

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

"Aprob"

directorul în Energetică și Electronică
Centrul de Excelență



Mariana BARLADEAN

"17" septembrie 2025



Curriculumul la unitatea de curs
P.02.O.012 Rețele electrice 35-110 kV

Programul de studii: 0713.6 Rețele electrice

Calificarea: 0713.6.1 Tehnician electrician/tehniciană electriciană
(conform planului de învățământ 2024)

Chișinău 2025

Aprobat la :

Consiliul metodico-științific al I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ 

Ședința Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 09 septembrie 2025, șef catedră Svetlana CECAN 

Autori:

Svetlana CECAN, profesor disciplini de specialitate, grad didactic unu, I.P. CEEE

Iulian ROTARI, profesor disciplini de specialitate I.P. CEEE

Recenzenți:

1. Viorica HLUSOV, șef departament Energetică, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, UTM.
2. Andrei PUȚUNTICĂ, Director tehnic, SAVTELS S.R.L.
3. Viorel CIOBANU, Director tehnic, COMPANIA ELECTRICĂ S.R.L.

Adresa Curriculumului în Internet:

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

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională.....</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale și rezultatele învățării</i>	<i>5</i>
<i>IV. Administrarea unității de curs</i>	<i>5</i>
<i>V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</i> Error! Bookmark not defined.	
<i>VI. Unitățile de învățare</i>	<i>6</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor</i>	<i>11</i>
<i>VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate</i>	<i>12</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>12</i>
<i>X. Sugestii de evaluare</i>	<i>13</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării.....</i>	<i>13</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>14</i>

I. Preliminarii

Unitatea de curs **Rețele electrice 35–110 kV** este orientată spre studiul aprofundat al particularităților constructive, funcționale și de exploatare ale elementelor componente ale instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice. În cadrul acesteia sunt analizate liniile electrice aeriene și în cablu, stațiile electrice, echipamentele de comutație și protecție, precum și modul de integrare a acestora în sistemele electroenergetice.

Instalațiile de transport și distribuție a energiei electrice trebuie să îndeplinească un ansamblu complex de cerințe tehnice și economice, având ca obiectiv principal asigurarea furnizării unei energii electrice de calitate corespunzătoare către consumatori. Aceste cerințe vizează menținerea parametrilor de tensiune și frecvență în limitele admise, reducerea pierderilor de energie, creșterea siguranței în exploatare și optimizarea costurilor de investiție și operare.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Specialistul calificat în domeniul energetic trebuie să fie capabil să îndeplinească un spectru larg de sarcini cu caracter tehnic, care includ activități de montaj, punere în funcțiune, exploatare, întreținere preventivă și corectivă, precum și repararea instalațiilor electrice de producere, transport și distribuție a energiei electrice. Aceste responsabilități presupun nu doar deprinderi practice solide, ci și o bună înțelegere a principiilor de funcționare, a normelor de securitate și a cerințelor de eficiență energetică.

Prima etapă în formarea unui specialist competent constă în asigurarea unui fundament teoretic riguros, bazat pe cunoștințe factice referitoare la clasificarea, structura constructivă și parametrii tehnici ai principalelor elemente din instalațiile de transport al energiei electrice. În acest context, sunt studiate în detaliu liniile electrice aeriene, liniile electrice în cablu, stațiile electrice și instalațiile de distribuție, cu accent pe rolul, funcțiile și particularitățile fiecărei componente în cadrul sistemului electroenergetic.

De asemenea, un rol esențial îl are însușirea și aplicarea metodelor moderne de dimensionare și calcul electric pentru diverse tipuri de configurații de rețea. Aceste competențe permit evaluarea corectă a regimurilor de funcționare, determinarea pierderilor de energie și optimizarea parametrilor tehnici ai rețelelor. Stăpânirea acestor aspecte contribuie semnificativ la creșterea nivelului de profesionalism și deschide perspective reale de dezvoltare a carierei în domeniul

energetic, inclusiv în proiectare, exploatare sau management tehnic al sistemelor electroenergetice.

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării

CS. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transporta energiei electrice.

CS. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transformare și distribuție a energiei electrice.

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

CS. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor.

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

La finele unității de curs, elevul va fi capabil să:

- ✓ Clasifice și identifice elementele rețelelor de transport (LEA, LEC) și instalațiilor de transformare și distribuție.
- ✓ Recunoască și interpreteze schemele de conexiuni ale instalațiilor electrice.
- ✓ Schițeze și utilizeze scheme echivalente ale liniilor și transformatoarelor, determinând parametrii pasivi.
- ✓ Aplice metode de dimensionare a conductoarelor în funcție de condițiile tehnice și economice.
- ✓ Calculeze pierderile de putere și tensiune pentru diverse configurații de rețea.
- ✓ Analizeze regimurile de funcționare (normal și de avarie) și să compare rezultatele cu normativele în vigoare.
- ✓ Respecte normele de securitate și să aplice corect procedurile de exploatare în instalațiile electrice.

IV. Administrarea unității de curs

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/ Laborator			
I	180	146	4	30	Examen	6

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total ore	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
1.	Instalații de transport a energiei electrice	50	44	0	6
2.	Instalații de transformare și de distribuție a energiei electrice	48	42	0	6
3.	Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice	22	16	0	6
4.	Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor	20	14	0	6
5.	Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice	40	30	4	6
	Total	180	140	4	36

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
1. Instalații de transport a energiei electrice		
UC1. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transport a energiei electrice. - Clasificarea rețelelor electrice - Distingerea categoriilor de rețele electrice. - Identificarea elementelor componente ale LEA. - Identificarea elementelor componente ale LEC.	1.1 Clasificarea rețelelor după structura, tensiune nominală, modul de tratare a neutrilor, configurație. 1.2 Liniile electrice aeriene LEA - obiectivele generale ale instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice. - conductoarele liniilor electrice aeriene;	- Analiza și clasificarea tipurilor de rețele electrice pe baza schemelor și imaginilor. - Identificarea componentelor LEA și LEC utilizând planșe, machete și materiale video. - Realizarea de scheme simple ale liniilor electrice aeriene și în cablu. - Studiu de caz privind exploatarea și defectele în LEA și LEC.

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
	- pilonii liniilor electrice aeriene; - izolatoarele, clemele și armaturile. - lucrările de construcții și montarea a LEA - cerințe de bază la exploatarea LEA -deservirea operativă a LEA -lucrări specifice executate la LEA -incidente, avarii și deranjamente în exploatarea LEA. -combaterea chiciurei de pe conductoarele LEA 1.2. Linii electrice în cablu LEC - construcția liniilor electrice în cablu; - cutiile terminale, monșoane de conexiune. -montarea LEC. -tehnologia de montare la executara manșoanelor și cutiilor terminale. -cerințe de baza la exploatarea LEC. - defecțiuni și remedieri în timpul exploatării LEC.	- Lucru cu documentația tehnică și literatura de specialitate. - Discuții ghidate privind incidente și metode de întreținere.
2. Instalații de transformare și de distribuție a energiei electrice		
UC2. Clasificarea și identificarea instalațiilor de transformare și distribuție a energiei electrice. - Clasificarea stațiilor de transformare - Identificarea elementelor componente ale instalațiilor de transformare și distribuție	2.1. Instalații de transformare și distribuție a energiei electrice -clasificarea stațiilor de transformare; -elemente (circuite primare, secundare, servicii auxiliare și proprii (inclusiv surse de curent operativ).	- Identificarea elementelor stațiilor electrice pe scheme reale. - Exerciții de citire și interpretare a schemelor de conexiuni. - Simularea manevrelor în instalații electrice (pe schemă sau soft).

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
- Citirea schemelor de conexiuni ale instalațiilor de transformare și distribuție - Executarea manevrelor	-echipamentul de protecție și de comutație din instalațiile de transformare/distribuție. -tehnologia generală de montaj a stațiilor electrice. - montarea echipamentelor din circuitul primar. - cerințe față de montarea instalațiilor de forță - încercări, verificări și probe. -exploatarea echipamentelor electrice din circuitul primar . -periodicitatea reparațiilor echipamentelor electrice - deservirea operativa și executarea lucrărilor in instalațiile electrice -schemele de conexiuni ale instalațiilor de transformare și distribuție. - masuri organizatorice, tehnice și cerințe de bază la executarea lucrarilor, persoanele responsabile de executarea lucrărilor din punct de vedere a tehnicii securității , drepturile și obligațiunile lor. -reguli de utilizare și verificare a mijloacelor de protecție utilizate în instalațiile electrice. -schemele de conexiuni ale instalațiilor de transformare și distribuție.	- Analiza componentelor circuitelor primare și secundare. - Studiu de caz privind organizarea lucrărilor și securitatea muncii. - Lucru în echipă pentru elaborarea unei scheme funcționale.

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
	- efectuarea manevrelor în instalațiile electrice (succesiunea operațiilor de bază).	
3. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice		
UC3. 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.	3.1. 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. 3.2. 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.	- Schițarea schemelor echivalente ale liniilor și transformatoarelor. - Rezolvarea problemelor de calcul pentru determinarea parametrilor pasivi. - Interpretarea fenomenelor (efect pelicular, Corona) pe baza exemplelor. - Utilizarea graficelor și tabelor pentru analiză. - Activități de problematizare și explicație ghidată.
4. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor		
UC4. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor. - Recunoașterea ipotezelor de calcul. - Algoritmizarea metodelor de calcul.	4.1. Ipoteze de calcul la dimensionarea conductoarelor electrice. 4.2. Dimensionarea conductoarelor în ipoteza J_{ec} și I_{adm}. - etape de calcul a metodelor de dimensionare.	- Aplicarea algoritmilor de calcul pentru dimensionarea conductoarelor. - Rezolvarea exercițiilor practice pe baza datelor reale.

Unități de competență	Unități de conținut	Activități de învățare recomandate
- Justificarea alegerii metodei de calcul. - Aplicarea metodei de calcul. - Deducerea relațiilor de calcul la determinarea pierderilor în linii și transformatoare.	-exemple de calcul 4.3.Pierderi în elementele sistemului electroenergetic. Reducerea pierderilor. -pierderi de tensiune -pierderi de energie -măsuri organizatorice de reducere a pierderilor -măsuri tehnice de reducere a pierderilor	- Compararea metodelor de calcul (Jec, Iadm). - Analiza pierderilor de energie în rețele electrice. - Elaborarea unor soluții de reducere a pierderilor
5. Calculul rețelelor de transport a energiei electrice		
UC5. 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.	5.1.Algoritmizarea etapelor de calcul. 5.2.Calculul rețelelor magistrale și radiale -Determinarea pierderilor de putere și tensiune în rețelele magistrale și radiale. 5.3.Calculul rețelelor cu alimentare bilaterală. -calculul regimului normal de funcționare -calculul regimului de avarie	-Rezolvarea problemelor privind pierderile de putere și tensiune. - Calculul rețelelor radiale, magistrale și cu alimentare bilaterală. - Analiza regimurilor de funcționare (normal și de avarie). Interpretarea rezultatelor și compararea cu normativele. - Studiu de caz și lucrări practice aplicative.

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Instalații de transport a energiei electrice			
Linii electrice aeriene (LEA).	Referat	Prezentarea referatului	4
Linii electrice în cablu (LEC)	Rezumat în scris	Prezentarea rezumatului	2
2. Instalații de transformare și de distribuție a energiei electrice			
Instalații de transformare și distribuție a energiei electrice.	Prezentare	Derularea prezentării	6
3. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice			
Parametrii pasivi a liniilor electrice.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	4
Parametrii pasivi a transformatoarelor cu două și cu trei înfășurări.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	2
4. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor			
Dimensionarea conductoarelor din ipoteza J_{ec} și I_{adm} .	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	2
Pierderi în elementele sistemului electroenergetic. Reducerea pierderilor.	Argumentarea scrisă. Plan de idei	Prezentarea documentului	4
5. Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice			
Calculul rețelelor magistrale.	Problema	Prezentarea și interpretarea rezultatelor	4
Calculul rețelelor cu alimentare bilaterală.	Studiul de caz	Prezentarea studiului	2

VIII. Lucrările practice /de laborator recomandate

1. Calculul parametrilor pasivi a transformatoarelor cu două, cu trei înfășurări.
2. Calculul electric al unei linii care alimentează mai multe sarcini consecutiv de la două surse de alimentare în regim normal de funcționare și de avarie.

IX. Sugestii metodologice

Unitatea de curs **Rețele electrice 35–110 kV** va fi studiată printr-o abordare didactică modernă, bazată pe utilizarea diversificată a mijloacelor și resurselor educaționale actuale. Se recomandă aplicarea unui model de instruire centrat pe elev, prin proiectarea unor activități variate de învățare, adaptate stilurilor individuale (vizual, auditiv, practic) și nivelului de pregătire al fiecărui elev.

Pentru formarea cunoștințelor teoretice și faptice, se propune utilizarea combinată a metodelor tradiționale și interactive, adaptate specificului fiecărei unități de învățare. Astfel, pentru studiul instalațiilor de transport, respectiv al instalațiilor de transformare și distribuție, se recomandă metode precum explicația, conversația, utilizarea resurselor video, lucrul cu literatura de specialitate, precum și tehnici interactive de tip „Turul galeriei” și Diagrama VENN. În abordarea parametrilor pasivi se vor utiliza metode de tip problematizare, observație, graficul T și tehnica SINELG. Pentru alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor se recomandă îmbinarea explicației cu simularea, demonstrarea și observarea, iar pentru calculul rețelelor electrice se vor aplica conversația, problematizarea, Diagrama VENN și metoda cadranelor.

Activitățile practice vor fi orientate spre formarea competențelor specifice disciplinei, prin utilizarea metodelor de modelare, simulare și rezolvare de probleme. Studiul individual, ghidat de profesor, va fi organizat în concordanță cu principiile instruirii centrate pe elev și va include sarcini precum studii de caz, exerciții aplicative, încercări demonstrative și vizite de studiu, contribuind la dezvoltarea autonomiei în învățare.

Demersul didactic va urmări îmbinarea echilibrată a activităților individuale (lucru independent, analiză, reflecție) cu cele de grup (discuții, colaborare, brainstorming), precum și dezvoltarea capacităților de informare și documentare independentă. Conținuturile vor fi abordate flexibil și diferențiat, în funcție de particularitățile colectivului de elevi, pentru a asigura eficiența procesului de formare profesională.

X. Sugestii de evaluare

Evaluarea constituie etapa finală a demersului didactic, prin intermediul căreia cadrul didactic apreciază eficiența procesului de predare-învățare și nivelul de formare a competențelor prevăzute. Aceasta urmărește în ce măsură elevii au dobândit cunoștințele, abilitățile și atitudinile propuse.

Evaluarea se realizează pe parcursul întregului proces instructiv-educativ și poate avea caracter:

Curent (formativ) – desfășurat pe durata parcurgerii conținuturilor, prin verificarea continuă a rezultatelor învățării. Instrumentele utilizate sunt variate și adaptate specificului unității de învățare, incluzând probe orale, scrise și practice. Planificarea evaluărilor trebuie realizată echilibrat, într-un cadru organizat, evitând suprapunerea acestora într-o perioadă scurtă de timp.

Sumativ – realizat periodic, la finalul unor unități de învățare sau al etapelor de instruire, având rolul de a aprecia nivelul de realizare a competențelor formate. Acesta se concretizează prin lucrări integrate care reflectă gradul de însușire a cunoștințelor și dezvoltarea abilităților practice.

În procesul de evaluare se recomandă utilizarea unor instrumente precum: fișe de observație, fișe de lucru, teste de evaluare cu itemi obiectivi (alegere multiplă, completare, asociere), întrebări structurate și probleme aplicative.

Pentru evaluarea sumativă pot fi utilizate metode precum studiul de caz – bazat pe analiza unor situații reale sau simulate din domeniul tehnologic – și lucrările practice cu grad sporit de complexitate, evaluate pe baza unor criterii clar definite.

Evaluarea finală se realizează în conformitate cu planul de învățământ pentru specialitatea „Rețele electrice”, unitatea de curs fiind creditată cu 6 credite. Promovarea acesteia este condiționată de susținerea cu succes a examenului final, care poate fi organizat în formă orală sau scrisă, în funcție de decizia cadrului didactic și de condițiile organizatorice.

XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

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 **Rețele electrice 35-110 kV** 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
1.	Gheorghe Georgescu. Transportul și distribuția energiei electrice. Editura „Gh. Asachi” Iași-2000, 375 pag.	Sala de lectură, Internet
2.	В.А.Боровиков. Электрические сети энергетических систем. Ленинград. Энергия-1977,392с.	Biblioteca Internet
3.	Aneta Hazi. Stații electrice și posturi de transformare. Editura „INFO” Chișinău – 2003, 360 pag.	Biblioteca Internet
4.	Site-uri din domeniu: WWW.moldelectrica.md www.anre.md www.linvit.ru www.ovis.khv.ru www.iek.ru	Internet