



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

"Aprob"
Directorul Centrului de
Excelență în Energetică și Electronică



Marilana BARLADEAN

"18 " septembrie 2023

Curriculumul disciplinar
S.06.O.021 Transportul și distribuția energiei electrice

Specialitatea: 71310 - **Electroenergetică**

Calificarea: **Tehnician energetician**

Chișinău 2023

Curriculumul a fost elaborat în baza ordinului Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova, numărul 83, din data de 14.02.2022, cu privire la aprobarea listei instituțiilor de învățământ desemnate responsabile pentru elaborarea planurilor de învățământ la programele de formare profesională postsecundară și postsecundar nonterțială.



Autori:

Ludmila BUCUR, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Lilia GRĂJDIAN, cadru didactic, gradul didactic superior, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAȘ

" 18" septembrie 2023

Recenzenți:

1. Ion CARAPOSTOL, Șef adjunct serviciu în industria prelucrătoare (SAIT), Termoelectrica S.A.
2. Viorel CIOBANU, Director tehnic Compania Electrică SRL.

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice</i>	<i>4</i>
<i>IV. Administrarea modulului</i>	<i>5</i>
<i>V. Unitățile de învățare</i>	<i>5</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>7</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>7</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>8</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>9</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>10</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>10</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>11</i>

I. Preliminarii

Unitatea de curs **Transportul și Distribuția Energiei Electrice** este destinată studiului particularităților elementelor din instalațiile de transport și distribuție a energiei electrice de la sursele de producere spre consumatori. Instalațiile de transport și de distribuție a energiei electrice trebuie să satisfacă o serie de condiții tehnice și economice cu referire la asigurarea parametrilor calitativi ai energiei electrice furnizate consumatorilor. Aceste condiții vor fi asigurate prin dimensionarea corectă în special a elementelor conductoare, determinarea valorilor pierderilor de putere și tensiune pentru compararea cu valorile maxim admise de normativele în vigoare.

Unitățile de curs ce necesită a fi studiate până la demararea procesului de instruire la unitatea de curs **Transportul și Distribuția Energiei Electrice** sunt:

- Materiale electrotehnice
- Desen tehnic
- Măsurări electrice și electronice
- Aparate electrice
- Mașini electrice
- Partea electrică a centralelor și stațiilor I

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Specialistul calificat trebuie să îndeplinească sarcini cu caracter tehnic de montaj, punere în funcțiune, întreținere și reparare a instalațiilor electrice de producere, transport și distribuție a energiei electrice. Prima etapă în formarea specialistului competent este asigurarea cu cunoștințe factice referitor la clasificarea, construcția, parametrii tehnici ale elementelor din instalații de transport a energiei electrice: liniile electrice aeriene, linii electrice în cablu, stații și posturi de transformare. Cunoașterea și aplicarea metodelor de dimensionare și calculul electric al diverselor tipuri de configurații de rețea vor asigura perspective de dezvoltare a carierei profesionale în domeniul energetic.

III. Competențele profesionale specifice

CS1. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transport, transformare și distribuție a energiei electrice.

CS2. Schițarea schemelor echivalente a liniilor și transformatoarelor de forță. Determinarea valorilor parametrilor pasivi.

CS3. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor.

CS4. Determinarea pierderilor de putere și de tensiune pentru diverse configurații de rețea.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
6	90	40	20	30	examen	3

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice	
UC1. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transport, transformare și distribuție a energiei electrice. - Distingerea categoriilor de rețele electrice. - Identificarea elementelor componente ale LEA. - Identificarea elementelor componente ale LEC. - Identificarea elementelor componente ale instalațiilor de transformare și distribuție.	1.1 Linii electrice aeriene LEA - conductoarele liniilor electrice aeriene; - pilonii liniilor electrice aeriene; - izolatoarele, clemele și armaturile. 1.2. Linii electrice în cablu LEC - construcția liniilor electrice în cablu; - cutiile terminale, monșoane de conexiune. 1.3. Instalații de transformare și distribuție a energiei electrice -clasificarea stațiilor de transformare; -clasificarea posturilor de transformare -elemente componente (circuite primare, secundare, servicii auxiliare și proprii).
2. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice	
UC2. Schițarea schemelor echivalente a liniilor și transformatoarelor de forță. Determinarea valorilor parametrilor pasivi. - Identificarea schemelor echivalente cu parametrii pasivi ale liniilor electrice și a transformatoarelor de forță. - Aplicarea relațiilor de calcul pentru determinarea parametrilor schemei echivalente.	2.1.Parametrii pasivi a liniilor electrice -schemele echivalente ale liniilor electrice - rezistența liniilor electrice. - noțiunea de efect pelicular și efect de proximitate. - reactanța liniilor electrice. -conductanța liniilor electrice. -fenomenul Corona -susceptanța liniilor electrice.

Unități de competență	Unități de conținut
	2.2.Parametrii pasivi a transformatoarelor cu două și cu trei înfășurări. - Schemele echivalente și parametrii pasivi a liniilor electrice. -Determinarea parametrilor transversali și longitudinali a transformatoarelor cu două înfășurări și cu trei înfășurări.
3. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor	
UC3. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor. - Recunoașterea ipotezelor de calcul. - Algoritmizarea metodelor de calcul. - Justificarea alegerii metodei de calcul. - Aplicarea metodei de calcul. - Deducerea relațiilor de calcul la determinarea pierderilor în linii și transformatoare.	3.1.Ipoteze de calcul la dimensionarea conductoarelor electrice. 3.2.Dimensionarea conductoarelor in ipoteza J_{ec} și I_{adm}. -etape de calcul a metodelor de dimensionare. -exemple de calcul 3.3.Pierderi în elementele sistemului electroenergetic. Reducerea pierderilor. -pierderi de tensiune -pierderi de energie -măsurile organizatorice de reducere a pierderilor -măsurile tehnice de reducere a pierderilor
4. Calculul rețelelor de transport a energiei electrice	
UC4. Determinarea pierderilor de putere și de tensiune pentru diverse configurații de rețea. - Determinarea pierderilor de putere și tensiune în rețelele de transport a energiei electrice. - Analizarea comparativă a rezultatelor obținute în raport cu valorile maxim admise ale pierderilor de putere și tensiune.	4.1.Algoritmizarea etapelor de calcul. 4.2.Calculul rețelelor magistrale și radiale -Determinarea pierderilor de putere și tensiune în rețelele magistrale și radiale. 4.3.Calculul rețelelor cu alimentare bilaterală. -calculul regimului normal de funcționare -calculul regimului de avarie.

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice	24	12	6	6
2.	Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice	20	10	4	6
3.	Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor	18	8	4	6
4.	Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice	28	10	6	12
	Total	90	40	20	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice			
1.1. Linii electrice aeriene (LEA).	Referat	Prezentarea referatului	Săptămâna 1
1.2. Linii electrice în cablu (LEC)	Rezumat în scris	Prezentarea rezumatului	Săptămâna 3
1.3. Instalații de transformare și distribuție a energiei electrice.	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 4
2. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice			
2.1. Parametrii pasivi a liniilor electrice.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	Săptămâna 6
2.2. Parametrii pasivi a transformatoarelor cu două și cu trei înfășurări.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	Săptămâna 8

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
3. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor			
3.1. Dimensionarea conductoarelor din ipoteza J_{ec} și I_{adm} .	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	Săptămâna 9
3.2. Pierderi în elementele sistemului electroenergetic. Reducerea pierderilor.	Argumentarea scrisă. Plan de idei	Prezentarea documentului	Săptămâna 10
4. Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice			
4.1. Calculul rețelelor magistrale.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	Săptămâna 11
4.2. Calculul rețelelor cu alimentare bilaterală.	Studiul de caz	Prezentarea studiului	Săptămâna 12

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Particularitățile constructive ale liniilor electrice aeriene.
2. Particularitățile constructive ale liniilor electrice în cablu.
3. Particularitățile constructive ale elementelor SEE. Instalațiile de transformare a EE.
4. Determinarea parametrilor pasivi a liniilor electrice aeriene.
5. Calculul parametrilor pasivi a transformatoarelor cu două, cu trei înfășurări.
6. Dimensionarea conductoarelor liniilor electrice aeriene.
7. Determinarea pierderilor în elementele de rețea.
8. Calculul electric al unei linii care alimentează mai multe sarcini consecutiv de la o sursă de alimentare.
9. Calculul electric al unei linii care alimentează mai multe sarcini consecutiv de la două surse de alimentare în regim normal de funcționare.
10. Calculul electric al unei linii care alimentează mai multe sarcini consecutiv de la două surse de alimentare în regim de avarie.

IX. Sugestii metodologice

Unitatea de curs **Transportul și distribuția energiei electrice**, se va studia din perspectiva abordării unui proces educativ bazat pe noi mijloace sau resurse didactice. Se recomandă utilizarea 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.

Ca și recomandare generală pentru realizarea orelor de dobândire a cunoștințelor teoretice și/sau faptice autorii curriculumului propun utilizarea următoarelor metode și tehnici tradiționale și interactive, pe unități de învățare după cum urmează:

Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice: explicație, conversația, tehnicile video, Turul galeriei, lucrul cu literatura de specialitate; Diagrama VENN.

Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice: explicație, conversația, problematizare, observație, graficul T, SINELG.

Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor: explicație; problematizare, graficul T, simulare, demonstrare, observare.

Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice: conversație; problematizare, graficul T, diagram VENN, metoda cadranelor.

Pentru desfășurarea lecțiilor practice se vor aplica metode care se axează pe scopuri de formare a competențelor specifice disciplinei. Se vor aplica metode și tehnici bazate pe modelare, simulare, problematizare, etc.

La realizarea studiului individual ghidat de profesor în organizarea procesului didactic centrat pe elev cu scopul adaptării demersului educațional la particularitățile personale a elevului în actul de formare profesională, se va realiza prin sarcini propuse ca: studiu de caz, încercări demonstrative, problematizare, vizite de studiu, etc.

Acestea menționate vizează următoarele aspecte:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, abordarea tuturor tipurilor de învățare (auditiv, vizual, practic);
- îmbinarea și o alternanță sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (sarcină personală, observația proprie, lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cât și activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățarea continuă.

Conținuturile unității de curs **Transportul și distribuția energiei electrice**, trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă și diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului de elevi cu care se lucrează.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

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.

Evaluarea poate fi:

Curentă - în timpul parcurgerii conținuturilor prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării. Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul unității de învățare și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.

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

Sumativă – realizată periodic. Reprezintă o lucrare integrată la sfârșitul procesului de predare/învățare și pe unitate de învățare care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor și atitudinilor.

Pot fi utilizate următoarele instrumente de evaluare continuă:

- Fișă de observație;
- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Teste de verificare a cunoștințelor cu itemi cu alegere multiplă, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de rezolvare de probleme.

Pot fi utilizate următoarele instrumente de evaluare finală:

- Matricea de specificare elaborată conform rigoriilor stabilite în literatura de specialitate.
- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic;
- Lucrare practică din tematica parcursă, cu complexitate ridicată și evaluată pe baza unei fișe de observare.

Evaluarea finală. În conformitate cu Planul de învățământ aprobat pentru specialitatea 71310 Electroenergetică, unitatea de curs Transportul și distribuția energiei electrice acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculum-ului recomandă efectuarea examenului oral/scris, la decizia cadrului didactic în funcție de resurse temporale.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sala de curs: dotată cu mobilier, proiector, planșe, literatura de specialitate, cataloage cu parametrii nominali ale elementelor instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice.

Desfășurarea lecțiilor practice/seminarelor poate fi realizată în cabinet specializat, dotat cu machete, mostre, planșe, tabele dar și în teren prin organizarea și desfășurarea excursiilor la sectoarele din domeniul energetic.

În procesul de predare-învățare în cadrul unității de curs **Transportul și distribuția energiei** o mare eficiență are derularea secvențelor video relevante ce presupune accesul la rețeaua globală internet.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Gheorghe Georgescu. Transportul și distribuția energiei electrice. Editura „Gh. Asachi” Iași-2000, 375 pag.	Sala de lectură, Internet	5
2.	В.А.Боровиков. Электрические сети энергетических систем. Ленинград. Энергия-1977,392с.	Biblioteca Internet	10
3.	Aneta Hazi. Stații electrice și posturi de transformare. Editura „INFO” Chișinău – 2003, 360 pag.	Biblioteca Internet	5
4.	Site-uri din domeniu: www.moldelectrica.md www.anre.md www.linvit.ru www.ovis.khv.ru www.iek.ru	Internet	