



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

Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,
Vrînceanu
2017

Approb

Curriculumul disciplinar
S.08.O.026 Producerea, transportul și distribuția
energiei electrice

Specialitatea: 71320 - **Electromecanică**

Calificarea: **Electromecanic**

Chișinău 2017

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autori:

Svetlana CECAN, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

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

Alexandru GHINCUL, cadru didactic, gradul didactic superior,
Colegiul Politehnic din Bălți

Aprobat de:

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

Director

Vasile VRÎNCEANU

17 Aprilie 2017



Recenzenți:

1. Vladimir BULICANU, șef adjunct, serviciul Protecția Mediului Sănătății și Siguranței, S.A.Termoelectrica.
2. Vitalie GROSUL, director tehnic, S.A.Combinatul de articole din carton.

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>.

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>11</i> |
| <i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i> | <i>11</i> |

I. Preliminarii

Unitatea de curs **Producerea, 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 **Producerea, Transportul și Distribuția Energiei Electrice** sunt:

- Materiale electrotehnice
- Aparate electrice
- Desen tehnic
- Mașini electrice
- Măsurări electrice și electronice

II. Motivația, utilitatea modulului 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 faptice 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 diversilor tipuri de configurații de rețea vor asigura perspective de dezvoltare a carierei profesionale în domeniul electrotehnic.

III. Competențele profesionale specifice

CS 1. Reprezentarea schemelor tehnologice și explicarea proceselor de funcționare a centralelor electrice.

CS 2. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transport, transformare și distribuție a energiei electrice.

CS 3. Schițarea schemelor echivalente a liniilor și transformatoarelor de forță. Determinarea valorilor parametrilor pasivi.

CS 4. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor.

CS 5. 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 | | | | |
| | | Prelegeri | Practică/ Seminar | Lucrul individual | | |
| VIII | 90 | 54 | 6 | 30 | Examen | 3 |

V. Unitățile de învățare

| Unități de competență | Unități de conținut |
|--|--|
| 1. Particularitățile centralelor electrice | |
| <p>UC1. Reprezentarea schemelor tehnologice și explicarea proceselor de funcționare a centralelor electrice.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificarea părților componente ale sistemului electroenergetic. - Enumerarea resurselor energetice primare. - Descrierea particularităților constructive și tehnologice ale centralelor electrice clasice. - Ilustrarea schemelor proceselor tehnologice a centaralelor electrice | <ul style="list-style-type: none"> - Elemente ale sistemului electroenergetic și caracteristicile lor. - Resursele energetice și impactul energiei asupra mediului. - Clasificarea și caracteristicile centralelor electrice. - Schemele proceselor tehnologice centralelor electrice. |
| 2. Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice | |
| <p>UC2. Clasificarea și identificarea elementelor instalațiilor de transport, transformare și distribuție a energiei electrice.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distingerea categoriilor de rețele electrice. - Identificarea elementelor componente ale LEA. - Identificarea elementelor componente ale LEC. - Identificarea elementelor componente ale instalațiilor de transformare și distribuție. | <p>1.1 Linii electrice aeriene LEA</p> <ul style="list-style-type: none"> - conductoarele liniilor electrice aeriene; - pilonii liniilor electrice aeriene; - izolatoarele, clemele și armaturile. <p>1.2. Linii electrice în cablu LEC</p> <ul style="list-style-type: none"> - construcția liniilor electrice în cablu; - cutiile terminale, monșoane de conexiune. <p>1.3. Instalatii de transformare și distribuție a energiei electrice</p> <ul style="list-style-type: none"> -clasificarea stațiilor de transformare; -clasificarea posturilor de transformare -elemente componente (circuite primare, secundare, servicii auxiliare și proprii). |

| Unități de competență | Unități de conținut |
|---|---|
| 3. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice | |
| <p>UC3. Schițarea schemelor echivalente a liniilor și transformatoarelor de forță. Determinarea valorilor parametrilor pasivi.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificarea schemelor echivalente cu parametrii pasivi ale liniilor electrice și a transformatoarelor de forță. - Aplicarea relațiilor de calcul pentru determinarea parametrilor schemei echivalente. | <p>2.1. Parametrii pasivi a liniilor electrice</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>2.2. Parametrii pasivi a transformatoarelor cu două și cu trei înfășurări.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schemele echivalente și parametrii pasivi a liniilor electrice. - Determinarea parametrilor transversali și longitudinali a transformatoarelor cu două înfășurări și cu trei înfășurări. |
| 4. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor | |
| <p>UC4. Aplicarea metodelor de dimensionare a secțiunii conductoarelor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. | <p>3.1. Ipoteze de calcul la dimensionarea conductoarelor electrice.</p> <p>3.2. Dimensionarea conductoarelor în ipoteza J_{ec} și I_{adm}.</p> <ul style="list-style-type: none"> - etape de calcul a metodelor de dimensionare. - exemple de calcul <p>3.3. Pierderi în elementele sistemului electroenergetic. Reducerea pierderilor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - pierderi de tensiune - pierderi de energie |
| 5. Calculul rețelelor de transport a energiei electrice | |
| <p>UC5. Determinarea pierderilor de putere și de tensiune pentru diverse configurații de rețea.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinarea pierderilor de putere și tensiune în rețelele de transport a energiei electrice. | <p>4.1. Algoritmizarea etapelor de calcul.</p> <p>4.2. Calculul rețelelor magistrale și radiale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinarea pierderilor de putere și tensiune în rețelele |

| Unități de competență | Unități de conținut |
|--|--|
| - Analizarea comparativa a rezultatelor obtinute în raport cu valorile maxim admise ale pierderilor de putere și tensiune. | 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. | Particularitățile centralelor electrice | 12 | 6 | | 6 |
| 2. | Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice | 14 | 8 | | 6 |
| 3. | Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice | 26 | 16 | 2 | 8 |
| 4. | Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor | 10 | 6 | 2 | 2 |
| 5. | Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice | 28 | 18 | 2 | 8 |
| | Total | 90 | 54 | 6 | 30 |

VII. Studiu individual ghidat de profesor

| Materii pentru studiul individual | Produse de elaborat | Modalități de evaluare | Termeni de realizare |
|---|------------------------|------------------------|----------------------|
| 1. Particularitățile centralelor electrice | | | |
| 2.1. Schemele proceselor tehnologice ale centralelor electrice. | Prezentare electronică | Derularea prezentării | Săptămâna 2 |

| Materii pentru studiul individual | Produse de elaborat | Modalități de evaluare | Termeni de realizare |
|---|----------------------------|---|-----------------------------|
| 2. Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice | | | |
| 1.1. Liniile electrice aeriene (LEA/LEC). | Referat | Prezentarea referatului | Săptămâna 3 |
| 1.3. Instalații de transformare și distribuție a energiei electrice. | Prezentare | Derularea prezentării | Săptămâna 4 |
| 3. Parametrii pasivi a elementelor instalațiilor de transport și transformare a energiei electrice | | | |
| 2.1. Parametrii pasivi a liniilor electrice și transformatoarelor de forță. | Problema | Prezentarea și interpretarea rezultatelor | Săptămâna 5 |
| 4. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor | | | |
| 3.1. Dimensionarea și verificarea secțiunii conductoarelor în ipoteza J_{ec} și I_{adm} . | Problema | Prezentarea și interpretarea rezultatelor | Săptămâna 7 |
| 5. Calculul electric al rețelelor de transport a energiei electrice | | | |
| 4.1. Calculul rețelelor magistrale. | Problema | Prezentarea și interpretarea rezultatelor | Săptămâna 9 |
| 4.2. Calculul rețelelor cu alimentare bilaterală. | Studiul de caz | Prezentarea studiului | Săptămâna 10 |

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Calculul parametrilor pasivi a transformatoarelor cu două, cu trei înfășurări.
2. Dimensionarea conductoarelor liniilor electrice aeriene.
3. Calculul electric al unei linii care alimentează mai multe sarcini consecutiv de la două surse de alimentare în regim normal de funcționare și 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 curiiculumului propun utilizarea următoarelor metode și tehnici tradiționale și interactive, pe unități de învățare după cum urmează:

Particularitățile centralelor electrice: explicație, conversația, tehnicile video, Turul galeriei, lucrul cu literatua de specialitate; Diagrama VENN.

Instalații de transport, transformare și de distribuție a energiei electrice: explicație, conversația, tehnicile video, Turul galeriei, lucrul cu literatua 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 ale 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 **Producerea, 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.

Propunem 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.

Propunem 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 71320 Electromecanică, unitatea de curs Producerea, 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 curriculumului

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 **Producerea, transportul și distribuția energiei electrice** 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. | Aneta Hazi, Gheorghe Hazi Partea electrică a centralelor și stațiilor. Editura Tehnică INFO Chișinău 2003, 240 pag. | Biblioteca; Sala de lectură; Internet. | 5 |
| 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 | |