studiu (de exemplu, "Solicitările aparatelor electrice de joasă tensiune" și o scrie în centrul diagramei.

3. Generarea ideilor/subtemelor secundare

Elevii se gândesc la ideile sau aplicațiile legate de tema centrală.

Acestea se trec în cele 8 "petale" (pătrate) care înconjoară tema centrală, de la A la H, în sensul acelor de ceasornic, așa cum se prezintă în figura 1.

Se prezintă un exemplu de aplicare a metodei "Floare de nufăr", pentru o lecție cu tema "Solicitările aparatelor electrice de joasă tensiune

Rezultatele învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională sunt:

5.1.3. Solicitățile aparatelor electrice de j. T. (cauze, efecte, metode/măsuri de limitare)

5.2.11. Corelarea cauzelor solicitărilor aparatelor electrice de j.t. cu efectele corespunzătoare

5.2.12. Aplicarea măsurilor de limitare a solicitărilor care apar în funcționarea aparatelor electrice de j.t.

Pentru tema precizată, prin discuții dirijate, elevii pot identifica următoarele idei/subteme legate de tema centrală:

- A.** solicitări electrice prin străpungere
- B.** solicitări electrice prin conturare
- C.** solicitări termice
- D.** solicitări electrodinamice
- E.** solicitări datorate factorilor de mediu - umiditatea excesivă
- F.** solicitări datorate factorilor de mediu - altitudinea, presiunea aerului
- G.** solicitări datorate factorilor de mediu - pulberi și gaze explozive
- H.** solicitări datorate factorilor de mediu - praf, agenți corosivi

Colectivul de elevi ai clasei se împarte în 8 echipe de câte 3(4) elevi, câte o echipă pentru fiecare "petală".

4. Folosirea celor 8 idei deduse, drept noi teme centrale pentru celelalte 8 cadrane ("flori de nufăr").

Pentru acest exemplu concret, este adecvată o variantă a tehnicii florii de nufăr, anume aceea în care, pentru ideile secundare, considerate teme principale, se generează un număr, mai mic decât 8, de idei, anume patru. Astfel, pentru fiecare tip de solicitare, elevii vor dezvolta ideile pe baza conținuturilor prevăzute de curriculum, la tema respectivă și anume:

- 1. cauzele solicitării
- 2. efectele solicitării
- 3. principiul metodelor de limitare a efectelor solicitării
- 4. măsurile constructive folosite de producătorii de aparate electrice de j.t.

Elevii de la fiecare "petală" completează o nouă diagramă lotus, cu 4 petale, înregistrând ideile corespunzătoare celor 4 subteme enumerate.

5. Etapa construirii de noi conexiuni pentru cele 8 noi teme centrale și consemnarea lor în diagramă. Se completează în acest mod, cât mai multe cadrane ("flori de nufăr").

În cazul exemplului prezentat, datorită nivelului la care sunt prezentate cunoștințele prevăzute în curriculum, diagrama lotus va avea doar două cadrane.

6. Evaluarea ideilor. Se analizează diagramele și se apreciază rezultatele din punct de vedere calitativ și cantitativ. Ideile emise pot constitui sursele unor noi aplicații și teme de studiu la lecțiile viitoare.

Fiecare echipă prezintă, în fața colectivului, rezultatele finale ale activității desfășurate. În această etapă, prin interacțiunea dintre toți elevii, se pot realiza, analogii, comparații, diferențieri, clarificări, sistematizări etc. cu efect direct asupra conținuturilor din diagrama fiecărei echipe.

Evaluarea muncii colaborative în grup, aprecierea participării și folosirea rezultatelor obținute în activitățile ulterioare, constituie ultima fază a tehnicii florii de nufăr, fază care revine profesorului și în urma căreia elevii primesc un feed-back constructiv.

Indiferent de varianta aplicată în procesul didactic, tehnica florii de nufăr reprezintă o modalitate de lucru în grup cu mari valențe formativ-educative: stimulează și dezvoltă capacități ale inteligenței lingvistice (abilitatea de a folosi limbajul de specialitate pentru a-și aminti cunoștințele anterioare și a crea idei/teme noi), ale inteligenței interpersonale (capacitatea de a înțelege intervențiile, motivațiile, dorințele celorlalți), ale inteligenței intrapersonale (capacitatea de autoînțelegere, autoapreciere corectă a sentimentelor și motivațiilor proprii), ale inteligenței naturaliste (care face omul capabil să recunoască, să clasifice, să se inspire din mediul înconjurător), ale inteligenței sociale (capacitatea de relaționare).

Tehnica Lotus este un mijloc eficient de activizare a energiilor, capacităților și structurilor cognitive la diferite discipline de studiu.

- Sugestii privind evaluarea

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

- a.** Continuă:

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

- b.** Finală:

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

Se propun următoarele instrumente de evaluare continuă:

- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare/interevaluare;
- Eseul;
- Portofoliul;
- Referatul științific;
- Proiectul;
- Activități practice + Fișe de 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 din standardul de pregătire profesională:

5.1.3. Solicitățile aparatelor electrice de j.t. (cauze, efecte, metode/măsuri de limitare)

5.2.23. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate

5.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Testul de evaluare are în vedere conținuturile corespunzătoare temei "Solicitățile aparatelor electrice de joasă tensiune"

TEST DE EVALUARE

Timp de lucru: 50 minute

Se acordă din oficiu 10 puncte

SUBIECTUL I - 20 puncte

I. Scrieți, pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare răspunsului corect, pentru fiecare dintre itemii numerotați cu cifre de la 1 la 5. Este corectă o singură variantă de răspuns. - 10p

1. Reducerea distanțelor de izolare dintre conductoarele paralele parcurse de curent electric ca urmare a acțiunii forțelor electrodinamice, se produce numai în situație în care curenții:

- a) au același sens;
- b) sunt de sensuri contrare;
- c) cresc liniar în timp;
- d) au frecvență foarte mare.

2. Forțele electrodinamice exercitate între conductoarele paralele parcurse de curent electric solicită aceste conductoare la:

- a) compresiune;
- b) întindere;
- c) încovoiere;
- d) răsucire.

3. Solicitarea electrică prin străpungere constă în formarea unui canal conductor de electricitate:

- a) pe suprafața unui conductor;
- b) pe suprafața unui izolanț;
- c) prin interiorul unui conductor;
- d) prin interiorul unui izolanț.

4. Solicitarea electrică prin conturare apare pe suprafața izolatoarelor:

- a) lichide;
- b) lichide și gazoase;
- c) solide;
- d) solide și lichide.

5. În regim normal, la un sistem fișă-priză, apar solicitări:

- a) electrice;
- b) electrodinamice;
- c) mecanice;
- d) termice.

I.2. Transcrieți pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals. - 10p

a) Știfturile fișei electrice sunt solicitate electric prin conducție și mecanic prin frecare.

b) La apariția unui scurtcircuit, cele două conductoare ale unui prelungitor monofazat sunt solicitate termic prin conducție și electrodinamic prin respingere.

c) Firul fuzibil al unei siguranțe este supus în principal, solicitării electrice.

d) La scurtcircuit, conductoarele supuse forțelor electrodinamice prezintă fenomenul de vibrații mecanice.

e) Aparatele de joasă tensiune sunt aparate destinate funcționării în aer liber.

SUBIECTUL II - 30 puncte

II.1. Scrieți pe foaia de răspuns informația corectă care completează spațiile libere. - 20p

- a) Atmosfera umedă, sărată specifică mediului marin, favorizează solicitarea prin (1) a izolatoarelor și (2) pieselor metalice.
- b) Aparatele electrice de joasă tensiune în execuție capsulată sunt destinate să funcționeze în mediul (3)..... și sunt protejate împotriva loviturilor în(4)..... rezistente mecanic.
- c) Solicitarea electrică este solicitarea la care este supus un(5)..... electric atunci când două regiuni ale sale se află la(6)..... diferite.
- d) Trecerea curentului electric prin conductoare determină(7)..... acestora mai ales în locurile în care secțiunea căii de curent este foarte(8)..... .
- e) La temperaturi ridicate, piesele arcuitoare din oțel din componența aparatelor electrice, își pierd proprietățile(9)....., iar piesele din cupru se oxidează, măbind rezistența de(10)..... .

II.2. În coloana A sunt enumerate tipuri de solicitări ale aparatelor electrice, iar în coloana B sunt indicate cauze ale apariției solicitărilor. Scrieți pe foaia de răspuns asocierea dintre fiecare cifră din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B. - 10p

A. Tipuri de solicitări ale aparatelor electrice	B. Cauze ale apariției solicitărilor
1. solicitări electrice	a. curentul de scurtcircuit
2. solicitări electrodinamice	b. durata de funcționare
3. solicitări datorate mediului	c. mișcarea pieselor componente
4. solicitări mecanice	d. supratensiunea
5. solicitări termice	e. umezeala
	f. variația de temperatură

SUBIECTUL III - 40 puncte

III.1. Realizați un eseu cu titlul "Solicitări termice ale aparatelor electrice" după următoarea structură de idei: - 20p

- a) Definiția solicitărilor termice.
- b) Argumentarea necesității de a limita încălzirea pieselor din componența aparatelor electrice
- c) Precizarea parametrilor de circuit care influențează încălzirea căilor de curent.
- d) Enumerarea a patru efecte ale solicitărilor termice asupra aparatelor electrice.

III.2. Două conductoare paralele din componența unui aparat electric au lungimea $l = 120$ cm, fiind situate la o distanță $a = 80$ cm, unul față de celălalt. - 20p

- a) Să se calculeze forța electrodinamică exercitată între două conductoare, în următoarele situații:
 - a1) în regim normal de funcționare: $I = 600$ A;
 - a2) în regim de scurtcircuit: $I = 60$ kA.
- b) Să se compare cele două rezultate obținute, formulând o concluzie referitoare la efectul curentului de scurtcircuit asupra aparatelor electrice.

Barem de corectare și notare

SUBIECTUL I - 20 puncte

I.1. - 10 puncte

1 - a); 2 - c); 3 - d); 4 - c); 5 - d)

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

I.2. - 10 puncte

- a) A; b) A; c) F; d) A; e) F.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

SUBIECTUL II - 30 puncte

II.1. - 20 puncte

(1) - contumare; (2) - coroziunea; (3) - industrial; (4) - carcase; (5) - izolator; (6) - potențiale; (7) - încălzirea; (8) - redusă/mică; (9) - elastice; (10) - contact.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

II.2. - 10 puncte

1 - d; 2 - a; 3 - e; 4 - c; 5 - f.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

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

SUBIECTUL III - 40 puncte

III.1. - 20 puncte

a) 2 puncte

Solicitările termice sunt solicitările determinate de încălzirea provocată de trecerea curentului electric prin conductoare.

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

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

b) 12 puncte

Încălzirea pieselor din componența aparatelor electrice trebuie limitată, deoarece:

- izolații își pierd treptat proprietățile de izolare la temperaturi de lucru peste 150°C
- durata de viață a izolațiilor scade foarte repede dacă temperatura de lucru crește
- piesele metalice își pierd proprietățile mecanice la temperaturi ridicate
- piesele arcuitoare își pierd proprietățile elastice la temperaturi peste 130°C
- contactele din cupru se oxidează la temperaturi peste 70°C și rezistența de contact crește
- funcționarea la temperaturi ridicate poate constitui pericol de incendiu sau explozie

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

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

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

c) 2 puncte

Încălzirea căilor de curent este influențată de următorii parametri de circuit:

- rezistivitatea căii de curent
- secțiunea căii de curent

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

d) 4 puncte

Efecte ale solicitărilor termice asupra aparatelor electrice:

- oxidarea mai rapidă a contactelor
- îmbătrânirea prematură a pieselor izolante
- pierderea proprietăților elastice
- pierderea proprietăților mecanice

Pentru fiecare răspuns corect și complet se acordă câte 1 punct. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

III.2. - 20 puncte

a1) 7 puncte

$$F = 2,04 \cdot I^2 \cdot (\lambda/a) \cdot 10^{-8} \text{ daN}$$

$$F = 2,04 \cdot 600^2 \cdot 120/80 \cdot 10^{-8} = 0,011 \text{ daN}$$

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

a2) 6 puncte

$$60 \text{ kA} = 60000 \text{ A} = 6 \cdot 10^4 \text{ A}$$

$$F(SC) = 2,04 \cdot (6 \cdot 10^4)^2 \cdot 120/80 \cdot 10^{-8} = 110 \text{ daN}$$

Se acordă 6 puncte astfel: 1 punct pentru transformarea kA în A, 2 puncte pentru înlocuiri, 2 puncte pentru efectuarea calculelor, 1 punct pentru precizarea unității de măsură.

c) 7 puncte

$$F(SC)/F = 110/0,011 = 10000 = 10^4$$

Se acordă 4 puncte astfel: 1 punct pentru relația de calcul (raportul forțelor), 1 punct pentru înlocuiri, 2 puncte pentru efectuarea calculelor.

Forța electrodinamică la scurtcircuit este de 10^4 mai mare decât cea din regim normal de funcționare, fapt care periclitează siguranța în funcționare a aparatelor electrice.

Pentru răspuns corect și complet se acordă 3 puncte. Se punctează orice altă formulare echivalentă, corectă și completă.

Pentru răspuns parțial corect sau incomplet se acordă 1 punct.

Pentru răspuns incorect sau lipsa răspunsului se acordă 0 puncte.

● Bibliografie

- [1] Standardele de pregătire profesională pentru calificările din domeniul electric - nivel 3
- [2] Mareș, Fl., ș.a., Elemente de comandă și control pentru acționări și sisteme de reglare automată, Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, Editura Economică Preuniversitară, 2002
- [3] Bichir, N., Mihoc, D., Boțan, C., Hilohi, S., Mașini, aparate, acționări și automatizări, Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a, licee industriale și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 1996
- [4] [http://www.gnm.ro/staticdocs/Ntic cu anexe.pdf](http://www.gnm.ro/staticdocs/Ntic%20cu%20anexe.pdf)
- [5] http://www.mie.ro/documente/dezvoltare_teritoriala/amenajarea_teritoriului/patn_elaborate/secVI/raport_mediu/faza2/vol2/anexa3.pdf
- [6] Popa, A., Aparate electrice de joasă și înaltă tensiune. Manual pentru licee industriale cu profil de electrotehnică, anii IV și V, școli de maiștri și de specializare postliceală. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977
- [7] Mira, N., ș.a., Instalații și echipamente electrice. Manual pentru clasele a XI-a și a XII-a licee industriale și de matematică-fizică cu profil de electrotehnică și școli profesionale. Editura Didactică și Pedagogică R.A., București, 1994
- [8] Mareș, Fl., ș.a., Lucrător în electromecanică. Manual pentru clasa a X-a. Editura Art Group Editorial, București, 2006
- [9] Mareș, Fl., ș.a., Domeniul: Electric. Manual pentru cultura de specialitate pentru Școala de Arte și Meserii, clasa a IX-a, Editura Economică Preuniversitară, București, 2004

MODUL III. MAȘINI ELECTRICE

• Notă introductivă

Modulul "Mașini electrice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 192 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

- 32 ore/an - laborator tehnologic
- 128 ore/an - instruire practică

Modulul "Mașini electrice" este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională Electric sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 6. MONTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA MAȘINILOR ELECTRICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
6.1.1. 6.1.4.	6.2.1. 6.2.14. 6.2.18. 6.2.19.	6.3.1.	Mașini electrice: • Noțiuni generale cu privire la mașinile electrice (transformatoare monofazate și trifazate, mașini electrice de c.c., mașini electrice de c.a. asincrone și sincrone): - definire, - clasificare, - semne convenționale; - domenii de utilizare; - mărimi nominale. • Construcția mașinilor electrice: - transformatoare electrice (monofazate și trifazate); - mașini electrice de curent continuu; - mașini electrice de curent alternativ (asincrone, sincrone). Surse de informare și documentare pentru mașini electrice.
6.1.2. 6.1.4. 6.1.5.	6.2.5. 6.2.6. 6.2.7. 6.2.8. 6.2.9. 6.2.14. 6.2.18. 6.2.19.	6.3.1. 6.3.2. 6.3.3. 6.3.4. 6.3.5. 6.3.6. 6.3.7. 6.3.8.	Lucrări de montare și executare a conexiunilor mașinilor electrice, conform fișelor tehnologice: - operații de montare și executare a conexiunilor; - operații de verificare a funcționării; - materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control necesare; - fișe tehnologice; - norme SSM și PSI. Operații de verificare la punerea în funcțiune a mașinilor electrice: - verificarea rezistenței de izolație a înfășurărilor - măsurarea parametrilor de funcționare (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, frecvența tensiunii, turația etc.) Surse de informare și documentare pentru mașini electrice. Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
			Lucrări de întreținere a mașinilor electrice, conform

	6.2.10.		fișelor tehnologice:
	6.2.11.	6.3.1.	- operații de demontare/montare a mașinilor electrice;
	6.2.12.	6.3.2.	- operații de verificare a funcționării prin valorile
6.1.3.	6.2.13.	6.3.3.	măsurate ale mărimilor caracteristice;
6.1.4.	6.2.14.	6.3.4.	- materiale, SDV-uri, aparate de măsură și control
6.1.5.	6.2.15.	6.3.5.	necesare;
6.1.6.	6.2.16.	6.3.6.	- fișe tehnologice;
	6.2.17.	6.3.7.	- norme SSM și PSI.
	6.2.18.	6.3.8.	Surse de informare și documentare pentru mașini electrice.
	6.2.19.	6.3.9.	Modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
			Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor: modalități de recuperare și refolosire a materialelor în cadrul lucrărilor de montare/întreținere a mașinilor electrice.

• Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

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

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

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul 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 "Mașini electrice" are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus.

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

Pentru lucrările practice din atelierul școlii sau de la agentul economic, propunem cu titlu de exemplu, următoarele teme:

1. Identificarea mașinilor electrice într-un sistem de acționare dat/într-o instalație dată și determinarea caracteristicilor tehnico-funcționale ale acestora
2. Confecționarea unui transformator monofazat de mică putere.
3. Execuția legăturilor la bornele înfășurărilor unui transformator trifazat pentru obținerea unei grupe de conexiuni date (de exemplu, Yy-6, Yy-12, Yd-11)
4. Realizarea legăturilor la o placă de borne pentru un motor asincron cu inele/cu rotorul în scurtcircuit.
5. Confecționarea plăcii de borne pentru un motor asincron care pornește prin schimbarea conexiunii statorice stea/triunghi și efectuarea conexiunilor.
6. Confecționarea bobinajului statoric pentru un motor de curent continuu.
7. Echiparea cu papuci a cablurilor de legătură la bornele mașinilor/transformatoarelor electrice
8. Montarea/asamblarea elementelor constructive ale unui transformator trifazat cu bobine concentrate pe miez cu coloane și juguri
9. Repararea înfășurărilor unui transformator prin reizolare și/sau rebobinare

10. Demontarea mașinilor electrice pentru acces la subansamblurile componente (rotor, sistem perii-colector, sistem perii-inele colectoare, bobinal statoric)
11. Repararea inelelor colectoare, a portperiiilor și a periiilor colectoare ale mașinilor electrice
12. Montarea rotorului unui motor asincron de mică putere.
13. Montarea sistemului de perii colectoare la un motor de curent continuu.
14. Întreținerea colectorului unui motor de curent continuu.
15. Transformarea unui motor asincron trifazat într-un motor asincron monofazat.
16. Depistarea defectelor în bobinaje datorate scurtcircuitelor.
17. Refacerea bobinajelor defecte ca urmare a unui scurtcircuit

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

1. Măsurarea tensiunilor la bornele înfășurărilor (primară, secundară), a intensității curentului absorbit, a puterii electrice consumate, la proba de mers în gol a unui transformator monofazat, după reparare
2. Verificarea raportului de transformare la transformator, după reparare
3. Verificarea grupeii de conexiuni la un transformator trifazat, după reparare
4. Verificarea funcționării unui transformator în sarcină prin măsurarea parametrilor electrici
5. Măsurarea parametrilor de funcționare în sarcină a unui transformator monofazat.
6. Verificarea funcționării mașinilor electrice prin proba de mers în gol: măsurarea parametrilor caracteristici
7. Verificarea funcționării mașinilor electrice prin proba de mers în sarcină: măsurarea parametrilor caracteristici (tensiune, curent absorbit, turație, putere activă/reactivă consumată, turație)
8. Studiul funcționării transformatorului trifazat în gol/în sarcină simetrică/asimetrică
9. Execuția grupelor de conexiuni: Yy-6, Yy-12, Yd-11

De asemenea, rezolvarea sarcinilor de lucru în grup și a celor la care membrii grupului depind unul de celălalt pentru realizarea rezultatului urmărit arată că:

- elevii se implică mai mult în învățare decât în abordările frontale sau individuale;
- elevii odată implicați își manifestă dorința de a împărtăși celorlalți ceea ce experimentează, iar aceasta conduce la noi conexiuni în sprijinul înțelegerii;
- elevii acced la înțelegerea profundă atunci când au oportunități de a explica și chiar preda celorlalți ceea ce au învățat.

Câteva modalități de a forma rapid grupuri pot fi următoarele:

- folosind cartonașe cu diferite simboluri sau cartoane cu numere;
- "serii" specifice (acestea se aplică la gruparea aleatorie a elevilor).

Gruparea se poate face și după criteriile de diferențiere (stil de învățare, tip de inteligență).

Când nu există posibilitatea de a grupa elevii altfel decât în perechi (din cauza mobilierului fix), se pot derula totuși "activități interactive". Cei doi pot lucra împreună pentru:

- discutarea unui text/a unei imagini/a unei sarcini de lucru/a unei întrebări adresate de cadrul didactic;
- formularea unei întrebări (de adresat profesorului/colegilor) referitoare la o temă de lucru în clasă;
- realizarea unui dialog;
- evaluarea și/sau corectarea temei fiecăruia (interevaluarea);
- rezumarea unei lecții la final de oră;
- avansarea unor concluzii;
- studierea unui caz.

"Ce face profesorul când învățarea elevilor este activă?" Vă propunem câteva ipostaze ale dascălului:

Dascăl model - profesorul oferă elevului reperele necesare pentru atingerea țintelor propuse.

Dascăl prieten - profesorul este un prieten la care elevul poate apela atunci când are nevoie. Profesorul sprijină, ascultă și ajută elevul.

Dascăl călăuză - în călătoria cunoașterii, profesorul cunoaște reperele și-i prezintă elevului alternativele și soluțiile optime pentru atingerea unei ținte.

Dascăl "magician" - pregătirea temeinică a profesorului îi oferă această postură prin care îl îndrumă pe elev să folosească instrumentele de învățare.

Dascăl consilier - profesorul este cel de la care elevii așteaptă sfatul cel bun.

Dascăl maestru - profesorul oferă imaginea standardelor de cunoaștere și acțiune, îl așteaptă pe elev să obțină cunoștințe, abilități, atitudini.

Dascăl susținător - profesorul este alături de elevii săi, este sprijin pentru depășirea dificultăților întâmpinate în învățare.

Dascăl facilitator - profesorul nu oferă cunoaștere, ci face posibil accesul copilului la cunoaștere.

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

- aplicarea metodelor centrate pe elev, activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- 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, etc;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

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

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

Pentru a avea cu adevărat elevul în centrul demersului didactic, profesorul exercită roluri cu mult mai complexe decât în cazul lecției tradiționale. Succesul la clasă depinde de competențele profesorului de a crea oportunitățile optime de învățare.

Din perspectiva unui învățământ modern, în strânsă concordanță cu nevoile actuale ale societății, se impun tehnici moderne de studiu pentru elevi:

- brainstorming-ul, știu/vreau să știu/am învățat, jurnalul cu dubla intrare, metoda "SINELG", eseul de cinci minute, ciorchinele, cadranele, diagrama Venn, metoda Frisco, turul galeriei, cubul, bulgărele de zăpadă (piramida), mozaicul (jigsaw), discuția, problematizarea, dezbaterea, proiectul, studiul de caz.
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

O metodă interactivă ce poate fi integrată în activitățile de învățare la acest modul este metoda cubului.

Metoda presupune explorarea unui subiect din mai multe perspective. Pentru desfășurarea metodei, se parcurg următoarele etape:

1. Realizarea unui cub pe ale cărui fețe sunt scrise cuvintele: descrie, compară, analizează, asociază, aplică, argumentează.
2. Anunțarea temei.
3. Împărțirea clasei în 6 grupe, fiecare dintre ele examinând o temă de pe fețele cubului.
 - Descrie: culorile, formele, mărimile etc.
 - Compară: ce este asemănător, ce este diferit.
 - Analizează: spune din ce este făcut.
 - Asociază: la ce îți sugerează să te gândești?
 - Aplică: la ce poate fi folosit/(ă)?
 - Argumentează: pro sau contra și enumeră o serie de motive care vin în sprijinul afirmației tale.
4. Redactarea finală și împărțirea răspunsurilor cu celelalte grupe.
5. Afișarea formei finale a cubului pe tablă.

Profesorul realizează un cub pe fețele căruia sunt scrise cuvintele: descrie, compară, analizează, asociază, aplică și argumentează.

Fiecare grupă primește documentația tehnologică necesară (incompletă, pentru rezolvarea sarcinilor de lucru).

Metoda aleasă va fi aplicată la finalul parcurgerii modulului "Mașini electrice" în vederea recapitulării și fixării rezultatelor învățării legate de una dintre mașinile studiate: mașina asincronă. Este aplicată pentru toate cunoștințele, abilitățile și atitudinile cuprinse în SPP-ul asociat.

Colectivul clasei se împarte în 6 grupe:

- Grupa 1: Descrie construcția mașinii asincrone (stator, rotor, simbolizare).
- Grupa 2: Compară elementele constructive ale mașinii asincrone cu elementele constructive ale mașinii sincrone, din punct de vedere al formei și rolului îndeplinit în funcționare.
- Grupa 3: Analizează operațiile de montare și executare a conexiunilor precum și operațiile de verificare a funcționării mașinii asincrone.
- Grupa 4: Asociază materialele, aparatele și SDV-urile necesare, etapelor procesului tehnologic pentru montarea mașinii asincrone.
- Grupa 5: Aplică tehnologia de montare și executare a conexiunilor mașinii asincrone, conform fișelor tehnologice.
- Grupa 6: Argumentează necesitatea verificărilor și a întreținerii curente a mașinii electrice asincrone.

Sarcinile concrete de lucru ale fiecărei grupe pot fi formulate astfel:

Grupa 1: Descrie construcția mașinii asincrone (elementele componente, rolul elementelor, modul de amplasare la montaj):

– Elemente componente: stator, rotor, miez magnetic, bobinaj, placă de borne, scuturi, sistem de răcire, lagăre, cuplaje.

Grupa 2: Compară elementele constructive ale mașinii asincrone cu elementele constructive ale mașinii sincrone, din punct de vedere al formei și rolului îndeplinit în funcționare:

– Compararea pune în evidență asemănări și diferențe: rotor, stator, forme, rol funcțional al fiecăruia și particularități constructive.

Grupa 3: Analizează procesul tehnologic de montare și executare a conexiunilor precum și operațiile de verificare a funcționării mașinii asincrone

– Etapele procesului tehnologic: montarea statorului, montarea rotorului, executarea legăturilor, punerea sub tensiune a mașinii, efectuarea probelor. Completează fișa tehnologică a procesului.

Grupa 4: Asociază materialele, aparatele și SDV-urile necesare, etapelor procesului tehnologic pentru montarea și executarea conexiunilor precum și operațiilor de verificare a funcționării mașinii asincrone:

Scule: trusa electricianului, tile, clește de dezizolat.

Aparate: multimetru, voltmetru, ohmmetru.

Mașini: portabile de găurit, de transport (pod rulant).

Coduri: simboluri alfanumerice pentru cabluri, părți constructive ale mașinii asincrone Completează fișa tehnologică a procesului.

Grupa 5: Aplică tehnologia de montare și executare a conexiunilor mașinii asincrone, conform fișelor tehnologice.

Realizarea practică a lucrărilor de montare și executare a conexiunilor conform documentației tehnologice completate de colegii de la grupele precedente.

Grupa 6: Argumentează necesitatea verificărilor și a întreținerii curente a mașinii electrice asincrone.

Verificare: prin realizarea comenzilor posibile, la parametri nominali, în regim normal de funcționare;

Întreținere curentă: controlul periodic al funcționării normale, verificarea integrității, a legăturilor electrice

Localizare: prin observare, prin măsurare

	<p>Aplicați tehnologia de montare și executare a conexiunilor mașinii asincrone, conform fișelor tehnologice</p>		
<p>Descrieți construcția mașinii asincrone (elementele componente, rolul elementelor, modul de amplasare la montaj).</p>	<p>Comparați elementele constructive ale mașinii asincrone cu elementele constructive ale mașinii sincrone, din punct de vedere al rolului îndeplinit în funcționare</p>	<p>Asociați materialele, aparatele și SDV-urile necesare, etapelor procesului tehnologic pentru montarea și executarea conexiunilor precum și operațiilor de verificare a funcționării mașinii asincrone</p>	<p>Analizați procesul tehnologic de montare și executare a conexiunilor precum și operațiile de verificare a funcționării mașinii asincrone.</p>
	<p>Argumentați necesitatea verificărilor și a întreținerii curente a mașinii electrice asincrone</p>		

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.

LUCRARE DE LABORATOR

- a. Tema abordată:

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

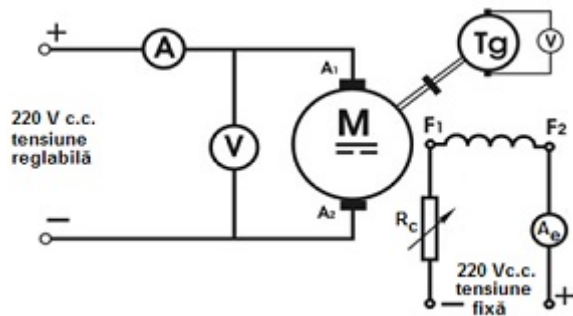
- b. Noțiuni teoretice.

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

În cadrul lucrării se vor măsura:

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

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



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

d. Breviar de calcul

Puterea absorbită de motor se calculează cu relația:

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

e. Instrucțiuni de lucru

- Se realizează montajul conform schemei anterioare
- Se variază:

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

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

- Turația se măsoară cu ajutorul tahogeneratorului (Tg) montat pe același ax cu rotorul motorului, citind indicația voltmetrului indicator.

- Se calculează, pentru fiecare set de valori (U;I) puterea consumată de motor

f. Tabel de date experimentale/date calculate

Rezultatele măsurătorilor și ale calculelor se trec în tabelul:

U [V]	I [A]	I(e) [mA]	P [W]	n [rot/min]

g. Concluzii și observații personale

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

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

Grilă de observație a comportamentului cognitiv al elevilor

Data:
 Scopul observației:
 Contextul în care se realizează observația (lucrarea):
 Clasa:
 Durata observației:

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

Notă

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

Observații/comentarii

Grilă de înregistrare a frecvenței unor categorii de comportamente

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

Notă

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

Observații / comentarii

● Sugestii privind evaluarea

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

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

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

– Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.

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

b. Finală:

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

Se propun următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Se propun următoarele instrumente de evaluare finală:

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

● Studiul de caz, cu variantele sale (prezentare de informații + sarcini de lucru pe baza acestora, sarcini de lucru rezolvate prin documentare + prezentare rezultate), folosit de exemplu, pentru un produs, o imagine, sau o înregistrare electronică referitoare la un anumit proces tehnologic.

● Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;

● Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

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

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

Se propune un test de evaluare ce vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională:

6.1.1. Mașini electrice (clasificare, notații și semne convenționale, mărimi nominale, subsansambluri constructive, domenii de utilizare)

6.2.1. Decodificarea notațiilor și semnelor convenționale ale mașinilor din schemele electrice

6.2.18. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate

6.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme.

Testul de evaluare are în vedere conținuturile corespunzătoare temelor din "Mașini electrice".

TEST DE EVALUARE

Timp de lucru: 50 minute

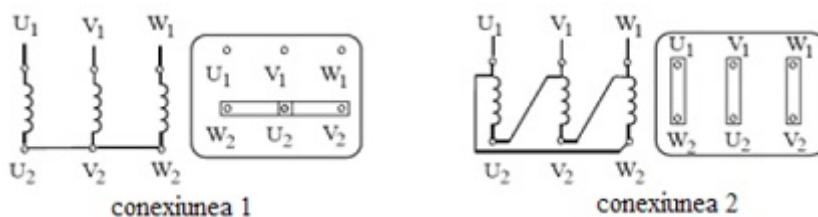
Se acordă din oficiu 10 puncte

SUBIECTUL I - 20 puncte

I.1. Scrieți, pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare răspunsului corect, pentru fiecare dintre itemii numerotați cu cifre de la 1 la 5.

Este corectă o singură variantă de răspuns. - 10p

1. În figura următoare sunt reprezentate conexiunile notate cu 1, respectiv 2, la placa de borne a unui motor asincron trifazat și anume:



- 1- stea, 2- triunghi;
 - 1 - stea, 2 - zig-zag;
 - 1 - triunghi, 2- zig-zag;
 - 1 - triunghi 2 - stea.
2. După tipul curentului absorbit, mașinile electrice se clasifică astfel:
- generatoare și convertizoare;
 - mașini monofazate și trifazate;
 - mașini de curent continuu și de curent alternativ;
 - mașini sincrone și asincrone
3. Înfășurarea unui transformator electric conectată la sursa de alimentare este înfășurarea:
- auxiliară;
 - primară;
 - principală;
 - secundară.
4. Rolul rotorului mașinii de c.c. este de a:
- genera câmpul magnetic inductor;
 - închide fluxul magnetic prin mașină;
 - produce tensiunea electromotoare indusă;
 - susține armătura statorică.
5. Rolul statorului mașinii de c.c. este de a:
- conduce curentul indus;
 - genera câmpul magnetic inductor;
 - produce tensiunea electromotoare indusă;
 - proteja armătura rotorică.
- I.2. Transcrieți pe foaia de răspuns, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals. - 10 puncte.
- Schimbarea sensului de rotație la motorul asincron monofazat nu se poate face schimbând două faze între ele.
 - Miezurile magnetice ale transformatoarelor asigură închiderea liniilor de câmp magnetic și sunt suport pentru înfășurări.
 - La pornirea directă a unui motor asincron monofazat se folosește un condensator, pentru a reduce curentul de pornire.
 - Motorul sincron are turația egală cu turația de sincronism, dependentă de frecvența tensiunii de alimentare și de numărul de poli.
 - Reglarea turației la motoarele asincrone se poate face prin schimbarea numărului de poli și a frecvenței tensiunii de alimentare.

SUBIECTUL II - 20 puncte

II.1. Scrieți pe foaia de răspuns, informația corectă care completează spațiile libere. - 10 puncte

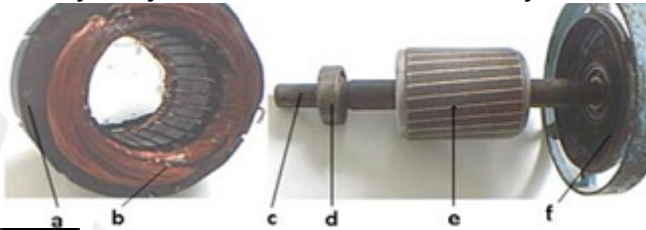
- Cu cât rezistența corpului omenesc este mai mică, cu atât intensitatea curentului ce străbate corpul omenesc este mai(1).....
- Cu cât secțiunea conductorului este mai(2)....., cu atât densitatea curentului este mai mare.
- Mașinile electrice rotative au două părți constructive de bază:(3)..... și(4)....., denumite și(5)..... .

II.2. În coloana A sunt enumerate elementele constructive ale mașinilor de curent continuu iar în coloana B sunt prezentate, pentru fiecare parte constructivă, rolul pe care îl are în funcționarea mașinii, în regim de generator. Scrieți, pe foaia de răspuns, asocierea dintre fiecare cifră din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B. - 10 puncte

A. Elemente constructive ale mașinii de curent continuu	B. Rolul funcțional în regim de generator
1. carcasa	a. asigură protecția împotriva pătrunderii corpurilor solide străine
2. colectorul	b. culege curentul electric de pe colector și îl transmite în circuitul exterior
3. miezul magnetic rotoric	c. generează câmpul magnetic inductor
4. polii principali statorici	d. suportul material prin care se închid liniile de câmp magnetic
5. sistemul de perii	e. transformă curentul alternativ din înfășurarea rotorică, în curent conținut
	f. transmite mișcarea de rotație către mașina de lucru

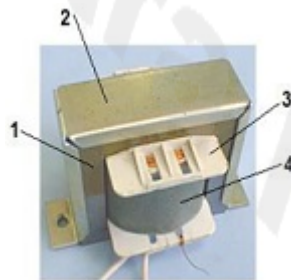
SUBIECTUL III - 50 puncte

III.1. Pentru fiecare element constructiv notat în figură cu litere de la a la f, completați tabelul următor, specificând denumirea, rolul funcțional și materialul din care este confecționat. - 30 puncte



Element	Denumire	Rol funcțional	Material
a			
b			
c			
d			
e			
f			

III.2. În figura următoare este reprezentat un transformator monofazat de mică putere. Pentru fiecare element notat cu cifre de la 1 la 4, completați tabelul alăturat figurii, specificând denumirea elementului respectiv și materialul din care este realizat. - 20p



Element	Denumire	Material
1		
2		
3		
4		

Barem de corectare și notare

- Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct. Nu se acordă punctaje intermediare, altele decât cele precizate explicit în barem.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea la 10 a punctajului total obținut pentru lucrare.

SUBIECTUL I - 20 puncte

I.1. 10 puncte

1-a, 2-c, 3-b, 4-c, 5-b

Pentru fiecare răspuns corect, se acordă câte 2 puncte.

I.2. 10 puncte

1 - F, 2 - A, 3 - F, 4 - A, 5 - A.

Pentru fiecare răspuns corect, se acordă câte 2 puncte.

SUBIECTUL II - 20 puncte

II.1. 10 puncte

(1) - mare; (2) - mică; (3) - stator; (4) - rotor; (5) - armături.

Pentru fiecare răspuns corect, se acordă câte 2 puncte.

II.2. 10 puncte

1 - a; 2 - e; 3 - d, 4 - c, 5 - b.

Pentru fiecare răspuns corect, se acordă câte 2 puncte.

SUBIECTUL III - 50 puncte

III.1. 30 puncte

Element	Denumire	Rol/roluri funcțional/(e)	Material
a	carcasă	asigură protecția împotriva pătrunderii corpurilor solide străine, ajută la răcirea mașinii în funcționare, suprt pentru armătura statorică	oțel
b	înfășurare statorică	generează câmpul magnetic inductor	conductor de cupru izolat
c	arbore	transmite mișcarea și constituie suport pentru armătura rotorică	oțel
d	rulment (lagăr de rostogolire)	permite mișcarea armăturii rotorice față de stator	oțel
e	înfășurare rotorică	produce cuplul activ de mișcare	aluminu sau cupru
f	scut frontal	asigură închiderea etanșă a carcasei	oțel

Se acordă 30 puncte astfel: 6 puncte pentru denumiri (câte 1 punct pentru fiecare), 18 puncte pentru rolurile funcționale (câte 2 puncte pentru fiecare) și 6 puncte pentru materiale (câte 1 punct pentru fiecare). Se punctează orice formulare echivalentă, corectă și completă.

Se acordă 21 puncte astfel: 6 puncte pentru denumiri (câte 1 punct pentru fiecare), 9 puncte pentru rolurile funcționale precizate corect dar incomplet (câte 2 puncte pentru fiecare) și 6 puncte pentru materiale (câte 1 punct pentru fiecare).

III.2. 20 puncte

Element	Denumire	Material
1	miez magnetic	oțel electrotehnic
2	cacasă	oțel
3	carcasă înfășurare	material electroizolant
4	înfășurări	conductor de cupru izolat

Se acordă câte 3 puncte pentru fiecare denumire și câte 2 puncte pentru fiecare material.

• Bibliografie

[1] * * * Standardele de pregătire profesională pentru calificările din domeniul electric

[2] <http://eprofq.ro/tehnica/materiale-auxiliare/>

[3] Bichir, N., Mihoc, D., Boțan, C., Hilohi, Sabina, Mașini, aparate, acționări și automatizări, Manual pentru clasele a XI-a și a XI-a, licee industriale și școli profesionale, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 1996

[4] Mareș FI., Druță, Iana, Mașini electrice. Manual pentru clasa a XI -a , Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 2007

[5] [http://www.gnm.ro/staticdocs/Ntic cu anexe.pdf](http://www.gnm.ro/staticdocs/Ntic%20cu%20anexe.pdf)

[6] http://www.mie.ro/documente/dezvoltare_teritoriala/amenajarea_teritoriului/patn_elaborate/secVI/raport_mediu_faza2/vol2/anexa3.pdf

MODUL IV. SISTEME FOTOVOLTAICE

• Notă introductivă

Modulul "Sisteme fotovoltaice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional. Modulul are alocat un numărul de 192 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

– 32 ore/an - laborator tehnologic

– 128 ore/an - instruire practică

Modulul "Sisteme fotovoltaice" 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 3 - Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 7. STRUCTURA ȘI FUNCȚIONAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
7.1.1.	7.2.1 7.2.2 7.2.14 7.2.18 7.2.19	7.3.1. 7.3.2.	Celule fotovoltaice. - Principiul de funcționare al celulei fotovoltaice; - Factorii de care depinde eficiența celulei fotovoltaice; - Tehnologii de fabricație ale celulei fotovoltaice Randamentele diferitelor tehnologii; - Caracteristicile celulelor fotovoltaice. Parametrii celulei fotovoltaice; - Conectare serie/ paralel a celulelor fotovoltaice; Softuri educaționale specifice.
7.1.2. 7.1.7. 7.1.8	7.2.3 7.2.4 7.2.5 7.2.6 7.2.14 7.2.18 7.2.19 7.2.20 7.2.21	7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6	Panouri fotovoltaice - Tehnologii de realizare a panourilor fotovoltaice (tipuri, construcție, parametri, caracteristici); - Factori care influențează eficiența panourilor fotovoltaice; - Caracteristica curent-tensiune; - Conectarea serie/paralel; - Dimensionarea panourilor fotovoltaice în funcție de necesarul de energie al consumatorului; - Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor; • Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice;
7.1.3. 7.1.7. 7.1.8	7.2.7. 7.2.8. 7.2.9. 7.2.10. 7.2.11. 7.2.12. 7.2.14. 7.2.18. 7.2.19. 7.2.20. 7.2.21.	7.3.1. 7.3.2. 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6	Structura sistemelor fotovoltaice -Tipuri de sisteme fotovoltaice: principiul de funcționare, elementele componente ale sistemelor fotovoltaice, reprezentări grafice cuprinse în schemele electrice; - Elemente componente ale sistemelor fotovoltaice: • Invertoare: rol, funcționare, tipuri, parametri, scheme de principiu, alegerea în funcție de consumator; • Acumulatori pentru panouri fotovoltaice: rol, tipuri, alegerea acumulatorilor, parametri, avantaje, dezavantaje, conectarea acumulatorilor în serie/paralel; • Controlere de încărcare(regulatoare): rol, tipuri, scheme de principiu, specificații tehnice, alegerea reguletoarelor de încărcare; • Convertoare statice : rol, tipuri, scheme de principiu; • Conductoare: tipuri, etichetare/marcare, conectori solari , alegerea conductoarelor; - Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor; - Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice;
7.1.4. 7.1.7. 7.1.8	7.2.7. 7.2.9. 7.2.10. 7.2.13. 7.2.14. 7.2.18. 7.2.19. 7.2.20. 7.2.21.	7.3.1. 7.3.2. 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6	Funcționarea sistemelor fotovoltaice - Sisteme fotovoltaice fără conectare la rețeaua națională (off-grid), elemente componente, avantaje, dezavantaje, condiții de utilizare și funcționare, reprezentări grafice ale circuitelor electrice; • Sisteme fotovoltaice cu conectare la rețeaua națională (on grid), elemente componente, avantaje, dezavantaje, condiții de utilizare și funcționare, reprezentări grafice ale circuitelor electrice; • Sisteme fotovoltaice hibride elemente componente, avantaje, dezavantaje, condiții de utilizare și funcționare, reprezentări grafice ale circuitelor electrice; • Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor; • Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice;
7.1.5. 7.1.7. 7.1.8	7.2.15 7.2.16 7.2.18 7.2.19 7.2.20 7.2.21	7.3.1. 7.3.2. 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6	Elemente de protecție a sistemelor fotovoltaice - Efectele supracurenților și supratensiunilor atmosferice asupra sistemelor fotovoltaice. - Elemente de protecție pentru echipamentele și instalațiile electrice din sistemele fotovoltaice (rol, specificații tehnice, montare): • descărcătoare • disjunctoare • siguranțe fuzibile - Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor - Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice
7.1.6. 7.1.7. 7.1.8	7.2.17. 7.2.18 7.2.19 7.2.20 7.2.21	7.3.1. 7.3.2. 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6	Sisteme de automatizare și monitorizare a funcționării sistemelor fotovoltaice - Necesitatea automatizării și monitorizării sistemelor fotovoltaice; - Produse de automatizare și monitorizare existente pe piață (elemente componente, caracteristici tehnice, utilizare) • sistem de automatizare pentru controlul panoului fotovoltaic, etc. • sistem de monitorizare a temperaturii; • sisteme de monitorizare a parametrilor electrici(contor smart); - Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor; - Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice;

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):

1. Materiale: panou fotovoltaic, invertoare, baterii, încărcătoare, socluri, pro file, sârme, conductoare, izolatoare, cuploare, prize, conectori, cabluri și conductoare solare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, tuburi de protecție, accesorii, lămpi LED

2. Echipamente și aparate utilizate: baterii de acumuloare, invertoare, convertoare cc-ca, panouri fotovoltaice de mici dimensiuni, controllere/ reglatoare de încărcare, kit fotovoltaice complete de mici dimensiuni, aparate de semnalizare/monitorizare și control, tester securitate electrică sisteme și izolație instalații fotovoltaice, aparate pentru automatizări, aparate de conectare, aparate de măsură și protecție: multimetru, voltmetru, ohmmetru, contor de energie electrică, siguranțe, disjunctoare
3. SDV-uri și utilaje specifice lucrărilor de montare a panourilor fotovoltaice: clești de sertizare, analizor curenți-tensiune pentru module solare și sisteme solare complete, termometre cu sistem infraroșu
4. Mijloace de măsură și control: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea irradiației etc
5. Documentație tehnică și tehnologică
6. Softuri educaționale specifice
7. Panoplii cu componente și subansambluri ale sistemelor fotovoltaice
8. Trusa electricianului, șubler, ruletă.
9. Echipament individual de securitatea muncii

Sugestii metodologice

Conținuturile programei trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Repartizarea numărului de ore alocate fiecărei teme rămâne la latitudinea profesorului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale elevilor 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.

Modulul "SISTEME FOTOVOLTAICE", poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în cabinete, în laboratoare și în ateliere din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform specificațiilor din standardul de pregătire profesională.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare caracteristicile de învățare ale fiecărui elev.

Pentru obținerea rezultatelor învățării vizate de parcurgerea modulului, pot fi derulate activități de învățare variate. Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- 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 ciorchinului, etc;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.) elaborarea de referate interdisciplinare, exerciții de documentare din diferite surse (reviste de specialitate, cataloage de produse, Internet, documentația tehnică furnizată de producători, bibliotecă virtuală), exerciții de demontare / montare a componentelor sistemelor fotovoltaice, studii de caz asupra unor soluții constructive pentru componentele sistemelor fotovoltaice, vizionări de materiale video care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă.

Pentru obținerea rezultatelor învățării vizate de parcurgerea modulului "Sisteme fotovoltaice", se recomandă următoarele activități practice de învățare:

Pentru laboratorul tehnologic:

- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/DVD-uri);
- activități de învățare bazate pe comunicare;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități de lucru în grup/ în echipă.

Pentru instruirea practică:

- activități practice;
- exerciții de interpretare a documentației tehnice;
- exerciții de recunoaștere, utilizare și manevrare a echipamentelor SV;
- studii de caz;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/ în echipă.

În sprijinul aplicării acestor recomandări pentru obținerea rezultatelor învățării prin activități practice, propunem următoarele liste de lucrări:

Lista lucrărilor de laborator tehnologic recomandate:

- Experimente pentru explicarea efectului fotovoltaic
- Identificarea tipurilor constructive de celule fotovoltaice
- Studiul funcționării celulelor fotovoltaice
- Montarea unei celule fotovoltaice funcționale într-un circuit electric care alimentează un consumator de mică putere.
- Măsurători pe circuitul solar: tensiune de circuit deschis și curent de scurtcircuit la niveluri diferite de iluminare, unghiuri de iradiere și temperaturi
- Comportarea celulelor fotovoltaice la variația temperaturii
- Conectare serie/ paralel a celulelor fotovoltaice
- Studiul panourilor fotovoltaice construcție, parametrii caracteristici
- Trasarea caracteristicii curent-tensiune a modulelor/panourilor fotovoltaice
- Conectarea serie/paralel a panourilor fotovoltaice
- Testarea și punerea în funcțiune a unei modul fotovoltaic
- Conectarea acumulatorilor în serie/paralel

Lista lucrărilor recomandate pentru instruirea practică:

Lucrări practice de:

- Identificare a elementelor componente ale sistemelor fotovoltaice
- Citirea simbolurilor și semnelor convenționale, identificarea bornelor elementelor componente ale sistemelor fotovoltaice
- Studiul construcției și funcționării elementelor componente ale sistemelor fotovoltaice (invertoare, controllere, convertoare statice);
- Verificarea caracteristicilor și funcționalității elementelor sisteme fotovoltaice prin comparare cu datele de catalog/specificațiile tehnice;
- Conectarea conductoarelor la borne, modalități de interconectare;
- Alegerea invertoarelor după specificațiile tehnice și consumatori;
- Alegerea secțiunii conductoarelor folosite în sistemele fotovoltaice;
- Măsurarea tensiunilor și curenților; eficiență și forme de tensiune în curent alternativ pentru un invertor off-grid/on-grid;
- Punerea în funcțiune și întreținerea sistemelor de baterii cu invertoare pentru centrale fotovoltaice;
- Alegerea și dimensionarea aparatelor de protecție, interpretarea specificațiilor tehnice;
- Montarea și utilizarea aparatelor de măsură, monitorizare și înregistrare;
- Dimensionarea unui sistem off-grid cu parametrii specificați;
- Utilizare corectă și sigură a uneltelor și echipamentului, identificarea pericolelor electrice sau non-electrice asociate cu instalațiile panouri fotovoltaice ex. circuite de c.c. precum și de c.a.;
- Respectarea normelor de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor;
- Respectarea normelor de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice.

Lista lucrărilor practice poate fi adaptată la condițiile specifice oferite de partenerul de practică, cu condiția ca toate rezultatele învățării specificate în standardul de pregătire profesională și vizate de acest modul să poată fi obținute.

Lucrul în echipă, simularea, practica în laborator/la unități economice, discuțiile de grup, prezentările video, multimedia și electronice, teme 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;
- învățarea interactiv-creativă;

– 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 genul discuțiilor, asaltului de idei, etc.;

– folosirea unor strategii care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu mediul de afaceri în care va putea valorifica rezultatele dobândite ale învățării și își va construi o carieră;

– însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă.

Modulul "SISTEME FOTOVOLTAICE" 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 agenții economici din domeniu poate oferi posibilitatea ca datele informațional-aplicative obținute în cadrul obiectivelor vizitate să aibă un rol instructiv, demonstrativ sau aplicativ.

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, tehnica 6-3-5, "Controversa creativă", tehnica acvariului, tehnica focus - grupului, metoda Frisco, sinectica, Buzz-groups, metoda Delphi, discuția panel etc. Aplicarea acestor metode va consolida caracterul interactiv al învățării și va contribui la formarea elevilor ca persoane active, capabile să ia decizii și să rezolve problemele vieții prin acțiune.

Dezvoltarea soluțiilor moderne pentru sistemele fotovoltaice a fost rodul unor procese de investigare și de aplicare a celor mai bune soluții pentru problemele specifice. De multe ori, ideile sau născut prin efortul unor echipe de cercetare-dezvoltare, membrii acesteia formulând ipoteze care apoi erau analizate și evaluate prin diverse metode.

O metodă pe care o propunem elevilor este metoda "MOZAIC" combinată cu "Organizatorul grafic"

Rezultate ale învățării avute în vedere:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
7.1.4. Funcționarea sistemelor fotovoltaice 7.1.7. Norme de protecție a mediului și gestionarea deșeurilor	7.2.7. Identificarea elementelor componente ale sistemelor fotovoltaice 7.2.13. Analizarea funcționării elementelor componente ale sistemelor fotovoltaice pentru configurații posibile 7.2.14. Utilizarea Internet-ului în culegerea și selectarea de informații referitoare la componentele sistemelor fotovoltaice. 7.2.18. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea funcționării sistemelor fotovoltaice 7.2.19. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate	7.3.1. Manifestarea interesului față de evoluțiile tehnologice din domeniul sistemelor fotovoltaice 7.3.2. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită 7.3.3. Respectarea disciplinei tehnologice a muncii 7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 7.3.6. Respectarea normelor de protecție a mediului și de colectare selectivă și reciclare a deșeurilor

Prezentarea sintetică a metodei:

METODA "MOZAIC"

Etapele metodei:

Mod de organizare a activității/a clasei:

- a) Profesorul organizează elevii din clasă pe grupe de câte 4 elevi- Grupe de bază-(pentru 24 elevi - 6 grupe de bază)

Grupele de bază					
Grupa de bază 1	Grupa de bază 2	Grupa de bază 3	Grupa de bază 4	Grupa de bază 5	Grupa de bază 6
Elev 1.1	Elev 2.1	Elev 3.1	Elev 4.1	Elev 5.1	Elev 6.1
Elev 1.2	Elev 2.2	Elev 3.2	Elev 4.2	Elev 5.2	Elev 6.2
Elev 1.3	Elev 2.3	Elev 3.3	Elev 4.3	Elev 5.3	Elev 6.3
Elev 1.4	Elev 2.4	Elev 3.4	Elev 4.4	Elev 5.4	Elev 6.4

- b) Profesorul, din grupele de bază reorganizează colectivul de elevi în 4 Grupe de experți

- Elevii din grupele de bază numără fiecare de la 1 la 4
- toți elevii cu numărul 1 din grupele de bază vor forma Grupa A de experți (6 elevi experți în grupa A),
- toți elevii cu numărul 2 vor forma Grupa B de experți, ș.a.m.d.

Grupele de experți			
Grupa A de experți	Grupa B de experți	Grupa C de experți	Grupa D de experți
Elev 1.1	Elev 1.2	Elev 1.3	Elev 1.4
Elev 2.1	Elev 2.2	Elev 2.3	Elev 2.4
Elev 3.1	Elev 3.2	Elev 3.3	Elev 3.4
Elev 4.1	Elev 4.2	Elev 4.3	Elev 4.4
Elev 5.1	Elev 5.2	Elev 5.3	Elev 5.4
Elev 6.1	Elev 6.2	Elev 6.3	Elev 6.4
Tema:	Tema:	Tema:	Tema:

c) Profesorul distribuie sarcinile de lucru pentru fiecare grupă de experți. Fiecare grupă de experți va analiza un aspect al activității, prin rezolvarea exercițiilor 1 și 2 propuse în fișa de lucru.

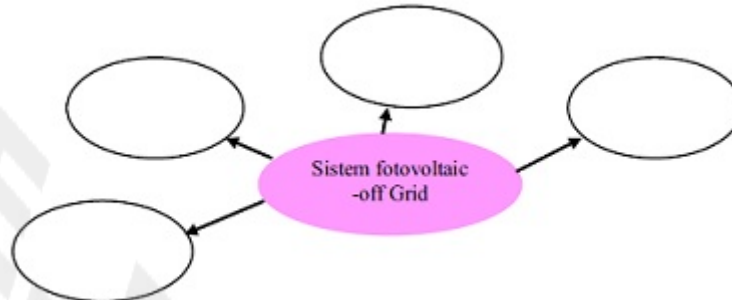
d) La finalul analizei din grupele de experți, profesorul retrimite elevii în grupele de bază. Fiecare elev își va învăța colegii de grupă ceea ce a studiat în grupa de experți.

e) În grupele de bază elevii rezolvă cerințele din fișa de lucru 5 pentru a analiza și compara cele trei tipuri de sisteme fotovoltaice. Rezolvările fiecărei grupe de elevi sunt discutate în clasă.

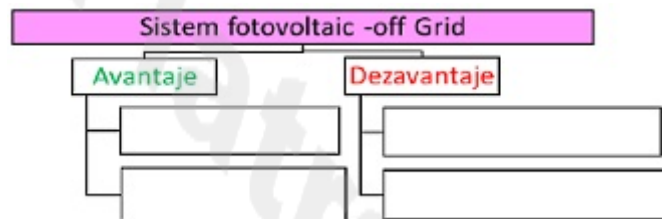
Fișe de lucru - pentru grupele de experți

I. Fișa de lucru - Grupa A - Sisteme fotovoltaice fără conectare la rețeaua națională (off Grid)

1. Completează graficul următor cu elementele sistemului fotovoltaic fără conectare la rețeaua națională

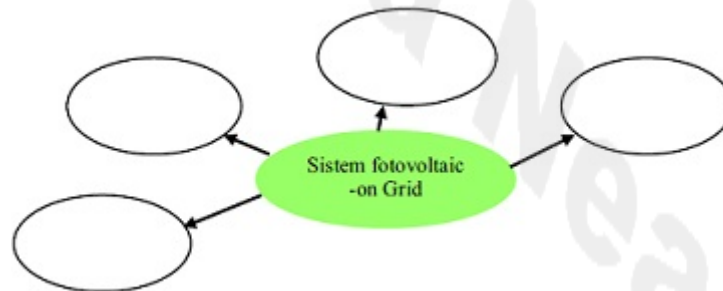


2. Analizează din punct de vedere al elementelor componente, al consumatorului de energie electrică și al implicațiilor pentru mediu, sistemul fotovoltaic -off Grid și completează cu două avantaje și două dezavantaje.

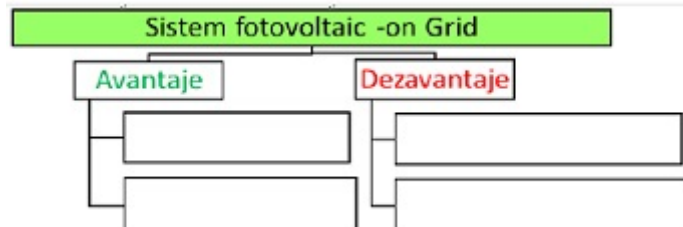


II. Fișa de lucru 2 -Grupa B- Sisteme fotovoltaice cu conectare la rețeaua națională (on Grid)

1. Completează graficul următor cu elementele sistemului fotovoltaic cu conectare la rețeaua națională

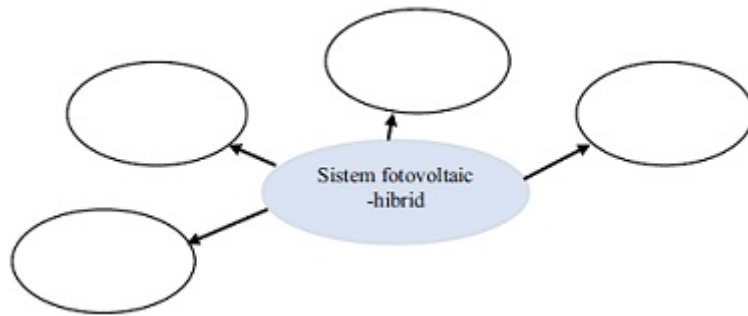


2. Analizează din punct de vedere al elementelor componente, al consumatorului de energie electrică și al implicațiilor pentru mediu sistemul fotovoltaic -on Grid și completează cu două avantaje și două dezavantaje acest sistem.

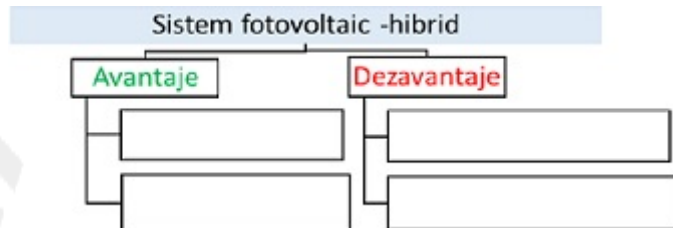


III. Fișa de lucru 3 - Grupa C- Sisteme fotovoltaice Hibrid

1. Completează graficul următor cu elementele sistemului fotovoltaic hibrid

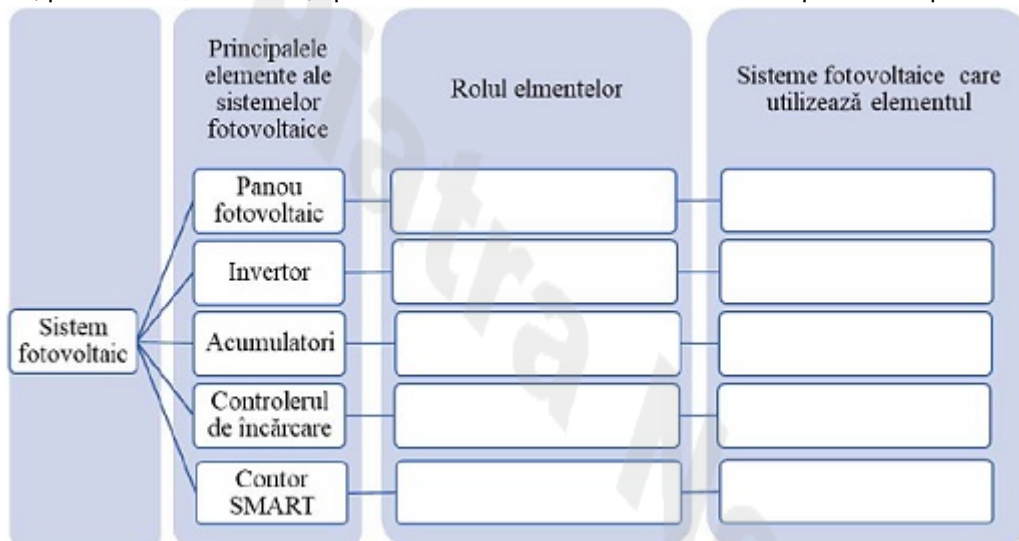


2. Analizează din punct de vedere al elementelor componente, al consumatorului de energie electrică și al implicațiilor pentru mediu sistemul fotovoltaic -hibrid și completează cu două avantaje și două dezavantaje acest sistem.



IV. Fișa de lucru 4 -Grupa D- Rolul principalelor elemente ale sistemului fotovoltaic

1. Completează în graficul următor rolul principalelor elemente ale sistemelor fotovoltaice
2. Enumeră, pentru fiecare element, tipul de sistem fotovoltaic din care acesta poate face parte



Fisa de lucru - Grup de bază

V. Fișa de lucru 5

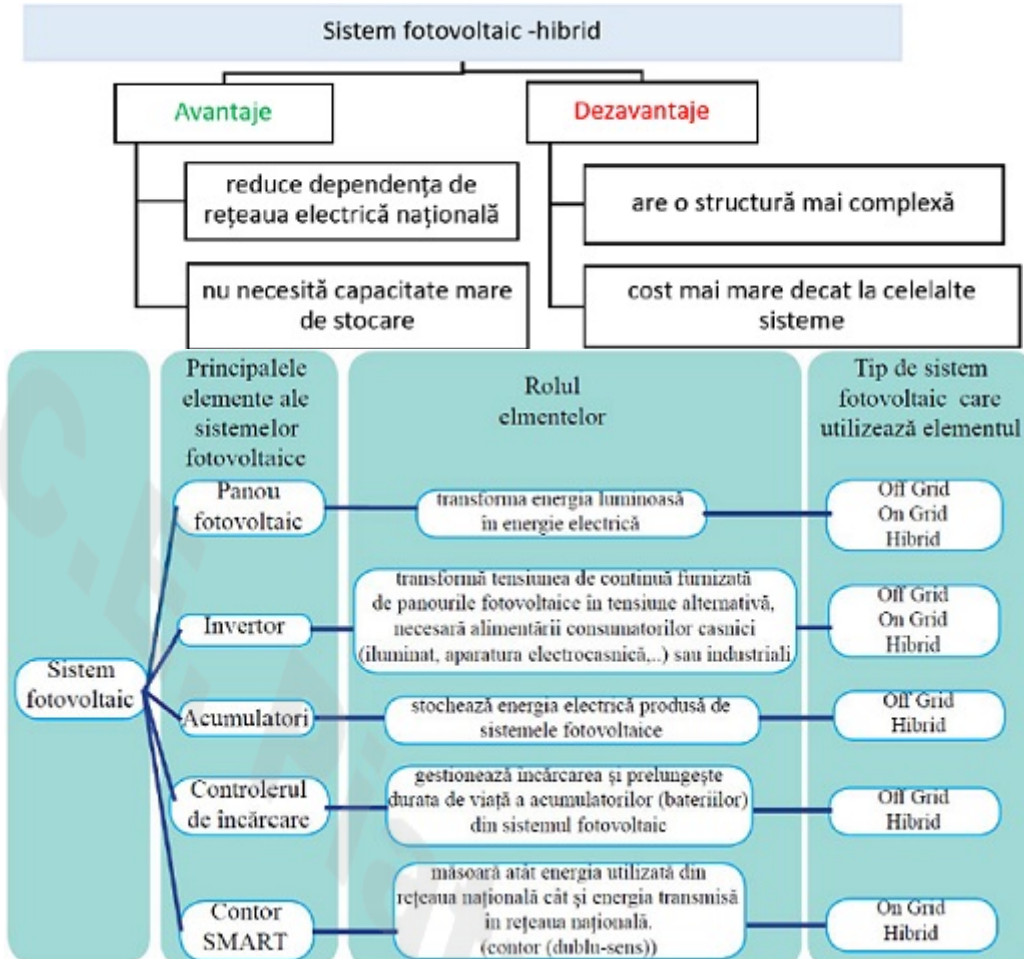
1. Analizați cele trei tipuri de sisteme fotovoltaice, și notați în tabelul următor principalele asemănări și deosebiri între acestea.

Analiza din punct de vedere al elementelor componente	Sistem fotovoltaic cu conectare la sistemul energetic național (on- grid) (Sistem A)	Sistem fotovoltaic fără conectare la sistemul energetic național (off-grid) (Sistem B)	Sistem fotovoltaic hibride (Sistem C)
Elemente comune pentru cele 3 sisteme			
Elemente comune pentru sistemele A si B			
Elemente comune pentru sistemele B si C			
Elemente comune pentru sistemele A si C			
Elemente specifice doar unui sistem			

2. Argumentați alegerea unui anumit tip de sistem fotovoltaic pentru următoarele situații:

- a. Punctul de consum (locuința sau întreprinderea) se află într-un loc izolat la munte;
- b. Punctul de consum (locuința sau întreprinderea) se află pe un vapor;
- c. Consumatorul dorește reducerea/eliminarea cheltuielilor cu energia.

Exemplu de rezolvare afişelor de lucru



Analiza din punct de vedere al elementelor componente	Sistem fotovoltaic cu conectare la sistemul energetic național (on- grid) (Sistem A)	Sistem fotovoltaic fără conectare la sistemul energetic național (off-grid) (Sistem B)	Sistem fotovoltaic hibride (Sistem C)
Elemente comune pentru cele 3 sisteme	Panou fotovoltaic Invertor		
Elemente comune pentru sistemele A și B	Panou fotovoltaic Invertor		
Elemente comune pentru sistemele B și C		Panou fotovoltaic Controler de încărcare Baterii Invertor	
Elemente comune pentru sistemele A și C	Panou fotovoltaic Invertor Contor		Panou fotovoltaic Invertor Contor
Elemente specifice doar unui sistem	-	-	-

Un exemplu de activitate practică pentru LABORATOR TEHNOLOGIC

Tema lucrării: Trasarea caracteristicii curent -tensiune $I=f(U)$ a panoului fotovoltaic la variația energiei radiației luminoase

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
7.1.2. Panouri fotovoltaice 7.1.8. Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice sistemelor fotovoltaice	7.2.3. Identificarea tipurilor de panouri fotovoltaice 7.2.4. Analizarea funcționării și compararea panourilor fotovoltaice 7.2.9. Interpretarea informațiilor cuprinse în documentația tehnică și tehnologică utilizată la locul de muncă 7.2.10. Interpretarea reprezentărilor grafice cuprinse în schemele electrice 7.2.19. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă	7.3.2. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită 7.3.3. Respectarea disciplinei tehnologice a muncii 7.3.4. Respectarea normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate

– Mod de organizare a activității/a clasei: activitate de grup cu sarcini de lucru și schimb de idei
– Scurtă descriere a activității: Se împarte clasa în 6 grupe de câte 3-4 elevi. Se pun la dispoziția fiecărui grup resursele materiale și se formulează cerințele. Elevii rezolvă sarcinile de lucru și formulează concluziile. La finalul activității, conform timpului alocat, fiecare grupă își exprimă propriile concluzii. Profesorul apreciază concluziile corecte și formulează o concluzie finală.

– Obiective:

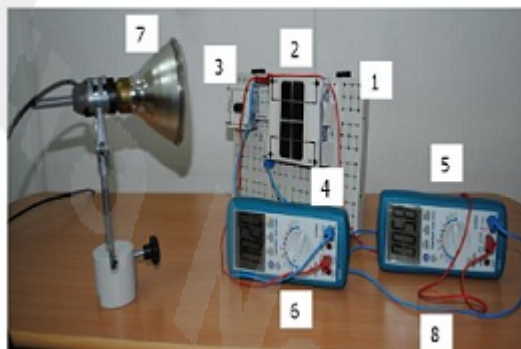
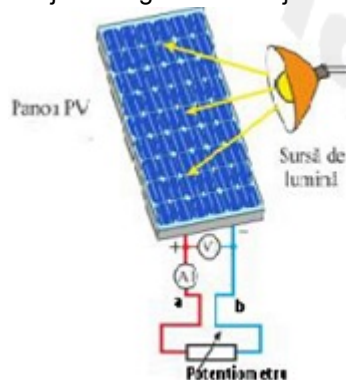
- Realizarea circuitului electric conform schemei;
- Măsurarea mărimilor electrice (U, I);
- Trasarea caracteristicilor ce exprimă dependența $I=f(U)$ a panourilor fotovoltaice la variația energiei radiației luminoase.

– Resurse materiale:

1. Suport de prindere;
2. Panou solar format din 4 celule fotovoltaice 2 V / 0.3 A;
3. Potențiometru 220 V, 3 W;
4. Conectori punte;
5. Voltmetru/Multimetru ex. voltmetru cc., $U \leq 3$ V;
6. Ampermetru/ Multimetru, ex. ampermetru cc. $I \leq 200$ mA;
7. Sursă de lumină, 1000W;
8. Cabluri, 50 cm, roșu și albastru;

– Desfășurarea lucrării:

- Realizați montajul din figura de mai jos



1.1. Montajul experimental pentru determinarea caracteristicilor $I=f(U)$ panoului fotovoltaic

- Montați panou fotovoltaic pe suportul de prindere și conectați polul negativ din partea superioară la polul pozitiv din partea inferioară prin intermediul a doi conectori punte (se obține un panou solar cu patru celule legate în serie);
- Montați potențiometrul cu funcție de rezistență variabilă și conectați-l la panoul solar cu un conector-punte;
- Conectați ampermetrul în serie cu panoul solar și rezistența variabilă;
- Selectați domeniul de măsurare 100 mA c.c.;
- Conectați voltmetrul în paralel cu panoul solar. Selectați domeniul de măsurare 3 V c.c.;
- Conectați sursa de lumină la rețea și așezați-o astfel încât panoul solar să fie iluminat uniform.

– Cerințe:

- Închideți circuitul, mai întâi scurtcircuitând rezistența variabilă cu un conector-punte suplimentar între punctele a și b, și alegeți distanța între panou și becul cu halogen astfel încât curentul de scurtcircuit să fie de aprox. 100 mA.
- Îndepărtați conectorul-punte de scurtcircuit și măriți tensiunea terminală, respectiv scădeți intensitatea pas cu pas, modificând rezistența de sarcină.
- La fiecare pas citiți curentul și tensiunea și notați-le.
- Întrerupeți circuitul și măsurați tensiunea de circuit deschis (de funcționare în gol).
- Ajustați un curent de scurtcircuit de aprox. 75 mA, apoi de 50 mA și 25 mA, mărin distanța până la becul de halogen, și repetați seria de experimente.

Notă: Experimentul se va derula conform etapelor propuse în descrierea lucrării de laborator, cu respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

– Prezentarea rezultatelor:

- Elevii completează tabelul cu valorile măsurate și trasează caracteristica $I = f(U)$

← MINIMUM		ILUMINARE				MAXIMUM →	
Seria 4		Seria 3		Seria 2		seria 1	
U (V)	I(mA)	U (V)	I(mA)	U (V)	I(mA)	U(V)	I(mA)
	25*)	50*)			75*)		100*)
U+							

Tabel. 1. Valorile măsurate ale tensiunii U la bornele panoului fotovoltaic și curentul I care trece prin rezistența de sarcină (potențiomtru)

*) Curent de scurtcircuit

+ Tensiune de circuit deschis(funcționare în gol)

• Elevii formulează concluzii referitoare la variația curentului în funcție de tensiunea la bornele panoului fotovoltaic pentru diferite intensități luminoase.

– Intervenția profesorului

– Verifică realizarea montajului și urmărește modul de lucru;

– Urmărește respectarea normelor de protecția muncii;

– Formulează întrebări și concluzii finale.

– Timp de lucru: 45 de minute pentru realizarea lucrării și formularea concluziilor, 5 minute pentru prezentarea concluziilor

Recomandări pentru activitățile on-line

Recomandăm ca activitățile de predare-învățare-evaluare desfășurate on-line să integreze o varietate de resurse educaționale care să faciliteze înțelegerea și obținerea rezultatelor învățării specificate în standardul de pregătire profesională:

– softuri educaționale pentru dimensionarea și proiectarea unui sistem fotovoltaic: <https://photovoltaic-software.com/pv-softwares-calculators/free-photovoltaic-software>

– soluțiile integrate de e-learning oferite de platforme specializate în domeniul fotovoltaic de exemplu platforma <https://library.livresq.com/>,

– platforme cu resurse educaționale deschise, de exemplu:

• https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en

• https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVTR

• <https://www.didactic.ro/>

– tutoriale, podcasturi și alte materiale video despre construcția, funcționarea și mentenanța sistemelor fotovoltaice, de exemplu:

• <https://www.youtube.com/watch?v=bjSPQqazLC0>

• <https://www.youtube.com/watch?v=VO62b1x6RwY>

• <https://www.youtube.com/watch?v=kwxoRIW3x60>

• <https://www.youtube.com/watch?v=hTUeDLYa5Wg>

– reviste on-line de specialitate:

• <https://www.romsir.ro/>

• <https://www.ttonline.ro/revista/eficienta-energetica/producerea-de-energie-electrica-din-surse-regenerabile-ii>

• <https://www.portalcontabilitate.ro/tags/panouri-fotovoltaice/>

• <https://www.hindawi.com/journals/ijp/2014/895271/>

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 competențele propuse în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi:

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

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

– planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp;

– va fi realizată pe baza unor probe care se referă la criteriile de evaluare și la indicatorii de evaluare, corelate cu standardul de evaluare specificat în Standardul de Pregătire Profesională pentru fiecare rezultat al învățării;

b. Finală, realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare și evaluare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor. Propunem următoarele instrumente de evaluare continuă:

- fișe de observație, fișe de lucru, fișe de autoevaluare;
- teste cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme.

Propunem următoarele instrumente de evaluare finală:

- proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport; poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi;
- studiul de caz, care poate consta în descrierea unui proces sau a unei situații specifice de alegere a tipului de panou fotovoltaic, după considerente de construcție și eficiența/cost;
- portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare, etc.

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

Prezentăm un instrument de evaluare, prin care se poate determina capacitatea elevilor de a realiza conexiuni cu elementele componente ale sistemelor fotovoltaice și de a interpreta specificațiile tehnice ale acestora.

Un exemplu de instrument de evaluare pentru o probă practică, care vizează următoarele rezultate ale învățării:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
7.1.3. Structura sistemelor fotovoltaice	7.2.8. Alegerea componentelor sistemelor fotovoltaice după caracteristicile tehnice oferite 7.2.12. Realizarea conexiunilor serie/paralel a componentelor sistemelor fotovoltaice și interpretarea rezultatelor. 7.2.18. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea funcționării sistemelor fotovoltaice 7.2.19. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate 7.2.20. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă 7.2.21. Recuperarea și refolosirea materialelor în cadrul lucrărilor de realizare a sistemelor fotovoltaice, gestionarea deșeurilor	7.3.3. Respectarea disciplinei tehnologice a muncii 7.3.4. Respectarea normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate 7.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme 7.3.6. Respectarea normelor de protecție a mediului și de colectare selectivă și reciclare a deșeurilor

Enunțul temei pentru proba practică: Conectarea acumulatorilor pentru sisteme fotovoltaice

Sarcini de lucru:

1. Indicați mărimile caracteristice și apoi citiți specificațiile tehnice ale acumulatorilor de pe masa de lucru;
2. Măsurați tensiunea la bornele acumulatorului la funcționarea în gol;
3. Realizați schemele electrice de conectare în paralel a acumulatorilor;
4. Realizați practic legăturile și efectuați măsurarea tensiunii la borne la funcționarea în gol pentru fiecare grupare în parte;
5. Completați tabelul de mai jos:

Conexiune	Tensiunea la bornele unui acumulator	Capacitatea de descărcare a unui acumulator (curentul)	Tensiunea grupării	Capacitatea de descărcare a grupării (curentul)
2 acumulatori de același tip				
3 acumulatori de același tip				

6. Precizați normele de protecția muncii care se impun la realizarea legăturilor și de protecția mediului precum și de gestionarea deșeurilor;

7. Formulați concluziile.

Materiale și echipamente necesare pentru realizarea practica a lucrării propuse:

- Trusa electricianului;
- Acumulatori pentru sisteme fotovoltaice;
- Cleme, conductoare și conectori de diferite tipuri;
- Mijloace de măsură și control: voltmetru.

Grilă de evaluare:

Elev

Indicatori de realizare și ponderea acestora	

Nr. crt	Criteria de realizare și ponderea acestora		punctaj maxim	punctaj realizat	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	35%	Indicarea mărimilor caracteristice ale acumulatorilor pentru sisteme fotovoltaice	10p	
			Citirea specificațiilor tehnice ale acumulatorilor pentru sisteme fotovoltaice	10p	
			Realizarea schemelor electrice de conectare în paralel a acumulatorilor pentru sisteme fotovoltaice	15p	
2.	Realizarea sarcinii de lucru	50%	Realizarea legăturilor conform schemei electrice de conectare	15p	
			Măsurarea tensiunii la bornele acumulatorilor, individual și în urma grupării/grupărilor	15p	
			Aplicarea disciplinei tehnologice a muncii	10p	
			Respectarea normelor de protecție a mediului și de colectare selectivă și reciclare a deșeurilor și a normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate	10p	
3	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea funcționării sistemelor fotovoltaice	6p	
			Prezentarea rezultatelor activităților desfășurate	9p	

Bibliografie:

1. Chiraș, Dan-Electricitate din panouri solare. Cunoștințe de bază, Editura MAST.
2. Cosma,Dragoș Ionel, ș.a. - Energii regenerabile, Eitura PAX AURA MUNDI, Galați, 2015.
3. Lucian,Victor Emil-Energie solară. Ghid de captare și conversie a energiei solare pentru utilizare, Editura Universitara, 2014.
4. Maican, Edmond - Sisteme de energii regenerabile, Editura Printech, București, 2015.
5. Neamț, Liviu, Neamț, Alina-Conversia energiilor regenerabile, Lucrări de laborator, UTPREES Cluj-Napoca, 2022.
6. Olteanu, Mircea-Manualul electricianului, inclus sisteme fotovoltaice, suport de curs. Ediție 2019.
7. Popescu, Mihaela - Convertoare statice, Suport de curs, <https://elth.ucv.ro/>.
8. **** - PVTRIN Curs de instruire - Manualul Instalatorilor pentru Sisteme Fotovoltaice Solare.
9. **** - hoenixcontact.com/ro-ro/tehnologii/tehnologie-de-protectie-impotriva-descarcarii
10. <http://free-energy-monitor.com/index.php/energy/fotovoltaice>
11. <https://claritech.ro/calculator-energie-solara-10-aplicatii-web-gratuite/>
12. https://files.bregroup.com/solar/Guide_to_the_installation_of_PV_systems_2nd_Edition.pdf
13. <https://gensy.ro/sisteme-fotovoltaice/sisteme-fotovoltaice-pentru-uz-rezidential#>
14. <https://inteli-tech.ro/sisteme-fotovoltaice.html#Tipuri-de-sisteme>
15. <https://www.agir.ro/buletine/2829.pdf>
16. <https://www.engie.ro/doc/ghidul-prosumatorului.pdf>

Anexa nr. 3

Planul de învățământ și Programa școlară pentru pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, pentru clasa a XI-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice

CURRICULUM
pentru
clasa a XI-a
ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL

Calificarea profesională
ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

Domeniul de pregătire profesională:
ELECTRIC

Domeniul de educație și formare profesională a
calificării conform ISCED
2013F

0713 ELECTRICITATE ȘI ENERGIE
2023

GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU DOINIȚA	ing. prof. grad didactic I, Colegiul „Ștefan Odobleja” Craiova
CARACOSTEA MUGUREL	ing. prof. grad didactic II, Liceul Energetic Constanța
MARCU FLORENTINA CARMEN	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
NIȚU CLAUDIA	ing. prof. grad didactic I, Liceul Energetic Constanța
OLTEAN IOANA	ing. prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic de Comunicații „Augustin Maior” Cluj Napoca
PREDOAICA DANIEL	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
SALIU VIOREL	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
STÂNCULEANU LUCICA	dr. ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „Dimitrie Filipescu” Buzău
TUTUNARU MARIANA	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic Motru, jud. Gorj

Din partea operatorilor economici:

MARINESCU SABIN - SC. ALM POWER GROUP SRL

CNDIPT - Coordonare și consultanță metodologică:

RĂILEANU CARMEN - Inspector de specialitate curriculum

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică în domeniul de pregătire profesională ELECTRIC, pentru calificarea profesională: ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

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

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor - 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării – tehnice specializate (URÎ)	Denumire modul
URI 8: Montarea structurii suport necesare utilizării sistemelor fotovoltaice	MODUL I: Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice
URI 9: Instalarea/montarea componentelor sistemelor fotovoltaice	MODUL II: Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport
URI 10: Realizarea conexiunilor electrice între componentele sistemelor fotovoltaice	MODUL III: Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice
URI 11: Mentenanța/întreținerea sistemelor fotovoltaice	MODUL IV: Mentenanța sistemelor fotovoltaice

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT

Clasa a XI-a

Învățământ profesional

Calificarea: ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Pregătire practică*1)

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

Stagiul de pregătire practică se desfășoară la operatorul economic/instituția publică parteneră. Condițiile în care stagiul de practică se desfășoară în unitatea de învățământ, sunt stabilite prin metodologia de organizare și funcționare a învățământului profesional.

Modul I. Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice

Total ore/an: 150

din care:

Laborator tehnologic 60

Instruire practică 90

Modul II. Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport

Total ore/an: 180

din care:

Laborator tehnologic 90

Instruire practică 90

Modul III. Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice

Total ore/an: 210

din care:

Laborator tehnologic 90

Instruire practică 120

Modul IV. Mentenanța sistemelor fotovoltaice

Total ore/an: 90

din care:

Laborator tehnologic 30

Instruire practică 60

Total ore/an = 21 ore/săpt. x 30 săptămâni = 630 ore/an

Stagiu de pregătire practică - Curriculum în dezvoltare locală

Modul V. *)

*) 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.

Total ore/an: 300

Total ore /an = 5 zile x 6 ore /zi x 10 săptămâni = 300 ore/an

TOTAL GENERAL: 930 ore/an

MODUL I. STRUCTURI SUPT PENTRU SISTEMELE FOTOVOLTAICE

• Notă introductivă

Modulul "Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

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

– 60 ore/an - laborator tehnologic

– 90 ore/an - instruire practică

Modulul "Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice" 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 standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - Electrician sisteme fotovoltaice, din domeniul de pregătire profesională Electric, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 8: MONTAREA STRUCTURII SUPT NECESARE UTILIZĂRII SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
8.1.1.	8.2.1. 8.2.2. 8.2.3. 8.2.4. 8.2.7. 8.2.32.	8.3.1. 8.3.5.	Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice Tipuri de structuri suport (clasificare, descriere, caracteristici): - structuri fixe - structuri mobile orientate pe o axă - structuri mobile orientate pe două axe - structuri pentru sisteme instalate pe sol - structuri pentru sisteme instalate pe clădiri. Termeni specifici într-o limbă străină de circulație internațională Materiale utilizate pentru confecționarea structurilor suport (descriere, caracteristici, simbolizare, cerințe de îndeplinit): - materiale utilizate pentru confecționarea structurilor suport - caracteristicile materialelor utilizate pentru confecționarea structurilor suport, prin corelare cu cerințele de îndeplinit: - cerințe de poziționare - cerințe de rezistență - cerințe de ventilație a modulelor/matricei de module - cerințe care impun utilizarea de structuri cadru secundare Elementele componente ale structurilor suport (descriere, reprezentare grafică): - stâlpi de susținere - sisteme de stâlpi de susținere - structuri metalice rotative - structuri din beton - structuri cadru de susținere secundare
	8.2.5. 8.2.6. 8.2.7. 8.2.8.	8.3.1. 8.3.2. 8.3.3. 8.3.4. 8.3.5.	Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol: - solicitări datorită depunerilor (praf, zăpadă) - solicitări datorită temperaturilor joase/ridicate (îngheț/caniculă) - solicitări datorită curenților de aer (vânt) - metode de limitare a solicitărilor mecanice ale structurilor suport Trasarea pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurii suport Echipamente și accesorii pentru trasarea pozițiilor Cerințe de calitate specifice operațiilor de trasare a pozițiilor Abateri admisibile la trasarea pozițiilor

8.1.2.	8.2.9. 8.2.10. 8.2.11. 8.2.30. 8.2.31. 8.2.32.	8.3.6. 8.3.8. 8.3.9. 8.3.10. 8.3.11. 8.3.12.	<p>Metode de montaj:</p> <ul style="list-style-type: none"> - montare pe stâlpi (direct în sol, încorporați în beton) - montare în fundație (pe plăci de beton, pe picioare turnate) - montare cu sisteme de balastare (baze de beton, baze de oțel) - montare cu sisteme de ancorare <p>Tehnologia de montare pe sol a structurii suport pentru fixarea modulelor fotovoltaice și a elementelor suport pentru cabluri, asigurând:</p> <ul style="list-style-type: none"> - orientarea de prindere. - ventilația corectă a modulelor/matricelor de module - conexiunile pentru instalația de împământare - aplicarea metodelor de limitare a riscurilor și a consecințelor determinate de prinderile nesigure. <p>Instrumente, materiale și echipamente de lucru necesare pentru montajul pe sol al structurilor suport</p>
8.1.3. 8.1.4.	8.2.7. 8.2.9. 8.2.10. 8.2.12. 8.2.13. 8.2.14. 8.2.15. 8.2.16. 8.2.17. 8.2.18. 8.2.19. 8.2.20. 8.2.21. 8.2.22. 9.2.23. 8.2.24. 8.2.25. 8.2.26. 8.2.27. 8.2.28. 8.2.30. 8.2.31. 8.2.32.	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. 8.3.12. 8.3.13	<p>Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe clădiri</p> <p>Elemente de construcție pe care se instalează sistemele fotovoltaice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acoperișuri de clădiri (plane, înclinate) - acoperiri de terasă (structuri de umbră) - acoperișuri de parcări auto (plane, înclinate) - sisteme fotovoltaice aplicate pe clădiri și sisteme fotovoltaice integrate în clădiri <p>Caracteristicile suprafețelor de montaj</p> <p>Metode de montaj:</p> <ul style="list-style-type: none"> - în funcție de elementele de construcție - în funcție de elementele de rezistență <p>Metode de protejare a elementelor de construcție împotriva deteriorărilor prin montarea structurilor suport</p> <p>Riscuri și accidente specifice activității de montaj pentru structura suport a sistemelor fotovoltaice</p> <p>Consecințe ale prinderilor nesigure datorită stării de fapt a elementelor de construcție și a elementelor de rezistență pe care se instalează sisteme fotovoltaice.</p> <p>Metode de limitare a riscurilor și de prevenire a accidentelor la lucrările de montaj.</p> <p>Procedee de trasare a punctelor de fixare pentru structura suport:</p> <ul style="list-style-type: none"> - echipamente și accesorii pentru trasare - cerințe de calitate privind trasarea - abateri admisibile <p>Tehnologia de montare a structurii suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri și a elementelor suport pentru cabluri, ținând seama de caracteristicile clădirilor și respectând orientarea de prindere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tipul de învelitoare (material, caracteristici, condiționări pantru montaj) - tipul de termo-hidroizolație (material, caracteristici, condiționări pentru montaj) <p>Scule, dispozitive și instrumente utilizate pentru montarea structurilor suport pe clădiri.</p> <p>Verificări la montajul structurii suport a sistemelor fotovoltaice conform cerințelor din proiectul de execuție/planul de montaj</p> <p>Elemente definitorii pentru corectitudinea montajului și starea suprafețelor elementelor de construcție pe care s-a montat sistemul de susținere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tehnici de reparare pentru termo-hidroizolații în locurile de fixare a structurii suport pentru sistemele fotovoltaice (curățare, aplicare amorsă, strat de difuzie și barieră de vapori, aplicare strat termoizolant, aplicare strat de închidere) - metode de asigurare a unei etanșezări durabile față de intemperii, pentru clădirile în care cablurile matricei trec prin materialul de construcție <p>Elemente de tehnica securității muncii (NTSM) specifice lucrărilor de montaj a structurilor suport pe clădiri.</p> <p>Sistemul de împământare pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parametrii electrici ai sistemului de împământare - soluții constructive corelate cu situațiile de montaj ale sistemelor fotovoltaice - scule, dispozitive, instrumente și accesorii necesare <p>Elemente de legislație privind protecția mediului la lucrările de montare a structurilor suport</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestionarea deșeurilor - recuperarea și refolosirea materialelor
8.1.5.	8.2.29.	8.3.4.	Ergonomia lucrărilor de montaj a structurilor suport necesare sistemelor fotovoltaice.

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):

1. Documentație tehnică și tehnologică
2. Echipamente tehnice: ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane
3. Instrumente, aparate și dispozitive de verificare și măsură: clinometru, aparate pentru măsurarea irradianței
4. Sisteme de măsurare: nivele optice și otoelectronice cu laser, rulete electronice și laser, detectoare pentru conductori electrici, conducte și alte elemente îngropate în perete
5. Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice ale structurilor suport: chei fixe, chei tubulare, chei dinamometrice, șurubelnițe, mașini de găurit, burghie
6. Trusă de scule mecanice
7. Trusa instalatorului
8. Aparat de sudare manual electric/cu gaz (arzător oxiacetilenic sau cu propan) și aparat de lipire țevi
9. Modele funcționale sisteme fotovoltaice/sisteme termice solare

10. Elemente și structuri mecanice de prindere a sistemelor fotovoltaice/termice solare
11. Scară telescopică manuală
12. Echipament individual de lucru: salopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă
13. Echipament individual de protecție: cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă

Sugestii metodologice

Conținuturile modului "Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice" trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

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

Modulul "Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice" are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau, preferabil, de la agentul economic, dotate conform recomandărilor precizate pentru unitatea de rezultate ale învățării, menționată mai sus.

Pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită în atingerea rezultatelor învățării exprimate prin cunoștințe, abilități și atitudini.

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. Documentație tehnică/tehnologică specifică, inclusiv lista de resurse materiale necesare
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- f. Rezultatele activităților practic-aplicative efectuate de elevi
- 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 spațiului de lucru, alegerea resurselor materiale 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 modului "Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice" 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, în vederea asigurării unui proces evaluativ transparent și echitabil, 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 criterială și punctajele asociate:

Criterii de evaluare a portofoliului de laborator la modulul „Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice”	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		
• chestionare de autoevaluare cu descrierea aspectelor neclare la tema respectivă și evidențierea cauzelor ce au generat insuccesul		
• listă de obiective pe care elevul ar dori să le realizeze după parcurgerea modului/temelor de laborator		
• jurnal reflectiv privind activitățile desfășurate		
• materiale ilustrative la temă	15	

• articole din cărți, reviste, de pe Internet		
• glosar de termeni		
• tabel semne convenționale-semnificații		
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 agentul economic), se prezintă următoarea listă orientativă de teme pentru lucrările de laborator:

1. Studiul materialelor utilizate pentru confecționarea structurii suport: caracteristici, simbolizare
2. Analiza comparativă a structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice
3. Studiul materialelor utilizate la confecționarea structurilor suport ale sistemelor fotovoltaice pentru evidențierea corelațiilor dintre caracteristicile materialelor și cerințele pe care trebuie să le îndeplinească structurile suport
4. Analiza documentației tehnologice a unui sistem fotovoltaic pentru identificarea elementelor componente ale structurilor suport, prin decodificarea reprezentărilor grafice ale acestor elemente
5. Identificarea (prin studiu de caz) a solicitărilor mecanice ale structurilor suport instalate pe sol.
6. Analiza/completarea documentației tehnologice corespunzătoare trasării pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare ale structurilor suport
7. Analiza/completarea documentației tehnologice corespunzătoare operațiilor de montare pe sol a structurilor suport, pentru identificarea/alegerea resurselor materiale necesare fiecărei operații
8. Studiul (de caz) privind posibilitățile de instalare pe clădiri a sistemelor fotovoltaice
9. Analiza consecințelor posibile ale prinderilor nesigure, la montarea structurilor suport pe clădiri
10. Studiul metodelor de limitare a riscurilor și de prevenire a accidentelor, la lucrările de montaj pe clădiri a structurilor suport, prin corelare cu specificul acestor lucrări
11. Analiza cerințelor din proiectul de execuție/planul de montaj pentru stabilirea verificărilor necesare la montarea structurilor suport pe clădiri
12. Completarea documentației tehnologice pentru lucrări de asigurare a calității suprafețelor elementelor de construcție pe care s-a montat sistemul de susținere (operații, ordinea acestora, resurse materiale necesare)
13. Analiza comparativă a soluțiilor constructive aplicabile pentru realizarea sistemului de împământare a sistemelor fotovoltaice instalate pe clădiri

De asemenea, pentru lucrările practice de efectuat în atelierul școlii sau la agentul economic, se prezintă următoarea listă orientativă:

1. Aplicarea unor metode de limitare a solicitărilor mecanice ale structurilor suport, în funcție de factorii de mediu care determină aceste solicitări
2. Efectuarea lucrărilor de trasare a pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurilor suport, asigurând condițiile de calitate
3. Studiu de caz privind respectarea abaterilor admisibile la trasarea pozițiilor de montaj, prin compararea documentației tehnologice cu rezultatele măsurate la o lucrare deja efectuată
4. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport pe stâlpi, direct în sol
5. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport cu sisteme de balastare
6. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport cu sisteme de ancorare
7. Verificarea lucrărilor de montaj a unei structuri suport date din p.d.v. al asigurării condițiilor tehnologice (orientare, ventilație, conexiunile instalației de împământare, limitarea riscurilor)
8. Realizarea lucrărilor de trasare a punctelor de fixare a structurii suport pe elemente de construcție, asigurând calitatea lucrărilor executate
9. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pe clădiri, asigurând condiționările impuse de tipul învelitorii
10. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pe clădiri, asigurând condiționările impuse de tipul termo-hidroizolației
11. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pentru cabluri, asigurând condiționările impuse de tipul învelitorii
12. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pentru cabluri, asigurând condiționările impuse de tipul termo-hidro-izolației
13. Verificarea lucrărilor de montaj a unei structuri suport pentru a evalua concordanța cu cerințele din proiectul de execuție/planul de montaj

14. Realizarea lucrărilor de reconstituire a calității suprafețelor de montaj a structurilor suport

15. Realizarea sistemului de împământare pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri, respectând condiționările suprafețelor de montaj

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

Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psihofizic 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 ciorchinului etc.;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

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

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare individuală/în echipă;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/DVD-uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

Un exemplu de metodă de învățare, care stimulează participarea tuturor elevilor la activitate, este metoda "UNUL stă, TREI circulă". Bazându-se pe schimbul de idei între elevi, metoda își propune să dezvolte capacitatea de analiză și sinteză a elevilor și capacitatea acestora de a evalua anumite idei.

Metoda se desfășoară cu aplicarea următoarelor etape:

- 1.** Colectivul clasei se împarte în grupuri de câte 4 elevi. Grupurile sunt numerotate, iar în cadrul grupului fiecare elev primește un număr cuprins între 1 și 4.
- 2.** Elevii primesc o fișă de lucru în care sunt precizate sarcinile de lucru/problemele de rezolvat. Lucrând în grup, elevii rezolvă sarcinile de lucru primite și notează pe fișă rezultatele obținute.
- 3.** La semnalul profesorului, elevii se rotesc astfel: cei cu numărul 1 din fiecare grup se mută până la grupul următor, cei cu numărul 2 se mută peste două grupuri, cei cu numărul 3 peste trei grupuri, iar cei cu numărul 4 rămân pe loc.
- 4.** Elevii care au rămas pe loc explică vizitatorilor rezultatul muncii grupului lor. Timp de 10 minute, vizitatorii pun întrebări și își iau notițe, pentru a putea raporta grupului inițial ce au aflat. Fiecare vizitator face comentarii pe marginea celor prezentate de gazdă.
- 5.** Elevii se întorc în grupurile inițiale și lucrează (un timp stabilit de profesor), astfel:
 - elevul care a stat pe loc raportează comentariile pe care le-au făcut vizitatorii;
 - ceilalți elevi spun pe rând ce au aflat în grupurile pe care le-au vizitat, subliniind asemănările și diferențele față de propriul rezultat;
 - pe baza tuturor informațiilor culese, elevii finalizează rezolvarea sarcinilor de lucru.

În continuare, se prezintă un exemplu de fișă de lucru care poate fi utilizată la tema "Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol", din unitatea de învățare "Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice

instalate pe sol". Activitatea de învățare va fi organizată înainte de predarea noilor cunoștințe corespunzătoare temei, urmărindu-se activarea elevilor prin implicarea lor într-un proces de descoperire a soluțiilor unor situații posibile din viața reală.

FIȘĂ DE LUCRU - METODA "UNUL STĂ, TREI CIRCULĂ" Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol

Lucrați în echipă! Timp alocat: 40 min

Rezultate ale învățării vizate:

8.1.2. Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol:

– solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol

8.2.5. Identificarea solicitărilor mecanice ale structurilor instalate pe sol.

8.2.30. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

8.2.31. Utilizarea termenilor specifici într-o limbă străină de circulație internațională, pentru citirea documentației tehnice necesare efectuării lucrărilor repartizate

8.2.32. Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate

8.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Sarcini de lucru:

1. Identificați factori de mediu care solicită mecanic structurile suport pentru sistemele fotovoltaice. Ce tip de solicitări mecanice poate genera fiecare dintre acești factori de mediu?

2. Descrieți/imaginați soluții (eventual, constructive) care pot fi aplicate pentru limitarea solicitărilor mecanice identificate.

3. Analizați soluțiile propuse pentru a stabili eficiența fiecăreia. (eficiență = capacitatea de a atinge un obiectiv folosind cea mai mică cheltuială de resurse posibilă)

Prin aplicarea metodei "UNUL stă, TREI circulă", activitatea de învățare îi pune pe elevi în posesia informațiilor care alcătuiesc, de fapt, noile cunoștințe de predat. Metoda precizată poate fi combinată, pentru etapa de lucru în echipă (pasul 2 din descrierea metodei), cu brainstorming-ul: în cadrul echipei, rezolvarea sarcinilor de lucru se poate realiza, fie prin documentare, fie printr-un asalt de idei. La finalizarea activității, profesorului îi revine sarcina de a sistematiza răspunsurile colectate de la echipele de elevi formate, astfel încât să fie asigurat accesul egal al tuturor elevilor, la noile cunoștințe.

Dintre răspunsurile colectate prin aplicarea metodei descrise, nu ar trebui să lipsească următoarele informații:

1. Factori de mediu care solicită mecanic structurile suport ale sistemelor fotovoltaice

Factori de mediu	Solicitări mecanice generate
Depuneri de praf	erodare (mai accentuată în cazul particulelor mari)
Depuneri de zăpadă	comprimare (prin creșterea greutatei panourilor fotovoltaice susținute) deformează elementele metalice ale structurii suport
Temperaturi scăzute /ridicate	tensionare termică (dilatate/contractare) deformează elementele metalice ale structurii suport
Curenți de aer (vânturi)	suprapresiuni pe suprafețele expuse, respectiv subpresiuni pe suprafețele „adăpostite”

2. Soluții (soluția eficientă este marcată prin subliniere)

Solicitări mecanice	Soluții de limitare
Erodare	- îndepărtarea surselor de praf cu particule mari (sau, evitarea lor, la montaj) - curățarea periodică de praf
Comprimare	- reorientarea panourilor (dacă este posibil) pentru a preveni depunerea zăpezii - îndepărtarea zăpezii de pe panouri, cu ajutorul unor unelte speciale (nonabrazive, de tip „mop”) - îndepărtarea zăpezii/ghetei prin degivrare (cu folie de aluminiu, cu cabluri speciale)
tensionare termică	- încălzire (electrică, folosind o parte din energia furnizată), respectiv răcire (cu apă; utilă și pentru panouri, altfel scade producția de energie electrică) - protejare cu materiale termoizolante
suprapresiuni/ subpresiuni	- alegerea unui teren de montaj al structurii suport ferit de curenți de aer sau cu o configurație care nu favorizează formarea de „vârtejuri” de aer. - montarea de panouri paravânt

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 au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. Continuă:

– 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 profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

b. Finală:

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Sugerăm următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Propunem următoarele instrumente de evaluare finală:

- proiectul,
- studiul de caz,
- portofoliul,
- testele sumative,
- probe practice complexe, corespunzătoare, de preferat, unei unități de învățare.

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

În continuare, având în vedere ponderea pregătirii practice în totalul orelor alocate acestui modul, se propune un instrument de evaluare prin probă practică pentru tema "Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol", care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

Cunoștințe

R.Î. 8.1.2. Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe sol

Trasarea pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurii suport

Echipamente și accesorii pentru trasarea pozițiilor

Cerințe de calitate specifice operațiilor de trasare a pozițiilor

Abateri admisibile la trasarea pozițiilor

Metode de montaj:

- montare pe stâlpi (direct în sol)

Tehnologia de montare pe sol a structurii suport pentru fixarea modulelor fotovoltaice și a elementelor suport pentru cabluri, asigurând:

- orientarea de prindere.
- aplicarea metodelor de limitare a riscurilor și consecințelor determinate de prinderile nesigure. Instrumente, materiale și echipamente de lucru necesare pentru montajul pe sol al structurilor suport

Abilități

R.Î. 8.2.6. Trasarea poziției stâlpilor de susținere pentru structurile suport ale sistemelor fotovoltaice instalate pe sol, asigurând cerințele de calitate specifice.

R.Î. 8.2.7. Decodificarea simbolurilor standardizate ale materialelor utilizate la executarea lucrărilor de montare a structurilor suport.

R.Î. 8.2.8. Selectarea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport.

R.Î. 8.2.9. Aproximarea cu materiale necesare fiecărei lucrări de executat.

R.Î. 8.2.10. Identificarea secvențelor de lucru și a operațiunilor necesare în procesul de muncă, pe baza specificațiilor/reprezentărilor grafice din fișele tehnologice și planul de montaj.

R.Î. 8.2.11. Executarea lucrărilor de montare pe sol a structurii suport pentru modulele fotovoltaice/matricile de module, asigurând cerințele de ventilație și calitatea lucrărilor executate și respectând procesul tehnologic.

R.Î. 8.2.30. Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă

R.Î. 8.2.31. Utilizarea termenilor specifici într-o limbă străină de circulație internațională, pentru citirea documentației tehnice necesare efectuării lucrărilor repartizate

R.Î. 8.2.32. Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate

Atitudini

R.Î. 8.3.4. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

R.Î. 8.3.5. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

R.Î. 8.3.6. Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă, inclusiv pentru lucrul la înălțime

R.Î. 8.3.8. Asigurarea calității lucrărilor executate prin respectarea disciplinei tehnologice.

R.Î. 8.3.9. Asumarea responsabilității pentru lucrările executate independent, conform documentației tehnologice

R.Î. 8.3.10. Respectarea normelor de SSM, pentru lucrările executate la sol și la înălțime.

R.Î. 8.3.11. Respectarea normelor de protecție împotriva electrocutării.

Titlu temă: Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe sol

Enunțul temei pentru proba practică:

Realizați, pe un teren plat orizontal, montarea structurii suport pentru un sistem fotovoltaic, format din patru celule înclinat la 30°, într-o matrice de 2 linii și 2 coloane, orientată pe direcția E-V.

La finalizarea lucrării, prezentați normele de sănătate și securitate în muncă, secvențele de lucru și operațiunile necesare pentru montarea structurii suport a instalației și două avantaje ale utilizării surselor de energie regenerabilă.

Sarcini de lucru:

1. Identificarea, în teren, a direcției de orientare a matricei celulelor fotovoltaice
2. Selectarea echipamentelor și accesoriilor pentru trasarea pozițiilor
3. Trasarea poziției stâlpilor de susținere
4. Alegerea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport
5. Fixarea în sol a stâlpilor de susținere
6. Montarea componentelor structurii suport
7. Verificarea calității lucrărilor executate pentru asigurarea prinderilor sigure
8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Timp de lucru: 120 minute

FIȘA DE EVALUARE A PROBEI PRACTICE

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare a probei practice	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (max 20p)	Analiza sarcinilor de lucru și identificarea soluțiilor de rezolvare	5p
		Selectarea echipamentelor și accesoriilor pentru trasarea pozițiilor	5p
		Alegerea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport	5p
		Stabilirea direcției de orientare a matricei celulelor fotovoltaice	5p
2.	Realizarea sarcinii de lucru (max 50 p)	Trasarea poziției stâlpilor de susținere a structurii suport	5p
		Fixarea stâlpilor în sol	10p
		Montarea componentelor structurii suport	20p
		Verificarea calității lucrărilor de montaj pentru asigurarea prinderilor sigure	10p
		Respectarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
TOTAL PROBĂ PRACTICĂ			70 p
3	Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru (30 p)	Prezentarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
		Enumerarea, în ordine, a etapelor procesului tehnologic de monaj a structurii suport	10p
		Precizarea a două avantaje ale utilizării surselor de energie regenerabilă	10p
		Utilizarea vocabularului de specialitate în prezentarea orală	5p
TOTAL PROBĂ ORALĂ			30 p
PUNCTAJ TOTAL			100 p

• Bibliografie

[1] * * * Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel B, domeniul de pregătire profesională Electric

[2] * * * Sisteme de structuri pentru panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://structuri-fotovoltaice.ro/>

- [3] * * * Structuri metalice pentru panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://www.belvederecompany.ro/structuri-metalice-pentru-panouri-fotovoltaice-panourilor-solare>
- [4] * * * Structuri metalice pentru panouri fotovoltaice fixate la sol. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://structuri-zincate.ro/structuri-panouri-fotovoltaice/structura-metalica-panouri-fotovoltaice/>
- [5] * * * Structuri suport panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://www.goldprofil.ro/structuri-suport-panouri-fotovoltaice-in-camp.html>
- [6] * * * Cinci structuri de bază pentru montare solară. Produse. Știri. Cunoștințe. Disponibil la adresa: <https://ro.dsisolar.com/info/five-basic-solar-mounting-structures-54470262.html>
- [7] * * * Solar-Service. Acasă. <https://www.solar-service.ro>
- [8] * * * Solar-Service. Blog. <https://www.solar-service.ro/blog/>
- [9] * * * Montaj panouri fotovoltaice. Aspecte de luat în considerare. Disponibil online la adresa: <https://panourifotovoltaice.online/montaj/>
- [10] * * * Catalog BAKS - Sisteme de susținere pentru panouri fotovoltaice, disponibil online la adresa <https://promelek.ro/content/files/cataloge/baks/catalog-baks-l9-sisteme-de-susținere-pt-panouri-fotovoltaice.pdf>
- [11] * * * Instalarea sistemelor fotovoltaice. Aspecte practice pentru instalatori, publicație, realizată în cadrul proiectului european PVTRIN disponibilă online la adresa <http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/Publications/Informațional%20Material/Installing%20PV-Practical%20guide/ÎS.pdf>
- [12] * * * Sistem de montare fotovoltaic. Photovoltaic mounting system, Encyclopedia wiki, online la adresa https://wikicro.icu/wiki/Photovoltaic_mounting_system#Ground-mounted
- [13] * * * Ground-Mounted Solar Photovoltaic Systems. Questions & Answers. Ghid CleanEnergyResults, june 2015, disponibil online la adresa <https://www.mass.gov/doc/ground-mounted-pv-guide/download>
- [14] * * * Catalog de produse Enerack, disponibil online la adresa <https://ro.enerack.com/products>
- [15] * * * Sisteme de montare pentru panouri solare. Catalog Wanhos Solar Technology, disponibil online la adresa <http://ro.solar-panel-mounting.com/products>

Videoclip-uri:

- [1] Montaj panouri fotovoltaice. <https://www.youtube.com/watch?v=sxQaKxTH9P0>
- [2] Instalare fotovoltaice. <https://www.youtube.com/watch?v=ÎYjAAMdMbEI>

MODUL II. INSTALAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE PE STRUCTURI SUPORT

● Notă introductivă

Modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 180 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

- 90 ore/an - laborator tehnologic
- 90 ore/an - instruire practică

Modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport" 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 standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - Electrician sisteme fotovoltaice, din domeniul de pregătire profesională Electric, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

● Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

UR1 9. INSTALAREA/MONTAREA COMPONENTELOR SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
9.1.1.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.1. 9.3.2. 9.3.3.	<p>Materiale, instrumente și echipamente pentru montaj (enumerare; clasificare, caracteristici tehnice)</p> <p>Materiale</p> <ul style="list-style-type: none"> • panouri fotovoltaice, invertoare, baterii, încărcătoare, tablou de siguranțe, siguranțe automate, socluri, profile, conductoare, cabluri, izolatoare, cuploare, prize, conectori (MC4); • elemente de fixare a panourilor fotovoltaice: accesorii de montaj (suprateran, pentru acoperiș plat/înclinat), profile de montaj, elemente de îmbinare. <p>Mijloace de măsură și control: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței etc.</p> <p>Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice din cadrul sistemelor fotovoltaice;</p> <p>Scule și aparate pentru realizarea conexiunilor electrice: clești de sertizare, analizor curent-tensiune pentru module solare și sisteme solare complete, termometre cu sistem infraroșu;</p> <p>Echipament individual de lucru.</p>

			Echipament individual de protecție.
9.1.2.	9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.7. 9.3.8. 9.3.10.	Sisteme de montaj a panourilor fotovoltaice Rolul sistemelor de montaj Tipuri de sisteme de montaj (caracteristici, modalități de asamblare propriu-zisă, aplicații specifice) Tehnologia asamblării demontabile a sistemelor de panouri fotovoltaice corespunzătoare fiecărui sistem de fixare Documentație tehnică
9.1.3.	9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10.	Organizarea locului de muncă: Cerințe referitoare la organizarea ergonomică a locului de muncă, la sol și/sau la înălțime; Documentația tehnică și tehnologică.
9.1.4. 9.1.7 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.7. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10. 9.3.11. 9.3.12.	Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice Clasificarea panourilor fotovoltaice după: tipul celulei fotoelectrice, particularitățile electrice, caracteristicile fizice Condiții de instalare: locul de instalare, mediul de lucru, unghiul de înclinare Orientarea structurii pe punctul cardinal Sud și înclinarea la unghiul precizat în documentația de montaj, pentru eficientizarea sistemului fotovoltaic Cerințe de instalare pe suport Verificarea integrității panourilor fotovoltaice Etapile de montare a panourilor: - amplasarea și fixarea modulelor fotovoltaice pe structura suport; - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate conform proiectului: serie; paralel; mixt; - pozarea cablurilor Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării sistemelor de panouri fotovoltaice. Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.
9.1.5. 9.1.7 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.8. 9.2.9. 9.2.10. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10. 9.3.11. 9.3.12.	Montarea invertoarelor Clasificarea invertoarelor după caracteristici tehnice, fizice, izolare și protecție Caracteristici optime de montaj conform normelor de funcționare a invertoarelor, cu referire la: - obiecte/obstacole de vecinătate - distanța față de acumulatori - accesibilitate ulterioară pentru mentenanță - secțiunea corectă a conductoarelor c.c./c.a. - echipamente de separare, protecție supracurent și descărcătoare specifice producătorului invertorului Condiții de ventilare a invertoarelor Tehnologia de montare/prindere a invertoarelor Verificarea montării și funcționării invertoarelor Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării invertoarelor Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.
9.1.6. 9.1.7 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.11. 9.2.12. 9.2.13. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.8. 9.3.9.	Montarea bateriilor de acumuloare Locații pentru montarea bateriilor de acumuloare în funcție de tipul acestora și de modul de utilizare; distanțe față de inverter, regulator solar sau alte surse de arc electric. Clasificarea bateriilor de acumuloare după tehnologia folosită, tip, capacitate, caracteristici fizice Condiții de instalare: medii de lucru (spații uscate, spații ventilate, fără temperaturi extreme) Tehnologia de montare a bateriilor de acumuloare, reguli și instrucțiuni specifice: - conectarea bateriilor de acumuloare (serie, serie- derivație) - montarea propriu-zisă a acumuloarelor în funcție de tip și caracteristici. Verificarea montării bateriilor de acumuloare Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării bateriilor de acumuloare Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.

Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

1. Materiale: panou fotovoltaic, invertoare, baterii, încărcătoare, tablou de siguranțe, siguranțe automate, socluri, profile, sârme, conductoare, izolatoare, cuploare, prize, conectori
2. SDV-uri și utilaje specifice lucrărilor de montare a panourilor fotovoltaice: clești de sertizare, analizor curenți-tensiune pentru module solare și sisteme solare complete, termometre cu sistem infraroșu
3. Mijloace de măsură și control: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței etc
4. Documentație tehnică și tehnologică
5. Scară telescopică manuală
6. Echipament individual de lucru: salopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă

7. Echipament individual de protecție: cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă

SUGESTII METODOLOGICE

Modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport" prevede conținuturi ce impun o abordare integrată, dar în același timp și diferențiată, ce vor ține cont de nivelul inițial de pregătire al elevilor precum și de particularitățile lor cognitive.

Calificarea profesională: Electrician sisteme fotovoltaice

Pentru realizarea eficientă a aplicațiilor practice este necesar ca noțiunile teoretice să fie incluse în cadrul orelor de laborator și/sau instruire practică sub forma materialelor de învățare predate înainte de efectuarea propriu-zisă a lucrărilor de laborator și/sau lucrărilor de instruire practică.

Cadrele didactice care predau modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport" vor avea lejeritatea de a aloca numărul de ore considerat necesar fiecărei teme în funcție de complexitatea temei, de nivelul de cunoștințe acumulate anterior de către elevi, de complexitatea și noutatea materialului didactic implicat în strategia didactică și nu în ultimul rând ținând cont de ritmul de asimilare a informațiilor predate de către elevi.

În vederea atingerii rezultatelor învățării precum și pentru însușirea competențelor de specialitate ce sunt clar prevăzute în Standardul de pregătire profesională al calificării, pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită.

Având în vedere cele de mai sus, pregătirea practică în laboratorul tehnologic se va realiza respectând specificul activităților de învățare prin efectuarea lucrărilor de laborator pentru care profesorul va pregăti noțiunile teoretice (materiale de învățare) sub forma îndrumărilor de laborator. Lucrările de laborator oferă mai multe oportunități:

- Însușirea noțiunilor teoretice prin intermediul îndrumărilor de laborator

- Formarea/dezvoltarea de abilități și deprinderi practice

- Dezvoltarea atitudinilor specifice legate de activitatea desfășurată

Astfel, în cadrul lucrărilor de laborator este necesară antrenarea elevilor în toate etapele desfășurării lucrării de laborator începând cu

- Pregătirea standului de lucru/aplicațiilor de simulare

- Interpretarea corectă a informațiilor și cerințelor din documentația de specialitate

- Alegerea aparatelor și echipamentelor necesare

- Rezolvarea eventualelor probleme de adaptare la echipamentele/mijloacele de învățământ folosite

- Adaptarea la specificul sarcinilor de lucru necesare pentru realizarea lucrării de laborator

Această abordare a lucrărilor de laborator/orelor de instruire practică asigură elevilor maximul de oportunități pentru dezvoltarea abilităților și probarea atitudinilor specifice modulului "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport" și în același timp permite profesorului atât observarea cât și evaluarea abilităților și atitudinilor elevilor.

Ținând cont de lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare asigurării dobândirii rezultatelor învățării, atât din școală cât și de la operatorul economic, pot fi sugerate următoarele tipuri de activități practice de învățare pentru orele de laborator tehnologic respectiv pentru orele de instruire practică:

- Însușirea normelor de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor precum și a normelor de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor la amplasarea și instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport

- Aplicații practice de identificare a instrumentelor, materialelor și echipamentelor pentru montajul sistemelor fotovoltaice după construcție și după funcționare;

- Aplicații practice de identificare a modalităților de asamblare/dezasamblare/înlocuire pentru sisteme de panouri fotovoltaice

- Aplicații practice de montare a sistemelor de panouri fotovoltaice în vederea orientării corecte și obținerii unghiului optim de înclinare

- Aplicații practice de interconectare serie și/sau paralel a modulelor fotovoltaice conform specificațiilor tehnologice

- Documentarea pentru realizarea unei teme date, utilizând diverse surse de informații / site-uri de specialitate / platforme interactive.

Nivelul de pregătire va fi realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.

Deoarece are o structură flexibilă, modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport", poate încorpora, noi mijloace sau resurse didactice ce permit abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, ce vor avea în vedere stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, precum și adaptarea conținuturilor pentru elevii cu CES.

Activitățile de învățare vizează aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activarea structurilor cognitive și operatorii ale sale, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestuia prin transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație utilizând îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului cu activități ce solicită efortul colectiv de echipă și de grup.

Se vor folosi metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin utilizarea de modele concrete cum ar fi modelul experimental, precum și însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Atingerea rezultatelor învățării poate fi realizată prin intermediul următoarelor activități de învățare:

- activități de documentare, vizionări de materiale digitale;
- desfășurarea de lucrări de laborator/activități practice;
- elaborarea de proiecte / portofolii;
- activități de lucru în grup/ în echipă bazate pe comunicare și relaționare.

Metoda didactică care poate fi utilizată cu succes deoarece facilitează însușirea noțiunilor teoretice, poate oferi feedback imediat elevului, adesea permițând evaluarea, este metoda jocurilor simulative prin utilizarea diverselor site-uri de specialitate, jocuri online, simulatoare sau platforme interactive.

Jocul spre deosebire de învățare, nu are ca obiectiv explicit însușirea de noi cunoștințe, abilități și atitudini profesionale, dar permite realizarea tuturor celor de mai sus în context relaxat și lipsit de constrângeri sau presiune, elevul fiind adus în situația de a-și utiliza energiile și potențialul psiho-fizic pentru a-și optimiza parametrii comportamentali.

În activitatea școlară, particularitatea esențială a jocului didactic este că îmbină armonios elementul instructiv-educativ și exercițiul cu elementul distractiv, ceea ce duce la apariția unor stări emoționale complexe, ce stimulează și intensifică procesele de dezvoltare psihică.

Folosirea jocului didactic ca activități obligatorii aduce variație în procesul de instruire a elevilor, făcându-l mai atractiv. Valoarea practică a jocului didactic constă în faptul că, în procesul desfășurării lui, elevul are posibilitatea să-și aplice cunoștințele, să-și exerseze priceperile și deprinderile ce s-au format în cadrul diferitelor activități.

Având ca exemplu, tema: Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice, se are în vedere obținerea următoarelor **REZULTATE ALE ÎNVĂȚĂRII**:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
9.1.4. Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice ... - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate pe acoperiș conform proiectului	9.2.1. Interpretarea informațiilor cuprinse în documentația tehnică și tehnologică utilizată la locul de muncă 9.2.2. Alegerea corectă a instrumentelor, materialelor și echipamentelor pentru montaj 9.2.3. Analiza/identificarea sistemelor de montaj a panourilor fotovoltaice 9.2.4. Aplicarea modalităților de asamblare pentru sisteme de panouri fotovoltaice 9.2.5. Organizarea ergonomică a locului de muncă 9.2.7. Realizarea interconectării serie paralel a modulelor fotovoltaice conform specificațiilor tehnologice 9.2.14. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea instalării/montării sistemelor fotovoltaice 9.2.15. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate	9.3.3. Respectarea cerințelor ergonomice la locul de muncă 9.3.5. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită 9.3.6. Asigurarea calității lucrărilor executate 9.3.9. Respectarea normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate 9.3.10. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Interpretarea informațiilor cuprinse în documentația tehnică
- Verificarea polarității corecte a panourilor fotovoltaice după montarea pe structura suport
- Identificarea valorilor calculate cu ajutorul aplicației interactive pentru tipul de conexiune din proiect: serie /paralel sau mixt
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

- Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Cerințe:

- 1. Accesați Platforma interactivă online <https://footprinthero.com/solar-panel-series-and-parallel-calculator>
- 2. Identificați valorile de funcționare ale unor panouri fotovoltaice (de pe etichetele acestora și/sau din documentația tehnică a producătorului) și introduceți în aplicație/simulator datele identificate
- 3. Realizați cu ajutorul aplicației configurația 8S, 12S și 21S identificați valorile mărimilor electrice generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel
- 4. Realizați apoi, cu ajutorul aplicației, configurația 8P, 12P și 21P identificați valorile mărimilor electrice generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabelul următor

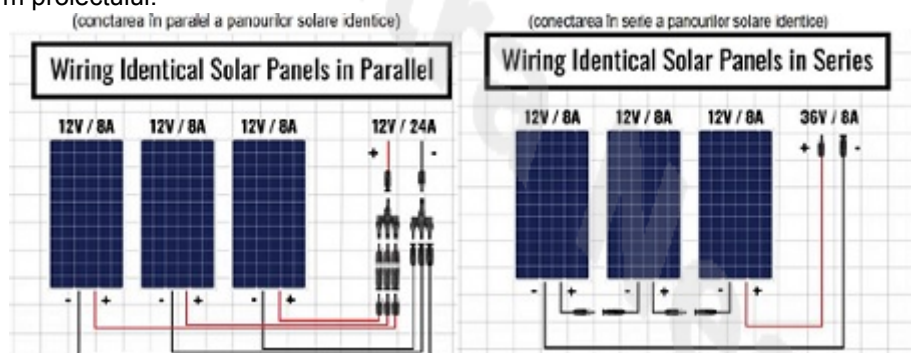
Număr panouri	Configurație panouri	Valori generate de aplicație pentru configurația cerută		
		Tensiune totală [V]	Curent total [A]	Putere [W]
8	Serie			
	Paralel			
12	Serie			
	Paralel			
21	Serie			
	Paralel			

Elevii vor parcurge setul de exerciții familiarizându-se astfel cu noțiunile despre conectarea în serie și paralel a panourilor fotovoltaice, precum și importanța utilizării secțiunii corecte a conductorilor în vederea respectării documentației tehnice din proiect.

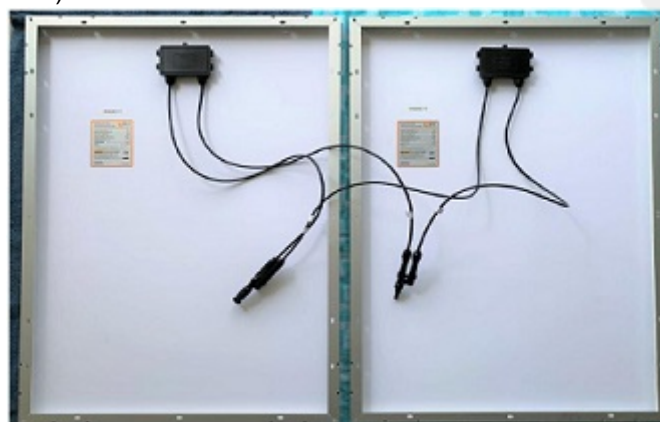
Modul de organizare a activității/a clasei. Activitatea se desfășoară în două etape:

Prima etapă se realizează prin conversație euristică frontală în mod sincron și constă în:

- prezentarea situației de lucru a montajului/echipamentelor, simbolurilor
- prezentarea panourilor fotovoltaice și a documentației tehnice
- descrierea montajelor panourilor fotovoltaice conectate în serie și paralel
- prezentarea platformei interactive și a modului de accesare
- respectarea dimensiunilor corecte a secțiunii conductorilor la conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate conform proiectului.



Acest site/platformă interactivă prezintă diferite variante de conectare a panourilor fotovoltaice serie și paralel. De asemenea, elevii vor putea vedea și exemple reale și se pot familiariza și cu partea de conectori specifici interconectării panourilor (MC4).



Conectori specifici interconectării panourilor fotovoltaice

În a doua etapă elevii vor lucra individual (sau sub îndrumarea profesorului) și constă în:

- accesarea platformei interactive
- introducerea datelor solicitate, identificate de pe etichetele panourilor și/sau din documentația tehnică

- completarea datelor în tabel

În a treia etapă, sub coordonarea profesorului, se stabilesc avantajele și dezavantajele pentru fiecare tip de conexiune:

- compararea rezultatelor obținute pe platformă pentru puterea totală pentru fiecare grup de panouri (8, 12 și 21)
- explicarea valorilor obținute pentru fiecare caz
- corelarea valorilor obținute pentru curentul total, cu secțiunea conductorilor necesari realizării fiecărui tip de conexiune

Resurse materiale:

- Documentație tehnică a producătorului de panouri fotovoltaice
- Calculator, telefon, tabletă, etc care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc.)
- Conexiune la internet
- Platforme interactive pentru măsurarea diferitelor mărimi electrice;
- "Youtube for education" - materiale video/animații grafice <https://www.youtube.com/watch?v=NYvhv3JTEik>
- Platforma interactivă online <https://footprinthero.com/solar-panel-series-and-parallel-calculator>

Avantajul site-ului/platformei este că poate fi accesată din orice dispozitiv (PC, telefon, tabletă, etc) care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc.) fără a fi nevoie de un cont.

Sugestii privind evaluarea

Modulul "Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport" are prevăzute ore de laborator și instruire practică ce vor avea metode de evaluare specifice acestor tipuri de activități. De asemenea pot fi concepute și activități de evaluare combinate în care pot fi evaluate și cunoștințele teoretice.

Evaluarea urmărește măsura în care elevii și-au însușit noțiunile teoretice și și-au format abilitățile și atitudinile specifice propuse în standardul de pregătire profesională Electrician sisteme fotovoltaice.

Tipurile de evaluare pot fi:

Continuă.

- instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare - probe orale, probe 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 la criteriile și indicatorii de evaluare specificate în Standardul de Pregătire Profesională
- evaluarea va putea fi realizată și folosind echipamente digitale și softuri educaționale specifice orelor de laborator și instruire practică, ținând cont de faptul că toți elevii sunt familiarizați cu interfețele digitale ce echipează mijloacele de comunicare din prezent.

Sumativă

- realizată printr-o lucrare cu caracter practic și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii nivelului de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor/ competențelor. Aprecierea lucrării se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

Propunem următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Propunem următoarele instrumente de evaluare sumativă:

- studii de caz realizate în parcuri fotovoltaice
- portofoliul cu rezultatele lucrărilor de laborator
- lucrări practice de evaluare;
- lucrări de laborator de evaluare.

Se recomandă, ca pe durata parcurgerii modulului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării.

EVALUARE: probă practică pentru activitatea de laborator și/sau instruire practică

Obiective:

- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea transformărilor de unități de măsură
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Mod de organizare a activității/clasei: activitate individuală

Resurse materiale: - Simulator / Platforma interactivă online

<https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>

Avantajul platformei este că poate fi accesată din orice dispozitiv (PC, telefon, tabletă, etc) care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc) fără a fi nevoie de un cont.

Durată: 50 minute

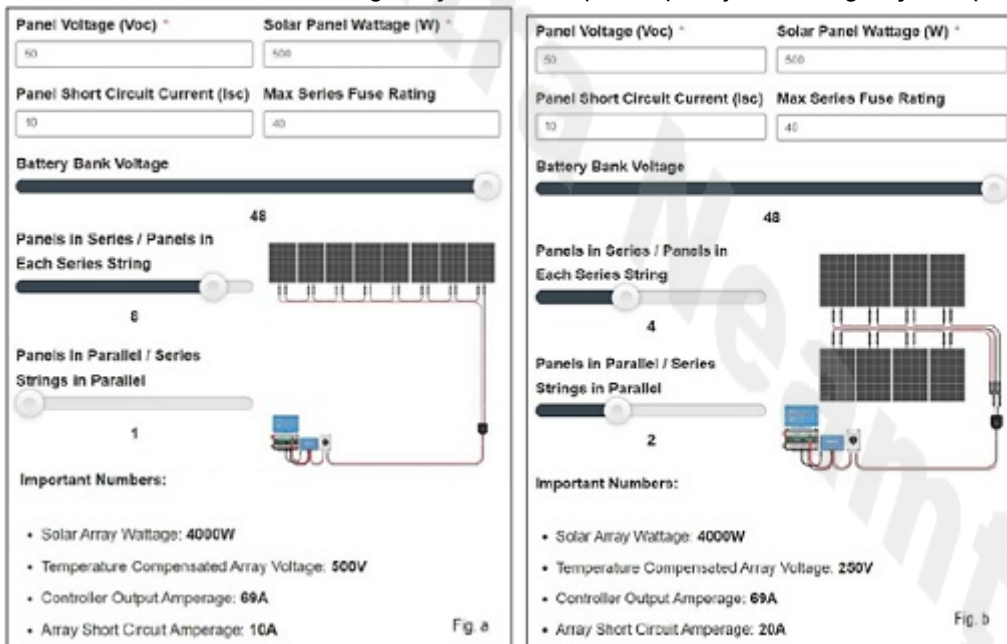
LUCRARE PRACTICĂ DE LABORATOR

Pentru 8 panouri fotovoltaice cu puterea de 500 W, voltaj/tensiune în circuit deschis (de mers în gol) 50 V și curent de scurtcircuit 10 A, să se realizeze schema de conectare a unui set de 8 panouri fotovoltaice în următoarele configurații 8S, 4S2P și 2S4P, în platforma interactivă accesând link-ul:

<https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>

Sarcini de lucru:

1. Introduceți în aplicație/simulator valorile de funcționare a panourilor fotovoltaice
2. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 8S (fig. a), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
3. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 4S2P (fig. b), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
4. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 2S4P (fig. c), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
5. Comparați valorile intensității curentului total pentru fiecare dintre cele trei configurații de montaj și precizați valoarea curentului nominal al siguranței necesare pentru protejarea configurației respective.



Panel Voltage (Voc) *	Solar Panel Wattage (W) *
50	500
Panel Short Circuit Current (Isc)	Max Series Fuse Rating
30	40
Battery Bank Voltage	
48	
Panels in Series / Panels in Each Series String	
2	
Panels in Parallel / Series Strings in Parallel	
4	
Important Numbers:	
<ul style="list-style-type: none"> • Solar Array Wattage: 4000W • Temperature Compensated Array Voltage: 125V • Controller Output Amperage: 69A • Array Short Circuit Amperage: 40A 	

Fig. c

Datele obținute se înregistrează în următorul tabel:

Configurație panouri	Valori generate de aplicație pentru configurația cerută			
	Tensiune totală [V]	Curent total [A]	Putere [W]	Curent nominal siguranță [A]
8S				
4S2P				
2S4P				

Pentru evaluarea acestei lucrări practice propunem următoarea grilă de evaluare:

Criterii de evaluare	Indicatori de realizare	Punctaj acordat
Criterii de evaluare pentru proba practică		
Puncte din oficiu		10 p
Primirea sarcinilor de lucru și organizarea locului de muncă	Configurarea interfeței de lucru	10 p
	Alegerea corectă, din aplicație, a configurației de studiat	10 p
Realizarea sarcinii de lucru	Respectarea succesiunii logice a operațiilor	5p
	Identificarea și conectarea panourilor fotovoltaice conform specificațiilor tehnice (îndrumărilor de laborator)	10 p
	Completarea corectă a tabelului cu rezultatele obținute	10 p
	Respectarea normelor de SSM și PSI	5 p
Criterii de evaluare pentru proba orală, proba complementară probei practice		
Prezentarea sarcinii realizate	Utilizarea corectă a limbajului tehnic de specialitate în comunicarea rezultatelor obținute	15 p
	Formularea observațiilor/concluziilor personale	15 p
	Prezentarea/compararea variantelor de conexiuni ale grupului de panouri fotovoltaice	10 p
Total		100 p

Bibliografie

1. <https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>
2. www.pvtrin.eu Curs de instruire-Manualul instalatorului de sisteme fotovoltaice
3. <http://www.solarelectricityhandbook.com/solar-angle-calculator.html>
4. Rusu Constantin - Instalații electrice, Auxiliar curricular - Bistrița, 2018
5. Mircea Oltean - Manualul Electricianului, Ediția 2019
6. Mihai I.- Manual pentru autorizarea electricienilor instalatori, Ministerul Energiei Electrice, 1995

MODUL III. INTERCONECTAREA COMPONENTELOR SISTEMELOR FOTOVOLTAICE

• Notă introductivă

Modulul "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 210 ore/an, conform planului de învățământ, din care:

- 90 ore/an - laborator tehnologic

– 120 ore/an - instruire practică

Modulul "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice" 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 standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - Electrician sisteme fotovoltaice, din domeniul de pregătire profesională Electric, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

● Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării:

URÎ 10: REALIZAREA CONEXIUNILOR ELECTRICE ÎNTRE COMPONENTELE SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
10.1.1. 10.1.5.	10.2.1. 10.2.2. 10.2.3. 10.2.4. 10.2.5. 10.2.6. 10.2.7. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.26 10.2.27 10.2.30 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ utilizate în sistemele fotovoltaice - organizarea activităților de realizare a schemelor electrice - circuite electrice de c.c. (structura generală, simboluri, caracteristici, utilizări) - circuite electrice de c.a. (structura generală, simboluri, caracteristici, utilizări) - componente (bransament electric, contor electric, panou de distribuție, priza de pământ, întreruptor, cablu electric, consumator) - sisteme de siguranță și automatizare (siguranțe, senzori, rele) - scheme electrice on-grid de mică și mare putere - scheme electrice off-grid - configurarea invertoarelor și reguletoarelor de tensiune după montarea în circuit, conform reglementărilor ANRE - configurarea și conectarea bateriilor de acumulare la sistemele fotovoltaice, parametrizarea bateriilor . - fișe tehnologice. - aparate, instrumente și SDV-uri necesare realizării circuitelor electrice Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului - echipament de lucru și de protecție, inclusiv la înălțime - modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
10.1.2. 10.1.4. 10.1.5.	10.2.8. 10.2.9. 10.2.11. 10.2.12. 10.2.13. 10.2.14. 10.2.15. 10.2.25 10.2.26 10.2.27 10.2.28 10.2.29 10.2.30 10.2.31 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	Conexiunile electrice între componentele sistemului fotovoltaic: - panouri fotovoltaice, invertoare, acumulatori, contori inteligenți, aparate de protecție - tipuri de conectori utilizați la interconectarea panourilor - reguli generale de realizare/amplasare a cablurilor, instalațiilor - SDV -uri necesare realizării conexiunilor electrice Surse de informare și documentare pentru panouri fotovoltaice, inclusiv într-o limbă străină de circulație internațională Norme de sănătatea și securitatea muncii, PSI, specifice lucrărilor de conectare; echipament de lucru și de protecție; modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare). - echipament de lucru și de protecție, inclusiv la înălțime - modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
10.1.3. 10.1.4. 10.1.5.	10.2.16. 10.2.17. 10.2.18. 10.2.19. 10.2.21. 10.2.22. 10.2.23 10.2.24 10.2.25 10.2.26 10.2.27 10.2.28 10.2.29 10.2.30 10.2.31 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	Pregătirea pentru punerea în funcțiune a sistemului fotovoltaic: - parametrii electrici ai sistemului fotovoltaic - corelări între puterea sistemului fotovoltaic și puterea rețelei electrice - metode de verificare a continuității circuitelor - condiții privind respectarea polarității circuitelor de c.c. - măsurarea tensiunii din stringurile formate de panouri - temporizare la repornire insularizare - măsurări specifice punerii în funcțiune a sistemelor fotovoltaice (priza de pământ, tensiune de string) - configurarea invertorului / invertoarelor cu elementele auxiliare folosite în plant (baterii , smart meter , smart dongle) - parametrizarea invertorului pentru rețeaua specifică a distribuitorului - probe de funcționare în regim normal. - fișa tehnologică Surse de informare și documentare pentru panouri fotovoltaice, inclusiv într-o limbă străină de circulație internațională Norme de sănătatea și securitatea muncii, PSI, specifice lucrărilor de conectare; echipament de lucru și de protecție; modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare).

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):

1. Materiale:

1. Panouri fotovoltaice de mici dimensiuni
2. Reglatoare de tensiune
3. Invertor
4. Cabluri și conductoare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, pistol de lipit, aliaj pentru lipit
5. Tuburi de protecție
6. Accesorii pentru conductoare și tuburi de protecție
7. Aparat și echipamente electrice: întreruptoare, comutatoare, prize, siguranțe automate și fuzibile, blocuri de rele termice, separatoare cu siguranțe, descărcătoare, rele de protecție, declanșatoare, rele de timp, tablouri electrice (de bransament, de firidă, de apartament);
8. Aparat pentru automatizări: butoane de comandă, limitatoare, microîntreruptoare
9. Panoplii cu componente și subansambluri ale aparatelor electrice
10. Motoare electrice de c.a. de mică putere
11. Diferite tipuri de lămpi: cu incandescență, economice
12. Elemente auxiliare

2. SDV-uri:

1. Scule și dispozitive pentru lucrări de montare și întreținere a aparatelor electrice de j.t. (trusa electricianului - clești de diferite tipuri: multifuncțional, sertizat, presă, cuțite)
2. Aparat de măsură: multimetru, voltmetru, ohmmetru, ampermetru, wattmetru
3. Mașini: portabile de găurit și înșurubat
3. Documentație tehnică
4. Scară telescopică
5. Echipament individual de securitatea muncii, inclusiv pentru activități la înălțime.

SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile prevăzute pentru modulul "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice", trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

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

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.

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 prevăzute în Standardul de pregătire profesională al calificării.

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.

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 "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice", iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării, existente în școală sau la operatorul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de activități practice de învățare pentru orele de laborator tehnologic respectiv pentru orele de instruire practică:

- exerciții aplicative și practice de identificare a componentelor sistemelor fotovoltaice după construcție și după funcționare;
- exerciții aplicative și practice de identificare a tipurilor de invertoare și a modului de funcționare al fiecăruia;
- exerciții practice de montare/demontare a componentelor sistemelor fotovoltaice
- exerciții practice de realizare după o schemă dată a montajelor corespunzătoare sistemelor complete on-grid cu 3, 4, 5, 6 panouri fotovoltaice sau pentru puteri de 2, 3 sau 5 kW.
- exerciții practice de realizare a unor sisteme complete off-grid cu 3, 4 sau 5 consumatori.
- exerciții practice de verificare a montajului realizat;
- documentare după diverse surse de informații pentru o temă dată;
- studiu individual referitor la prevederile normelor de sănătate și securitate a muncii, apărare împotriva incendiilor și protecția mediului la montarea și demontarea componentelor sistemelor fotovoltaice.

Se consideră că nivelul de pregătire este realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.

Modulul "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice", are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform listei minime de resurse materiale menționate mai sus.

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

Aceste activități de învățare vizează:

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

Pentru atingerea rezultatelor învățării pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (filme didactice, documentare video, cd/dvd - uri);
- problematizarea;
- învățarea prin descoperire;
- desfășurarea de lucrări/activități practice;
- desfășurarea unor lucrări de laborator;
- studii de caz;
- 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 predare/învățare este METODA JOCURILOR - CATEGORIA JOCURILOR SIMULATIVE.

Jocul este activitatea care își găsește motivația și împlinirea în sine însuși. Spre deosebire de învățare, nu țintește în mod explicit obținerea de noi cunoștințe sau alte produse ale învățării, iar în comparație cu munca, jocul nu are ca finalitate obținerea unor bunuri materiale.

Una din metodele folosite din ce în ce mai frecvent în cadrul procesului de instruire și educare și a cărei eficiență a fost dovedită printr-o serie de studii sau cercetări de specialitate este jocul didactic.

Jocul devine "didactic" atunci când, prin modul de formulare a sarcinii de învățare, elevul este adus în situația de a-și utiliza energiile și potențialul psiho-fizic pentru a-și optimiza parametrii comportamentali.

Rolul și importanța jocului didactic constă în faptul că el facilitează procesul de asimilare, fixare, consolidare și verificare a cunoștințelor, iar, datorită caracterului său formativ, influențează dezvoltarea personalității elevului. Jocul didactic utilizat în contextul activităților școlare are această particularitate esențială: el trebuie să îmbine armonios elementul instructiv-educativ și exercițiul cu elementul distractiv. Învățând prin joc, elevul trebuie să se distreze în același timp. Îmbinarea elementului distractiv cu cel instructiv duce la apariția unor stări emotive complexe, care stimulează și intensifică procesele de dezvoltare psihică.

Jocul didactic este o formă de activitate atractivă și accesibilă elevului, prin care se realizează o bună parte din sarcinile instructiv-educative .

În practica învățământului școlar, jocurile didactice fac parte integrantă din activitățile obligatorii și la libera alegere.

Valoarea practică a jocului didactic constă în faptul că, în procesul desfășurării lui, elevul are posibilitatea să-și aplice cunoștințele, să-și exerseze priceperile și deprinderile ce s-au format în cadrul diferitelor activități. Folosirea jocului didactic ca activitate de învățare aduce variație în procesul de instruire a elevilor, făcându-l mai atractiv.

TEMA ALEASĂ spre exemplificare (Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ: alegerea, configurarea și conectarea bateriilor de acumuloare la sistemele fotovoltaice) are în vedere următoarele

REZULTATE ALE ÎNVĂȚĂRII:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
10.1.1. Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ: - configurarea și conectarea bateriilor de acumuloare la sistemele fotovoltaice, parametrizarea bateriilor . - fișe tehnologice.	10.2.2. Interpretarea informațiilor/cerințelor cuprinse în documentația tehnică și tehnologică utilizată la locul de muncă 10.2.3. Asocierea fiecărui tip de component al unei scheme electrice cu rolul funcțional și domeniul de utilizare corespunzător 10.2.5. Decodificarea simbolurilor și semnelor convenționale ale elementelor utilizate în schemele instalațiilor electrice 10.2.6. Realizarea circuitelor electrice de c.c. corespunzătoare sistemului fotovoltaic, conform schemelor de montaj 10.2.30. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate 10.2.31. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate	10.3.1. Menținerea interesului continuu pentru perfecționarea propriei activități și adoptarea de noi tehnologii 10.3.2. Manifestarea interesului față de evoluțiile tehnologice din domeniul sistemelor fotovoltaice 10.3.10. Asumarea responsabilității pentru deciziile luate referitoare la lucrările executate.

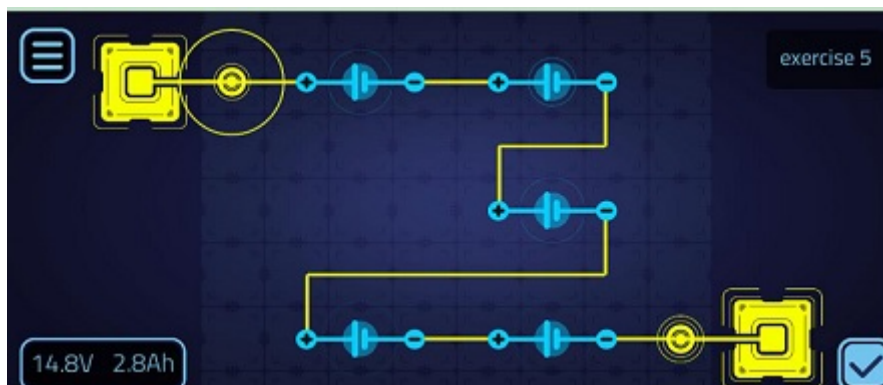
Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea conexiunilor, alegerea, configurarea și conectarea bateriilor de acumuloare (serie și paralel) la sistemele fotovoltaice
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate
- Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă
- Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Cerințe:

1. Accesarea unor exerciții specifice de pe platforma interactivă
2. Identificarea parametrilor acumulatorilor din cadrul fiecărui exercițiu selectat
3. Identificarea bornelor acumulatorilor și poziționarea acestora
4. Efectuarea conexiunilor între terminalele acumulatorilor pentru obținerea valorilor specificate pentru exercițiul respectiv

Elevii vor parcurge setul de exerciții, familiarizându-se astfel cu noțiunile despre conectarea în serie și paralel a acumulatorilor, ce are ca obiectiv final dezvoltarea de abilități și atitudini specifice.



Această platformă interactivă prezintă sub forma unei animații, acumulatorii, cu cele două borne, permițând astfel realizarea conexiunilor pentru diverse configurații (serie, paralel și mixt).

Platforma interactivă prezintă cerința în colțul stânga jos sub forma unei casete cu două valori, respective pentru tensiune și curent (prin capacitatea electrică a acumulatorilor), cerință ce poate fi realizată prin efectuarea conexiunilor corespunzătoare.

La finalizarea realizării conexiunilor, prin apăsarea bifei din colțul dreapta jos, aplicația verifică îndeplinirea cerinței și oferă un feedback elevului.

Mod de organizare a activității/a clasei:

Activitatea se desfășoară în trei etape:

Prima etapă se realizează prin conversație euristică frontală și constă în:

- prezentarea situației de lucru,
- prezentarea platformei interactive
- prezentarea simbolurilor utilizate pe platformă
- descrierea montajelor (serie și paralel)

A doua etapă constă în activitate individuală a elevilor, prin accesarea platformei și realizarea sarcinilor de lucru conform cerințelor. Se pot realiza mai multe astfel de exerciții, cu scheme și valori diferite ale parametrilor (tensiune, curent)

A treia etapă are drept scop analiza și înțelegerea fenomenelor, prin feedback-ul oferit de platformă la finalizarea conexiunilor. Această etapă se realizează sub îndrumarea cadrului didactic.

Resurse materiale:

- Platforme pentru măsurarea diferitelor mărimi electrice;
- "Youtube for education" - materiale video/animații grafice <https://www.youtube.com/watch?v=cxkVxi9P0EA>
- Platforma interactivă online

<https://www.battervgame.sea.innoenerg.com/battervbash/webgl>

Sugestii privind evaluarea

Modulul "Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice" are prevăzute ore de laborator și instruire practică. Vor fi prevăzute cu precădere metode de evaluare specifice acestor tipuri de activități, pot fi concepute și aplicate și activități de evaluare combinate în care pot fi evaluate și cunoștințele teoretice.

Evaluarea va urmări concret măsura în care elevii au dobândit rezultatele învățării propuse în standardul de pregătire profesională Electrician sisteme fotovoltaice.

Evaluarea poate fi:

a. Continuă.

- instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare - probe orale, probe 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 la criteriile și indicatorii de evaluare specificate în Standardul de Pregătire Profesională
- evaluarea va putea fi realizată și folosind echipamente digitale și softuri educaționale specifice orelor de laborator și instruire practică, ținând cont de faptul că toți elevii sunt familiarizați cu interfețele digitale ce echipează mijloacele de comunicare din prezent.

b. Finală

- realizată printr-o lucrare cu caracter practic și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii nivelului de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor/competențelor. Aprecierea lucrării se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

Propunem următoarele instrumente de evaluare continuă:

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

Propunem următoarele instrumente de evaluare finală:

- studii de caz realizate în parcuri fotovoltaice
- portofoliul cu rezultatele lucrărilor de laborator
- lucrări practice de evaluare (în laborator, în atelierul de instruire practică/la operatorul economic);

Se recomandă, ca în parcurgerea modulului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea obținerii rezultatelor învățării corespunzătoare modulului.

Având în vedere ponderea pregătirii practice în totalul orelor alocate acestui modul, se propune un instrument de evaluare prin probă practică de laborator.

Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea transformărilor de unități de măsură
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Mod de organizare a activității/clasei: activitate individuală

Resurse materiale:

- Platforma interactivă online

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>

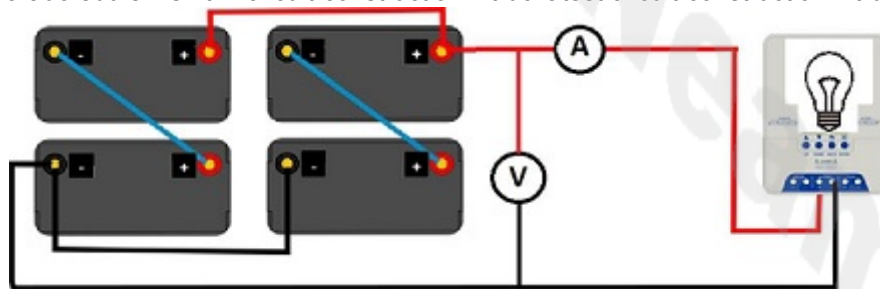
Durată: 50 minute

LUCRARE PRACTICĂ DE LABORATOR

Enunțul temei: Utilizând platforma interactivă precizată mai jos, realizați următoarea schemă de conectare a unui banc de acumulatori de 24 V, din structura unui sistem fotovoltaic și măsurați tensiunea electrică obținută la bornele conexiunii bancului de acumulatori.

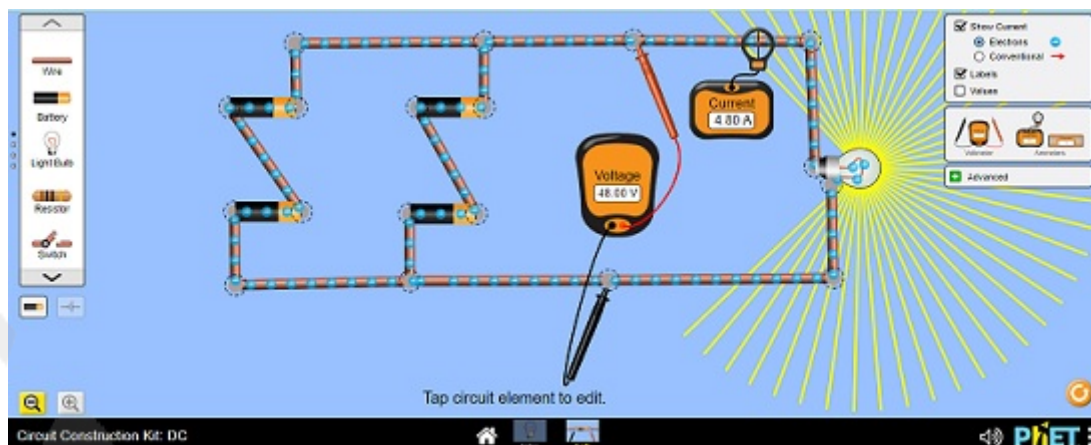
Platforma interactivă este disponibilă la link-ul următor:

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html



Sarcini de lucru:

1. Identificați tipul de conexiune prezentată în schemă
 2. Accesați platforma interactivă
 3. Alegeți componentele necesare realizării unui montaj funcțional, conform schemei date, accesând meniul din stânga aplicației.
 4. Identificați modul în care se reglează valoarea tensiunii fiecărui acumulator din caseta de dialog a elementului respective
 5. Determinați/Calculați valoarea tensiunii ce trebuie setată la bornele fiecărui acumulator astfel încât să se obțină la bornele bancului de acumulatori tensiunea din cerință, respectiv 24 V.
 6. Montați voltmetrul conform schemei și verificați valoarea determinată la cerința de mai sus
 7. Montați și ampermetrul în schema finală pentru determinarea valorii curentului ce trece prin montaj
- Schema finală pentru verificarea funcționării este următoarea:



Pentru evaluarea acestei lucrări practice propunem următoarea grilă de evaluare:

Criterii de evaluare	Indicatori de realizare	Punctaj acordat
Criterii de evaluare pentru proba practică		
Primirea sarcinilor de lucru și organizarea locului de muncă	Identificarea tipului de conexiune	10 p
	Alegerea corectă a componentelor din montaj	10 p
	Organizarea spațiului de lucru al aplicației	5 p
Realizarea sarcinii de lucru	Respectarea succesiunii logice a operațiilor	5p
	Identificarea și poziționarea corectă a acumulatorilor	10 p
	Realizarea legăturilor electrice între componentele montajului	10 p
	Determinarea/Calcularea/Ajustarea tensiunii fiecărui acumulator pentru obținerea valorii totale indicate în cerințe	15p
	Poziționarea corectă a instrumentelor de măsurat	10 p
Criterii de evaluare pentru proba orală, proba complementară a probei practice		
Prezentarea sarcinii realizate	Utilizarea corectă a limbajului tehnic de specialitate în comunicarea cu privire la sarcinile realizate	10 p
	Explicarea modului de calcul pentru tensiunea echivalentă a bancului de acumulatori	10 p
	Justificarea alegerii componentelor și mijloacelor de măsurat din schemă	5 p
Total		100 p

Bibliografie

1. PVTRIN Curs de instruire - Manualul instalatorului de sisteme fotovoltaice - www.pvtrin.eu
2. Mircea Olteanu - Manualul Electricianului, Ediția 2019
3. Mihai, I., ș.a., Manual pentru autorizarea electricienilor instalatori, Ministerul Energiei Electrice, 1995
4. Rusu Constantin - Instalații electrice, Auxiliar curricular - Bistrița, 2018 (<https://eprof.ro/tehnuc/instalații-electrice/>)
5. Rusu Constantin - Instalații electrice - Lucrări practice, Auxiliar curricular - Bistrița, 2018 (<https://eprof.ro/tehnuc/lucrări-practice-instalații/>)
6. <https://www.creează.com/didactica/gradinita/JOCUL-DIDACTIC-METODA-SI-FORMA878.php>

MODUL IV. MENTENANȚA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE

● Notă introductivă

Modulul "Mentenanța sistemelor fotovoltaice", componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice din domeniul de pregătire profesională Electric, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de 9G ore/an, conform planului de învățământ, din care:

- 30 ore/an - laborator tehnologic
- 60 ore/an - instruire practică

Modulul "Mentenanța sistemelor fotovoltaice", 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 standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - Electrician sisteme fotovoltaice, din domeniul de pregătire profesională Electric, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

● Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 11: MENTENANȚA / ÎNTREȚINEREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE	
Rezultate ale învățării	Conținuturile învățării

(codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
11.1.1.	11.2.1. 11.2.9. 11.2.14. 11.2.15.	11.3.2. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	<p>Documentația tehnologică utilizată la lucrările de mentenanță/întreținere</p> <ul style="list-style-type: none"> - proiectul de execuție (scheme de execuție și codificări) al sistemului fotovoltaic - planul de mentenanță și evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic - parametri nominali de funcționare - listă de echipamente/componente - scheme de diagnosticare a defectelor - documentația de lucru necesară facturării lucrării; mod de completare
11.1.2. 11.1.3.	11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.9. 11.2.14. 11.2.15.	11.3.2. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	<p>Materiale de spălare/curățare</p> <ul style="list-style-type: none"> - detergent, cârpe, perii, agenți de curățare <p>Echipamente utilizate în mentenanța/întreținerea sistemului fotovoltaic</p> <ul style="list-style-type: none"> - tije telescopice - sistem robotizat de spălare/curățare,. <p>Echipamente, scule, aparate și dispozitive de măsură și control</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică - Ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane - Trusa electricianului, voltmetru, ampermetru, clampmetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței, cameră termografică, analizor curent-tensiune, termometre cu sistem infraroșu
11.1.4. 11.1.6.	11.2.1. 11.2.2. 11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.6. 11.2.7. 11.2.8. 11.2.12. 11.2.13. 11.2.15. 11.2.16. 11.2.17. 11.2.18.	11.3.1. 11.3.2. 11.3.3. 11.3.6. 11.3.10.	<p>Defecte ale sistemelor fotovoltaice și proceduri de remediere</p> <ul style="list-style-type: none"> - defecte posibile ale structurii suport și de fixare - defecte posibile ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii) - proceduri specifice de remediere a defectelor Aplicații practice privind intervențiile la sistemele fotovoltaice - informații obținute pe baza evaluării stării tehnice a sistemului fotovoltaic - demontarea componentelor defecte; - înlocuirea/repararea pieselor defecte; - remontarea componentelor cu reconstituirea circuitelor; - metode de realizarea măsurătorilor; - verificări ale parametrilor funcționali în urma intervențiilor; - completarea fișei de lucru pentru lucrările efectuate - informații necesar a fi furnizate pentru facturarea lucrărilor <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor specifice lucrărilor de intervenții la sistemele fotovoltaice.</p>
11.1.5. 11.1.6.	11.2.1. 11.2.2. 11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.6. 11.2.7. 11.2.8. 11.2.10. 11.2.11. 11.2.12. 11.2.13. 11.2.14. 11.2.15. 11.2.16. 11.2.17.	11.3.1. 11.3.2. 11.3.3. 11.3.4. 11.3.5. 11.3.6. 11.3.10.	<p>Sisteme de mentenanță</p> <ul style="list-style-type: none"> - mentenanța predictivă, corectivă, planificată - evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic pentru întocmirea planului de mentenanță <p>Aplicații practice</p> <ul style="list-style-type: none"> - culegerea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic; - colectarea și interpretarea informațiilor furnizate de client; - evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic; - propunerea și argumentarea unei intervenții specializate <p>Lucrări de mentenanță/întreținere specifice Documentația tehnologică specifică lucrărilor de mentenanță /întreținere</p> <p>Situații posibile de intervenție</p> <p>Verificări ale structurii suport</p> <ul style="list-style-type: none"> - controlul și fixarea corespunzătoare a îmbinărilor - verificarea mecanică de uniformitate a stratului de zinc - lipsa petelor de rugină <p>Verificări ale panourilor fotovoltaice d.p.d.v. al:</p> <ul style="list-style-type: none"> - umbrii - stării fizice - punctelor calde (prin termoviziune) <p>Verificări privind funcționalitatea invertoarelor</p> <ul style="list-style-type: none"> - continuitatea electrică prin echivalarea potențialului de împământare - funcționarea corectă a dispozitivelor de comutație și protecție integrate <p>Verificări ale funcționării aparatelor de comutație și de protecție:</p> <ul style="list-style-type: none"> - comutatoare de curent alternativ (c.a.) - integritatea/continuitatea cablurilor electrice - funcționalitatea dispozitivelor de blocare - starea de curățenie a compartimentelor: tuneluri și grile de ventilare - comutatoare și dispozitive de protecție de joasă tensiune - calibrarea aparatelor în funcție de caracteristicile electrice ale circuitului - eficiența de manipulare și de protecție - comutatoare și dispozitive de protecție de medie tensiune - controlul integrității interblocării - controlul presiunii de prindere - controlul lamelor pentru deconectarea bobinelor de presiune - controlul circuitelor de comutare - lubrifierea mecanismelor constructive - Verificări la priza de pământ

	11.2.18.	<ul style="list-style-type: none"> - starea fizică - rezistența electrică Verificări ale conexiunilor la acumulatori - starea fizică a conexiunilor - controlul gradului de încărcare a bateriei - starea de curățenie a grilelor de ventilare. Verificări la matricele de panouri fotovoltaice - controlul paratrâșnetelor și a siguranțelor - asigurarea fixării corespunzătoare - verificarea funcționării panoului de control - verificarea diodelor de separare - determinarea performanței la ieșirea șirurilor Lucrări de întreținere periodice: - curățarea compartimentelor: tuneluri și grile de ventilare - curățarea grilelor de ventilare ale bateriilor de acumulatori. - spălarea/curățarea panourilor fotovoltaice - inspectarea vizuală a componentelor sistemului fotovoltaic - îndepărtarea vegetației în exces - înlocuirea componentelor defecte Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor specifice lucrărilor de mentenanță/întreținere ale sistemelor fotovoltaice
--	----------	--

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):

Echipamente tehnice:

- ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane;
- analizor curent-tensiune
- termometre cu sistem infraroșu etc.;

Instrumente, aparate și dispozitive de verificare și măsură: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței, cameră termografică, etc.;

Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice din cadrul sistemelor fotovoltaice:

- chei fixe, chei tubulare, chei dinamometrice, șurubelnițe, burghie etc.;
- Mașini portabile de găurit, de săpat șanțuri (cu rotopercurtor).
- Echipamente pentru îndepărtarea vegetației în exces Scule și aparate pentru realizarea conexiunilor electrice:
- trusa electricianului: multimetru, clește patent, clește sfic, clește cu cioc, clește foarfecă pentru cabluri, clește de sertizat, creion de fază, șurubelnițe, șurubelnițe electrice, scule pentru strângerea cablurilor, ciocan electric de lipit, chei etc.;

Echipament individual de lucru:

- salopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă etc.;

Echipament individual de protecție:

- cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă etc.

Materiale și echipamente de spălare/curățare: detergent, cârpe, perii, tije telescopice, sistem robotizat de spălare/curățare, agenți de curățare.

Documentație tehnică și tehnologică:

- cărți tehnice, manuale de întreținere și reparații, scheme structurale, cataloage cu componente pentru sistemele fotovoltaice, formulare specifice, proceduri etc.

● Sugestii metodologice

Conținuturile modului "Mentenanța sistemelor fotovoltaice" trebuie să fie abordate într- o manieră integrată, în funcție de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Repartizarea numărului de ore alocat modului pe fiecare temă rămâne la latitudinea profesorului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale elevilor 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.

Modulul "Mentenanța sistemelor fotovoltaice" poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice care, prin caracterul lor aplicativ și interactiv să faciliteze tranziția de la școală la viața activă. Orele se recomandă a se desfășura în cabinete de specialitate, în laboratoare și în ateliere din

unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform specificațiilor din standardul de pregătire profesională. Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare caracteristicile de învățare ale fiecărui elev.

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

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare prin vizite de studiu la parcuri fotovoltaice;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/DVD - uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

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 agentul economic), sugerăm următoarea listă orientativă de teme pentru lucrările de laborator:

- 1.** Studiul documentației tehnice de specialitate pentru identificarea parametrilor nominali de funcționare ai unui sistem fotovoltaic dat
- 2.** Analiza documentației tehnologice specifice lucrărilor de mentenanță a unui sistem fotovoltaic (verificare, control, măsurare, diagnoză, remediere a defecțiunilor)
- 3.** Analiza structurată a unui efect dat (defecțiune) pentru identificarea cauzelor posibile, incluzând, eventual, și precizarea metodelor de localizare pentru intervenții
- 4.** Studiu de caz (joc de rol) pentru colectarea și interpretarea informațiilor furnizate de client în cazul funcționării neconforme a unui sistem fotovoltaic
- 5.** Evaluarea inițială a unui sistem fotovoltaic (dat/descris), pentru stabilirea defectelor, prin corelare cu datele tehnice extrase din documentația tehnică specifică
- 6.** Studiu de caz privind diagnosticarea funcționării defectuoase a sistemelor fotovoltaice (cauzele posibile), incluzând metodele și mijloacele de intervenție corespunzătoare
- 7.** Identificarea, înregistrarea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a unui defect dat, utilizând documentația tehnică specifică.
- 8.** Identificarea, înregistrarea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a unui defect dat, utilizând informații furnizate de client.
- 9.** Etapele de lucru pentru evaluarea inițială a stării tehnice a unui sistem fotovoltaic dat/descris
- 10.** Determinarea unor parametri (indicați) pentru diagnoza a sistemelor fotovoltaice, în vederea reglării /ajustării acestora
- 11.** Întocmirea planului de intervenție specializată și argumentarea etapelor de lucru, pentru remedierea defectelor date/descrise, utilizând documentația tehnologică de specialitate (instrucțiuni de lucru, manuale /ghiduri de întreținere și reparații ș.a.)
- 12.** Întocmirea/utilizarea unui plan de întreținere/mentenanță a unui sistem fotovoltaic, în vederea stabilirii etapelor de lucru, a operațiilor de efectuat și a mijloacelor tehnice necesare pentru lucrările de reparații
- 13.** Completarea/înregistrarea în formularele specifice a informațiilor referitoare la intervențiile efectuate într-un sistem fotovoltaic

De asemenea, pentru lucrările practice de efectuat în atelierul școlii sau la agentul economic, sugerăm următoarea listă orientativă:

- 1.** Realizarea controlului/verificării stării tehnice a unui sistem fotovoltaic, conform procedurilor specifice și pe baza schemelor de diagnosticare
- 2.** Determinarea (prin măsurători) și evaluarea stării tehnice a unui sistem fotovoltaic, conform procedurilor specifice și pe baza schemelor de diagnosticare
- 3.** Lucrări practice de evaluare inițială a stării unui sistem fotovoltaic, în vederea identificării cauzelor unei defecțiuni date/descrise.
- 4.** Executarea intervențiilor necesare asupra unui sistem fotovoltaic, pe baza evaluării stării tehnice a componentelor/sistemului, prin aplicarea planului de intervenție corespunzător (demontarea componentelor);

înlocuirea/repararea pieselor defecte; remontarea componentelor; efectuarea reglajelor; verificarea stării tehnice a sistemului în urma intervențiilor; completarea fișei de lucru și furnizarea informațiilor necesare facturării lucrărilor)

5. Lucrări practice de identificare a componentelor defecte ale unui sistem fotovoltaic, prin aplicarea metodelor (de măsurare) corespunzătoare și utilizând mijloacele tehnice adecvate, în vederea aplicării planului de intervenție pentru remediere

Lista lucrărilor de laborator, precum și cea a lucrărilor practice poate fi dezvoltată și adaptată condițiilor specifice oferite de partenerul de practică, cu condiția ca toate rezultatele învățării specificate în standardul de pregătire profesională și vizate de acest modul să poată fi obținute. Lucrul în grup, simularea, practica în laborator, în atelierele școală și la unități economice, discuțiile de grup, prezentările video, multimedia și electronice, temele și proiectele integrate, vizitele de studiu și documentare 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;
- învățarea interactiv-creativă;
- îmbinarea și/sau 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 genul discuțiilor, asaltului de idei, etc.;
- folosirea unor strategii care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu mediul de afaceri în care va putea valorifica rezultatele dobândite ale învățării și își va construi o carieră;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoperfecționare, spre învățare continuă pe parcursul întregii vieți.

Având în vedere volumul de cunoștințe noi vizate de acest modul și necesitatea de a le organiza, de a le sistematiza și de a le aplica în diferite contexte pentru rezolvarea unor sarcini primite la locurile de muncă oferite de partenerii de practică, recomandăm utilizarea unor metode de predare și învățare care să susțină acest demers, ca de exemplu: "Organizatorul grafic", "Harta conceptelor", tehnica "Lotus", "Ciorchinele", "Cubul", metoda învățării reciproce, metoda "Mozaic", metoda "piramidei" etc.

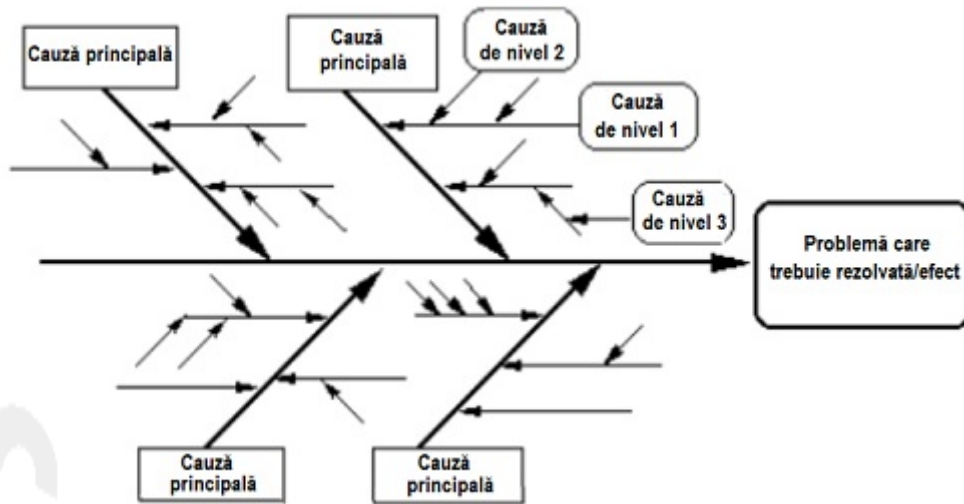
Modulul "Mentenanța sistemelor fotovoltaice" poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, metode, mijloace sau resurse didactice care să faciliteze tranziția de la școală la viața activă. Vizita de studiu la agenții economice din domeniu poate oferi posibilitatea ca datele informațional-aplicative obținute în cadrul obiectivelor vizitate să aibă un rol instructiv, demonstrativ sau aplicativ. 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, tehnica 6-3-5, "Controversa creativă", tehnica acvariului, tehnica focus - grupului, metoda Frisco, sinectica, Buzz-groups, metoda Delphi, discuția panel etc.

Aplicarea acestor metode va consolida caracterul interactiv al învățării și va contribui la formarea elevilor ca persoane active, capabile să ia decizii și să rezolve problemele vieții prin acțiune.

Date fiind rezultatele învățării vizate de acest modul, se exemplifică, în continuare, utilizarea metodelor interactive de grup în formarea integrată a competențelor specifice și a competențelor cheie printr-o metodă bazată pe analiza structurată a dependenței cauză-efect, și anume metoda diagramei FISHBONE.

Această metodă oferă posibilitatea punerii în evidență a izvoarelor unei probleme, unui eveniment sau unui rezultat. Diagramele sunt folosite de grup ca un proces creativ de generare și organizare a cauzelor majore (principale) și minore (secundare) ale unui efect. Diagrama cauză - efect oferă posibilitatea de a evidenția cauza și efectul unor procese, evenimente, fenomene, probleme etc. și are ca obiectiv stimularea imaginației elevilor pentru rezolvarea problemei analizate din mai multe perspective.

Într-o diagramă tipică de acest fel, problema ce trebuie rezolvată este notată în "capul peștelui", apoi sunt înșirate cauzele, de-a lungul "oaselor" și împărțite pe categorii. Cauzele suplimentare pot fi adăugate pe noi ramificații.



Obiectivul principal al diagramei os de pește este ilustrarea grafică a legăturii dintre un rezultat și factorii ce au dus la apariția acestuia. Acest instrument are următoarele obiective principale:

- Determinarea cauzelor de bază ale unei probleme
- Îndreptarea atenției către o problemă anume, fără a recurge la discuții irelevante.
- Identificarea zonelor cu informații insuficiente.

Diagrama FISHBONE (os de pește) poate fi folosită atunci când dorim să:

- Îndreptăm atenția către o problemă anume
- Îndreptăm atenția echipei asupra cauzelor, și nu a simptomelor
- Înfățișăm grafic diferitele teorii despre cauzele care ar putea sta la baza unei probleme
- Arătăm legăturile dintre factorii diverși, care influențează o problemă
- Descoperim legăturile importante dintre diferite variabile și posibile cauze
- Înțelegem mai bine cum funcționează procesul respectiv.

Activitatea se realizează în grup, prin procesul de brainstorming și are drept scop, identificarea cauzelor de bază ale unor probleme. Această funcție explică de ce instrumentul de față este cunoscut și sub denumirea de diagramă cauză-efect.

Diagrama FISHBONE este un instrument de analiză, care oferă un mod sistematic de a privi efectele și cauzele ce contribuie sau pot duce la apariția acestor efecte. Reprezentarea grafică arată ca un schelet de pește și, de aceea, diagrama este numită de multe ori diagrama "os de pește".

Diagrama cauză-efect poate ajuta la identificarea motivelor pentru care un procedeu nu se desfășoară conform planului. De multe ori, acest instrument este folosit pentru a nota pe scurt rezultatele procesului de brainstorming, în urma căruia au fost identificate cauzele unui rezultat nedorit. Metoda ajută la identificarea cauzelor de bază și asigură înțelegerea generală a acestor cauze: prin construirea sa, diagrama facilitează sistematizarea/schematizarea cauzelor care conduc la efectul analizat, iar prin analiza diagramei, construite se pot stabili mai ușor, metode de rezolvare a efectelor nedorite.

Iată etapele prin care se construiește și se analizează o diagramă cauză-efect:

Pasul 1 - Identificarea și definirea rezultatului/efectului ce trebuie analizat

Problema de analizat trebuie formulată clar și înțeleasă de toți participanții. Altfel, dacă unii au neclarități cu privire la scopul activității, problema nu va fi soluționată

Pasul 2 - Reprezentarea schematică a diagramei

Se desenează un tabel, așezat la vederea tuturor (în care se vor înregistra ideile/cauzele generate prin brainstorming) un desen al "șirei spinării" și chenarul în care se va nota efectul ("capul peștelui").

Pasul 3 - Identificarea cauzelor principale

Înregistrările cuprinse în tabel, sunt analizate și grupate, pentru a stabili cauzele principale care au dus la apariția efectului în discuție. Acestea sunt denumirile principalelor ramificații ale diagramei și vor deveni categorii, în dreptul cărora se vor putea trece multe alte subcategorii.

Pasul 4 - Identificarea factorilor secundari (subcategorii)

Prin discuții de grup, despre fiecare cauză principală se identifică ceilalți factori secundari, care pot avea legătură cu efectul. Fiecare factor secundar se notează, ca subcategorie, în dreptul ramificației principale corespunzătoare. Cu cât analiza este mai temeinică, numărul factorilor secundari va fi mai mare. Dacă o cauză secundară determină mai multe cauze principale, se notează în dreptul fiecăreia.

Pasul 5 - Identificarea cât mai multor cauze

Printr-o serie de întrebări ajutătoare (De ce ... ?) sunt identificate treptat, cât mai multe cauze care vor fi așezate, în dreptul subcategoriilor corespunzătoare.

S-ar putea să fie necesară împărțirea diagramei în câteva mai mici, în cazul în care o categorie are prea multe subcategorii. În acest caz, oricare dintre cauzele principale poate fi retranscrisă ca efect.

Pasul 6 - Analiza diagramei

Analiza ajută la identificarea acelor cauze care necesită cercetări suplimentare. Este necesară examinarea „echilibrului” diagramei și verificarea detaliilor comune mai multor categorii: o categorie cu multe subramificații poate denota nevoia de analiză suplimentară; o categorie principală cu doar câteva cauze specifice poate denota nevoia de identificare a altor cauze. Dacă mai multe ramificații principale au doar câteva subramificații, s-ar putea să fie necesară combinarea lor într-o singură categorie. Se recomandă identificarea cauzelor care se repetă pentru că este posibil ca acestea să fie cauzele de bază. Mai mult, se observă ce poate fi măsurat în cazul fiecărei cauze, astfel încât să poată fi măsurate efectele schimbărilor ce vor fi puse, eventual, în aplicare.

Metoda FISHBONE are o serie de avantaje:

- Ajută la identificarea cauzelor de bază
- Stimulează participarea fiecărui membru al grupului
- Este ordonată și ușor de descifrat
- Scoate în evidență relațiile dintre cauză și efect
- Arată ce poate fi schimbat
- Participanții capătă cunoștințe noi, legate de procesul respectiv, întrucât află mai multe detalii despre factorii ce influențează acest proces și relațiile dintre ei
- Determină acele zone ce necesită informații suplimentare

Exemplu de aplicare a metodei FISHBONE pentru tema "Defecte posibile ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii)"

Rezultate ale învățării avute în vedere sunt:

1. Cunoștințe

11.1.4. Defecte ale sistemelor fotovoltaice și proceduri de remediere

- Defecte ale structurii suport și de fixare
- Defecte ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii)
- Proceduri de remediere a defectelor

11.1.6. Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor

2. Abilități

11.2.2. Evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic, propunerea și argumentarea unei intervenții specializate

11.2.3. Identificarea componentelor dintr-un sistem fotovoltaic

11.2.6. Identificarea defectelor

11.2.8. Rezolvarea problemelor de mentenanță/întreținere prin adecvare la condițiile concrete de la beneficiar.

3. Atitudini

11.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul asigurării calității lucrărilor realizate.

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

11.3.3. Asumarea și menținerea unui comportament responsabil față de îndeplinirea sarcinilor primite

Regulile de organizare și etapele de realizare a diagramei cauzelor și a efectului sunt următoarele:

1. Se împarte clasa în echipe de lucru;

2. Se stabilește problema/efectul de discutat care, în acest caz, este formulată astfel: "Matricea de panouri fotovoltaice nu funcționează sau funcționează incorect".

3. Are loc dezbateră în fiecare grup pentru a identifica și înregistra, cauzele care au condus la efectul discutat. Înregistrarea cauzelor se face pe hârtie sau pe tablă.

4. Construirea diagramei cauzelor și a efectului astfel:

- pe axa principală a diagramei se trece efectul;
- pe ramurile axei principale se trec cauzele majore/principale (de exemplu, factorul uman, factori de mediu, materiale și instrumente etc.) și categoriile de cauze corespunzătoare fiecăreia (de exemplu, metode, materiale, echipamente, măsurare/procesare date etc.)
- cauzele minore (secundare) ce decurg din cele principale se trec pe câte o ramură mai mică ce se deduce din cea a cauzei majore;

5. Etapa examinării listei de cauze generate de fiecare grup:

- examinarea patternurilor (diagramelor);
- evaluarea modului în care s-a făcut distincție între cauzele majore și cele minore și a plasării lor corecte în diagramă, cele majore pe ramurile principale, cele minore pe cele secundare, relaționând și/sau decurgând din acestea;
- evaluarea diagramelor fiecărui grup și discutarea lor;

6. Stabilirea concluziilor/modalităților posibile de intervenție

În diagramele realizate de elevi ar trebui să se regăsească și elemente ale reprezentării din figura "Elemente ale răspunsului așteptat la sarcina de lucru"

Diagramele pot fi folosite de asemenea, pentru a exercita capacitatea de a răspunde la întrebări legate de anumite probleme aflate în discuție.

Recomandăm aplicarea metodei la toate activitățile practice de monitorizare a sistemelor fotovoltaice. Elevii vor pleca de la un simptom de funcționare defectuoasă și vor identifica în echipă sau individual cauzele posibile, le vor clasifica în cauze majore și cauze minore cu ajutorul diagramei, vor prioritiza tratarea cauzelor în funcție de probabilitatea și posibilitatea de a fi verificate (prioritatea cea mai mare fiind atribuită cauzelor cu probabilitate mai ridicată și ușor de verificat), vor realiza activități de verificare, testare și măsurare specifice pentru a stabili un diagnostic.

● 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/atins rezultatele învățării prevăzute în standardul de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi:

- a. continuă, în timpul parcurgerii modulului, prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării;
 - instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare - probe orale, scrise, practice;
 - planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp;
 - va fi realizată pe baza unor probe care se referă la criteriile de evaluare și la indicatorii de evaluare, corelate cu standardul de evaluare specificat în Standardul de Pregătire Profesională pentru fiecare rezultat al învățării;
- b. finală, realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare și evaluare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se propun următoarele instrumente de evaluare continuă pentru utilizare:

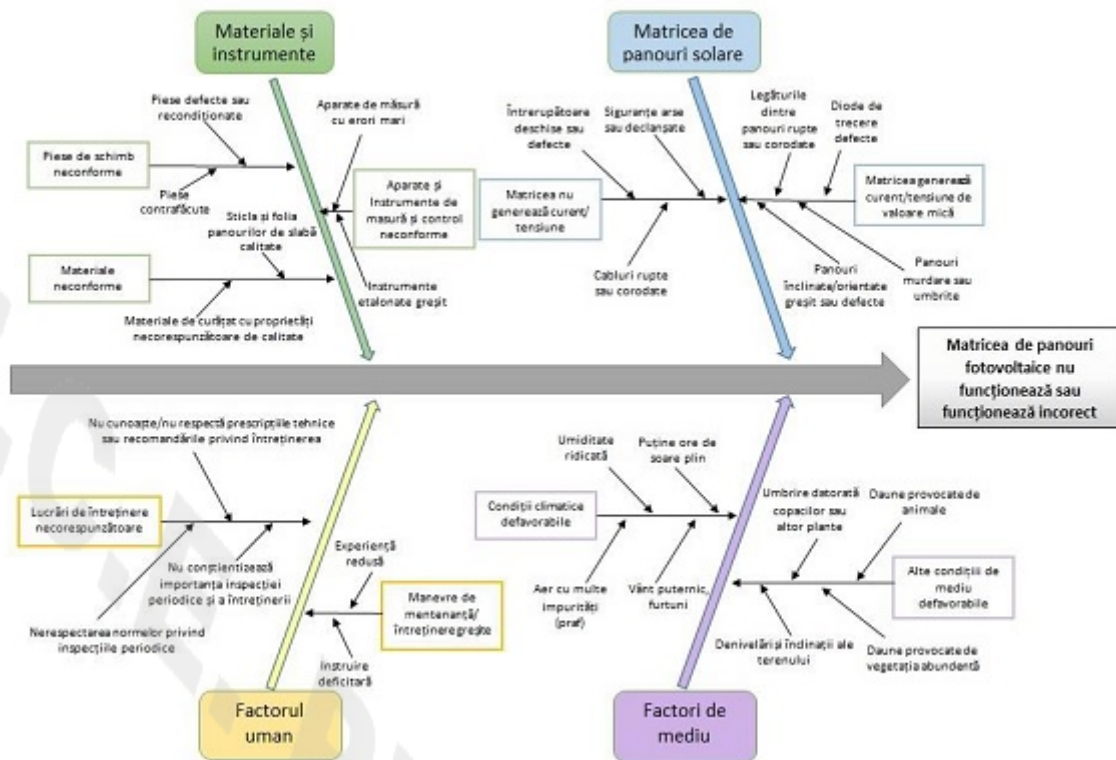
- fișe de observație; fișe de lucru; fișe de autoevaluare;
- teste cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme.

De asemenea, propunem și instrumente de evaluare finală:

- proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport; poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi;
- studiul de caz, care poate viza un proces de diagnosticare, întreținere și de reparare a unui sistem fotovoltaic;
- portofoliul, care oferă informații culese de elevi în timpul activităților practice, activităților extrașcolare cu privire la construcția, funcționarea și mentenanța sistemelor fotovoltaice.
- Lucrare practică din tematica propusă cu complexitate ridicată și caracter intermodular executată la operatorul economic și evaluată pe baza unei fișe de observație.

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

În continuare, având în vedere alocarea numărului de ore corespunzătoare modulului, pentru componentele de laborator tehnologic, respectiv pentru instruire practică, se propune un instrument de evaluare prin probă practică pentru tema "Evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic", care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:



Cunoștințe

11.1.1. Documentația tehnologică utilizată la lucrările de mentenanță/întreținere

– parametri nominali de funcționare

11.1.5. Lucrări de mentenanță/întreținere ale sistemelor fotovoltaice, Verificări ale panourilor fotovoltaice d.p.d. v. al: umbririi; stării fizice.

Aplicații practice:

– evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic;

11.1.6. Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor.

Abilități

11.2.3. Identificarea componentelor dintr-un sistem fotovoltaic

11.2.5. Alegerea SDV-urilor și a aparatelor de măsură și control (AMC) necesare intervențiilor

11.2.9. Analiza documentației tehnologice prin raportare la situația concretă

11.2.11. Verificarea funcționării sistemului fotovoltaic

11.2.12. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

11.2.14. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea lucrărilor de mentenanță a sistemelor fotovoltaice

11.2.15. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate

11.2.16. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Atitudini

11.3.3. Asumarea și menținerea unui comportament responsabil față de îndeplinirea sarcinilor primite

11.3.5. Respectarea normelor de timp aferente operațiilor executate

11.3.6. Respectarea normelor de sănătatea și securitatea muncii și de protecția mediului corespunzătoare lucrărilor efectuate

11.3.7. Asumarea inițiativei în rezolvarea creativă a problemelor la locul de muncă.

11.3.8. Menținerea interesului continuu pentru perfecționarea propriei activități

11.3.9. Manifestarea interesului față de evoluțiile tehnologice din domeniul sistemelor fotovoltaice

Titlu temă: Evaluarea stării tehnice a unui panou fotovoltaic

Enunțul temei pentru proba practică:

Realizați, pentru un panou fotovoltaic dat, evaluarea inițială a stării tehnice, incluzând și verificarea umbririi și a stării sale fizice.

La finalizarea lucrării, prezentați normele specifice de sănătate și securitate în muncă, SDV-urile și AMC-urile folosite și o apreciere privind starea tehnică a panoului pe baza comparării rezultatelor determinate cu documentația tehnică specifică.

Sarcini de lucru:

1. Analiza documentației tehnice a panoului fotovoltaic dat, pentru a identifica parametrii de funcționare
2. Verificarea umbririi, a unghiului de înclinare și a stării fizice a panoului fotovoltaic
3. Alegerea SDV-urilor și AMC-urilor necesare lucrărilor de efectuat
4. Măsurarea valorilor numerice ale parametrilor de funcționare (tensiunea de mers în gol, curentul de scurtcircuit)
5. Compararea valorilor măsurate cu valorile specificate în documentația tehnică, pentru aprecierea stării tehnice
6. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Timp de lucru: 120 minute

FIȘA DE EVALUARE A PROBEI PRACTICE

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare a probei practice	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (35 p)	Analiza documentației tehnice a panoului fotovoltaic pentru identificarea parametrilor de funcționare	10 p
		Alegerea SDV-urilor și a aparatelor de măsură și control (AMC) necesare executării lucrărilor	10 p
		Realizarea operațiilor pregătitoare în vederea verificării panoului fotovoltaic	10 p
		Pregătirea locului de muncă	5 p
2.	Realizarea sarcinii de lucru (50 p)	Verificarea umbririi, a unghiului de înclinare și a stării fizice a panoului fotovoltaic	10 p
		Măsurarea valorilor numerice ale parametrilor de funcționare (tensiunea de mers în gol, curentul de scurtcircuit), respectând normele și procedurile specifice	20 p (2 x 10 p)
		Compararea valorilor măsurate cu valorile specificate în documentația tehnică, pentru aprecierea stării tehnice a panoului fotovoltaic	15 p
		Respectarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5 p
TOTAL PROBĂ PRACTICĂ			85 p
Nr. crt.	B. Criterii de evaluare la proba orală	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru (15 p)	Prezentarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5 p
		Enumerarea SDV-urilor și AMC-urilor folosite pentru realizarea lucrărilor	5 p
		Formularea unei aprecieri privind starea tehnică a panoului pe baza comparării rezultatelor determinate cu documentația tehnică specifică, utilizând vocabularul de specialitate	5 p
TOTAL PROBĂ ORALĂ			15 p
PUNCTAJ TOTAL			100 p

Bibliografie

1. Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
2. Isac E., Măsurări electrice și electronice, Manual pentru clasele a X-a, a XI-a, a XII-a, Editura Didactică și Pedagogică, 1999, București
3. Mareș F., ș.a., Domeniul electric, clasa a X-a, Electrotehnică și măsurări electrice, Editura Art Grup Editorial, București, 2006
4. Mareș F., Cosma D.I., Măsurări electrice, Manual pentru clasa a IX-a, Editura CD Press, București, 2010
5. Tănăsescu M., Gheorghiu T., Ghețu C., Măsurări tehnice, Manual pentru clasa a X-a, Ed. Aramis, 2005, București
6. Nițucă C., Stanciu T., Didactica disciplinelor tehnice, Editura Performantica, Iași, 2006
7. Trippi D., Energia solară fotovoltaică, Editura Avez, 2018
8. Chiraș D., Electricitate din panouri solare, Editura Mast, 2021
9. Lucian E.V., Energia solară. Captarea, conversia și utilizarea energiei solare, Editura Universitară, 2018