



MINISTERUL EDUCAȚIEI
ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova

I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Î.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.

"Aprobat"
Directorul I.P. Centrul de Excelență
în Energetică și Electronică,
 Mariana BARLADEAN
"23" septembrie 2022

Curriculumul disciplinar

P.02.O.014 Protecția prin relee 1

P.03.O.020 Protecția prin relee 2

Specialitatea: 71370 Rețele electrice

Calificarea: Tehnician electrician

Chișinău 2022

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Camera de Comerț și Industrie a Republicii Moldova

I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Î.C.S. „Premier Energy Distribution” S.A.

"Avizat"

Șef secție "Învățământ dual",
Camera de Comerț și Industrie


Elena MOVILEANU


"26" septembrie 2022

"Coordonat"

Country Manager Î.C.S. "Premier
Energy Distribution" S.A.


Jose Luis GOMEZ PASCUAL


"26 septembrie 2022"

Curriculumul disciplinar

P.02.O.014 Protecția prin rele 1

P.03.O.020 Protecția prin rele 2

Specialitatea: 71370 Rețele electrice

Calificarea: Tehnician electrician

Autori:

1. Lilia GRĂJDIAN, cadru didactic, grad didactic superior, I.P.CEEE
2. Svetlana CECAN, cadru didactic, grad didactic unu, I.P.CEEE
3. Leonid DAMIAN, cadru didactic, grad didactic doi I.P.CEEE

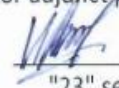
Recenzent:

Oleg CEVDARI, Manager distribuție sector Chișinău, Î.C.S. "Premier Energy Distribution" S.A.

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire


Virgil BANTAȘ
"23" septembrie 2022

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 unității de curs</i>	<i>5</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>9</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>10</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>12</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>12</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>13</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>14</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>15</i>

I. Preliminarii

Curriculumul disciplinar la unitatea de curs **Protecția prin relee** este parte complementară a programului de formare profesională la componenta de profil în conformitate cu Planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației, Culturii și Cercetării număr de înregistrare Nr.SC-03/18 din 24 iulie 2018, specialitatea 71370 Rețele electrice, termenul de studii 2 ani, învățământ dual pentru calificarea **Tehnician electrician**.

Unitatea de curs **Protecția prin relee** va contribui la dezvoltarea competențelor profesionale a tehnicianului cu atribuții de asigurare a mentenanței elementelor din sistemul electroenergetic: instalații de transformare, rețele de transport și distribuție. Obiectivul general constă în pregătirea specialistului calificat capabil să asigure gestionarea instalațiilor de protecții prin relee.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Una dintre principalele condiții care se impun instalațiilor electrice este aceea a siguranței în funcționare, adică a alimentării continue cu energie electrică a consumatorilor.

Asigurarea funcționării fără întrerupere a instalațiilor electrice are o importanță deosebită, atât datorită faptului că urmările perturbărilor în funcționare pot fi foarte grave, cât și faptului că instalațiile electrice sunt mai expuse deranjamentelor decât alte tipuri de instalații. Gravitatea urmărilor provine în primul rând din faptul că instalațiile electrice fac parte, în general, dintr-un sistem energetic complex și fiind legate între ele electric un defect apărut într-un loc deranjează funcționarea normală a întregului sistem. În al doilea rând, gravitatea defectelor din instalațiile electrice se datorează energiilor foarte mari care intervin în desfășurarea lor, conducând la efecte distructive extrem de mari.

Rolul principal al automatizărilor și al protecției prin relee folosite în electroenergetică constă în limitarea efectelor avariilor apărute în instalațiile electrice cum ar fi: generatoare, transformatoare, linii electrice de transport, instalații de distribuție etc, precum și în asigurarea alimentării fără întrerupere cu energie electrică a consumatorilor.

III. Competențele profesionale specifice unității de curs

CS1– Identificarea elementelor de bază și citirea schemelor tipice;

CS2– Perceperea particularităților și a condițiilor de acționare a protecțiilor clasice și moderne;

CS3– Explicarea condițiilor și a modului de acționare a protecțiilor conform schemelor de protecție prin relee a elementelor componente din sistemul electroenergetic.

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
II	60	12	6	42	examen	2
III	150	102	10	38	examen	5

V. Unitățile de învățare

P.02.O.014 Protecția prin relee 1, **semestrul II (6 ore pe săptămână)**

Unități de competență	Unități de conținut
1. Defecte și regimuri anormale în sistemele electrice	
UC1 Înțelegerea regimurilor de funcționare: - identificarea noțiunilor, termenelor și proceselor aferente; - distingerea regimurilor anormale și de avarie conform parametrilor și efectelor scontate.	Defecte: - scurtcircuite monofazate; - scurtcircuite polifazate; - punerea la pământ în rețelele cu punctul neutru izolat; - punerea la pământ în rețelele cu punctul neutru legat la pământ; - dubla punere la pământ; - întreruperea unei faze. Regimuri anormale: - suprasarcina; - căderea de tensiune; - creșterea tensiunii.

Unități de competență	Unități de conținut
2. Inițiere în sistemele protecției prin relee	
UC2 Identificarea elementelor de bază și citirea schemelor tipice: - identificarea noțiunilor, termenelor și proceselor aferente protecției prin relee; - distingerea elementelor componente ale schemei-bloc și a principiului de funcționare; - analizarea condițiilor de acționare a protecțiilor; - citirea schemelor.	2.1. Obiectivele protecției prin relee și performanțele impuse - rapiditatea acționării instalației de protecție prin relee; - selectivitatea instalației de protecție prin relee; - siguranța acționării instalației de protecție prin relee; - sensibilitatea acționării instalației de protecție prin relee; - independența protecției prin relee față de condițiile de exploatare; - eficacitatea economică; - gabarite reduse. 2.2. Schema-bloc funcțională a instalației de protecție. - elementele componente ale circuitului primar din schema bloc de acționare a protecției prin relee; - elementele componente ale circuitului secundar din schema bloc de acționare a protecției prin relee; 2.3 Principii de bază ale protecțiilor: - Protecții de curent: protecția maximală de curent; secționarea curentului. - Protecția de tensiune: protecția de minimă tensiune; protecția de maximă tensiune. - Protecția diferențială: protecția direcțională; protecția de impedanță. - Protecții de distanță. 2.4. Protecții de bază, rezervă și auxiliare: - condițiile de acționare ale protecțiilor de bază; - condițiile de acționare ale protecțiilor de rezervă; - condițiile și situațiile de acționare ale protecțiilor auxiliare.

P.03.O.020 Protecția prin relee 2 semestrul II (8+6 ore pe săptămână)

Unități de competență	Unități de conținut
1. Elemente componente ale sistemelor protecției prin relee	
UC1.1 Identificarea elementelor de bază și citirea schemelor tipice: - identificarea noțiunilor, termenelor și proceselor aferente protecției prin relee; - distingerea elementelor componente ale releelor și a principiului de funcționare; - citirea schemelor de conectare a transformatoarelor de măsură și a releelor în schemele de protecții prin relee.	1.1. Relee. Clasificarea releelor. Caracteristicile releelor (capacitatea de comutare a contactelor; consum propriu a releului; precizia releelor; coeficientul de revenire a releelor). 1.2. Construcția și funcționarea releelor -Relee electromagnetice. -Relee electrodinamice. -Relee de inducție. -Relee termice. -Relee de timp. 1.3. Particularitățile transformatoarelor de măsură pentru protecția prin relee: -transformatoare de curent (tipuri de transformatoare de curent; scheme de conectare a transformatoarelor de curent); -transformatoare de tensiune (tipuri de transformatoare de tensiune; scheme de conectare a transformatoarelor de tensiune). 1.4. Scheme și semne convenționale utilizate în protecția prin relee: -scheme de principiu; -scheme de montaj; -scheme de amplasare; -scheme funcționale (scheme bloc); -semne convenționale.
2. Protecția elementelor din sistemul electroenergetic	
UC2. Explicarea condițiilor și a modului de acționare a protecțiilor conform schemelor de protecție prin relee a elementelor componente din sistemul electroenergetic: - distingerea condițiilor și a modului de acționare a protecțiilor pentru elementele componente ale sistemelor	2.1. Protecția liniilor electrice. Principii de realizare. - protecția maximală de curent; - secționare de curent; - secționarea homopolară; - protecția diferențială; - protecția direcțională. 2.2. Protecția transformatoarelor și autotransformatoarelor.

Unități de competență	Unități de conținut
electroenergetice; - citirea schemelor protecțiilor pentru elementele componente ale sistemelor electroenergetice.	-protecțiile maxime de curent împotriva scurtcircuitelor exterioare și a suprasarcinilor; -protecția diferențială longitudinală a transformatoarelor și autotransformatoarelor; -protecția cu relee de gaze a transformatoarelor de putere; -protecția transformatoarelor împotriva scurtcircuitelor monofazate. 2.3. Protecția generatoarelor și motoarelor sincrone. - protecția împotriva scurtcircuitelor polifazate în înfășurarea statorică; -protecția diferențială longitudinală; -protecția împotriva punerilor la pământ în înfășurarea statorică; -protecția împotriva punerilor la pământ în circuitele de excitație; -protecția împotriva suprasarcinilor și a scurtcircuitelor exterioare; -protecția împotriva suprasarcinilor; -protecția motoarelor sincrone împotriva sarcinii reduse.
3. Sisteme de automatizări	
UC3. Explicarea condițiilor și a modului de acționare a instalațiilor de automatizare conform schemelor.	3.1. Reanclanșarea automată rapidă. - Destinația, condiții de acționare; - Schemele RAR. 3.2. Anclanșarea automată rapidă. - Destinația, condiții de acționare; - Schemele AAR. 3.3. Descărcarea automată a sarcinii. - Destinația, condiții de acționare; - Schemele DAS/f, DAS/U.
4. Instalații complexe pe baza de microprocesoare	
UC4. Explicarea condițiilor și a modului de acționare și conectare a instalațiilor complexe pe baza de microprocesoare conform schemelor	4.1. Elemente din electronica de putere: - Microcontrolere - Tranzistoare bipolare și cu efect de câmp - Senzori Hall

Unități de competență	Unități de conținut
	4.2. Construcția și funcționarea releelor electronice. -dispozitive semiconductoare (diode redresoare; diode stabilizatoare) -relee electronice (relee de curent și de tensiune); -relee direcționale, diferențiale și de impedanță. 4.3. Elemente de adaptare utilizate în protecția prin rele: -convertoare (redresoare; stabilizatoare; convertoare curent-tensiune; transformatoare egalizatoare; transformatoare cu saturație rapidă); -amplificatoare; -filtre. 4.4. Dispozitiv: MICOM P127 - Destinația, condiții de acționare; - Schemele electrice de conectare; - Interfața de lucru; - Scheme de conectare spre calculator; - Soft de operare.

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

P.02.O.014 Protecția prin rele 1, **semestrul II (6 ore pe săptămână)**

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Defecte și regimuri anormale în sistemele electrice	24	4		20
2.	Inițiere în sistemele protecției prin rele	36	8	6	22
	Total	60	12	6	42

P.03.O.020 Protecția prin relee 2 semestrul II (8+6 ore pe săptămână)

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Elemente componente ale sistemelor protecției prin relee	36	26		10
2.	Protecția elementelor din sistemul electroenergetic	36	26		10
3.	Sisteme de automatizări	20	12		8
4.	Instalații complexe pe baza de microprocesoare	58	38	10	10
	Total	150	102	10	38

VII. Studiu individual ghidat de profesor

P.02.O.014 Protecția prin relee 1

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Defecte și regimuri anormale în sistemele electrice			
- scurtcircuite monofazate; - scurtcircuite polifazate; - punerea la pământ în rețelele cu punctul neutru izolat; - punerea la pământ în rețelele cu punctul neutru legat la pământ; - dubla punere la pământ; - întreruperea unei faze. Regimuri anormale: -suprasarcina; -căderea de tensiune; -creșterea tensiunii.	PPT	Prezentare PPT	Săptămâna 1
2. Inițiere în sistemele protecției prin relee			
Obiectivele protecției prin relee și performanțele impuse.	Tabel conceptual	Prezentarea tabelului	Săptămâna 2
Schema-bloc funcțională a instalației de protecție.	Schema	Prezentarea schemei	Săptămâna 2
Principii de baza ale protecțiilor:	Analiza schemelor	Prezentarea schemelor	Săptămâna 2

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
- Protecții de curent: protecția maximală de curent; secționarea curentului. - Protecția de tensiune: protecția de minimă tensiune; protecția de maximă tensiune. - Protecția diferențială: protecția direcțională; protecția de impedanță. - Protecții de distanță.			

P.03.O.020 Protecția prin relee 2

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Elemente componente ale sistemelor protecției prin relee			
Construcția și funcționarea releelor -Relee electromagnetice. -Relee electrodinamice. -Relee de inducție. -Relee termice. -Relee de timp.	Studiul releului	Prezentarea studiului	Săptămâna 1
2. Protecția elementelor din sistemul electroenergetic			
Protecția liniilor electrice. Principii de realizare.	Analiza schemelor	Citirea schemelor	Săptămâna 2
Protecția transformatoarelor și autotransformatoarelor.	Analiza schemelor	Citirea schemelor	Săptămâna 3
Protecția generatoarelor și motoarelor sincrone.	Analiza schemelor	Citirea schemelor	Săptămâna 4
3. Sisteme de automatizări			
- Reanclanșarea automată rapidă. - Anclanșarea automată rapidă. - Descărcarea automată a sarcinii.	Analiza schemelor	Prezentarea schemelor	Săptămâna 5

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
4. Instalații complexe pe baza de microprocesoare			
Elemente din electronica de putere: Microcontrolere; Tranzistoare bipolare și cu efect de câmp; Senzori Hall	Studiul	Prezentarea studiului	Săptămâna 6
Construcția și funcționarea releelor electronice: dispozitive semiconductoare (diode redresoare; diode stabilizatoare); relee electronice (relee de curent și de tensiune); relee direcționale, diferențiale și de impedanță.	Studiul releului	Prezentarea studiului	Săptămâna 7
Elemente de adaptare utilizate în protecția prin relee: convertoare (redresoare; stabilizatoare; convertoare curent-tensiune; transformatoare egalizatoare; transformatoare cu saturație rapidă); amplificatoare; filtre.	Studiul elementelor	Prezentare	Săptămâna 8

VIII. Lucrările practice recomandate

- Protecția maximală de curent (MTZ)
- Deconectarea de curent, de suprasarcină;
- Curenții de succesiune nulă;
- Protecție direcțională.

IX. Sugestii metodologice

Procesul de predare-învățare-evaluare are drept scop dezvoltarea competențelor specifice unității de curs **Protecția prin relee**. Strategii, metode și tehnici sunt selectate din literatura psihopedagogică în conformitate cu cerințele învățământului centrat pe elev, în funcție de complexitatea conținuturilor. Cadrului didactic îi revine misiunea de a asigura învățarea activă prin stimularea potențialului al fiecărui elev în parte.

Proiectarea didactică de scurtă durată poate fi realizată în baza modelului ERRE ceea ce permite imbinarea eficientă a tehnicilor de dezvoltare a competenței acțional-funcționale și responsabilizarea față de atribuțiile de lucru în domeniu. La etapa de evocare se vor utiliza tehnici de motivare, de informare cu noile tendințe din domeniu, îmbinate cu strategii didactice interactive care asigură condiții eficiente pentru etapele ulterioare a lecției.

Realizarea sensului are loc prin aplicarea metodelor și tehnicilor bazate pe învățarea complementară, autoevaluarea și studiul individual ghidat de profesor. Se va utiliza frecvent demonstrarea, exemplificarea, explicarea, studiu de caz, lectura. Pentru reflecție se vor propune diverse sarcini realizate individual sau în echipe câte 2-3 elevi. Sarcinile propuse sunt explicate, algoritmizate și constau în elaborarea hărților conceptuale, completarea fișelor de sinteză, analiza schemelor cu elemente de proiectare, elaborarea graficilor, referatelor, studierea literaturii de specialitate și a surselor INTERNET.

Etapa extensiei va asigura dezvoltarea continue a abilităților și transferul în alte domenii conexe. Etapele lecției sunt instantaneu însoțite de evaluarea formativă și formatoare, după caz prin aprecierea elevilor cu note curente pentru dirijarea eficientă a procesului de învățare. Evaluarea fiind percepută ca un proces care promovează învățarea și dezvoltarea competențelor acțional-funcționale.

Realizarea sarcinilor pentru studiul individual ghidat de profesor se va efectua în conformitate cu nevoile individuale ale formabililor, adaptat la existența resurselor temporale și didactice.

Lucrările practice în formarea competențelor specifice unității de curs au o importanță majoră de aceea pentru activitățile propuse se vor selecta cele mai interactive metode și tehnici.

Dirijarea procesului de formare a competențelor specifice unității de curs se va realiza într-un mod dinamic și flexibil, bazat pe feedback. Flexibilitatea procesului de învățământ va determina aspectul procesual al instruirii, incluzând varietatea metodelor și mijloacelor de instruire, integrarea metodelor tradiționale și a celor moderne, individualizarea activității elevilor. Cadrul didactic este în drept să aleagă calea de parcurs oferind elevilor posibilități reale de a fi responsabili de rezultatele învățării.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea competențelor profesionale specifice unității de curs **Protecția prin relee** se va realiza prin evaluări formative, sumative și finale. Evaluarea formativă imbină

metodele și tehnicile de formare a unui viitor specialist calificat, preocupat de dezvoltarea profesională și asigurarea succesului personal și profesional. Produse pentru evaluarea formativă sunt: hărțile conceptuale, grafice, scheme, modele elaborate, prezentări derulate, etc. Se va valorifica accentuarea preocupărilor care urmăresc dezvoltarea capacității elevilor de autoevaluare, în condițiile desfășurării unui dialog deschis între profesor și elev.

Periodic, la finele studierii unități de învățare se va realiza evaluarea sumativă prin rezolvarea testelor cu itemi obiectivi, semiobiectivi; eseu structurat; rezumat; portofoliu. Se vor utiliza diverse forme, tehnici și instrumente de evaluare care vor determina nivelul de progres al elevului. Pentru sporirea gradului de obiectivitate în procesul de evaluare, pentru probele propuse elevilor sunt oferite criterii privind nivelul de performanță în dezvoltarea competenței specifice.

Evaluarea finală. Autorii curriculum-ului recomandă efectuarea examenului oral/scriș în funcție de resursa temporală disponibilă în cadrul sesiunii de examinare. Subiectele pentru evaluarea cunoștințelor se vor îmbina eficient cu sarcini practice realizate anterior și prezentate sub forma de algoritmizare a etapelor cu explicații de rigoare.

În cazul examinării în scris se va elabora test în baza matricii de specificare. Pentru varianta de examinare orală se vor utiliza bilete constituite din 1-2 subiecte ce se referă la conținut și/sau 1-2 aplicații practice.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor specifice unității de curs **Protecția prin relee** trebuie asigurat un mediu de învățare autentic, relevant și centrat pe elev. Sala de curs va fi dotată cu mobilier școlar, tablă, proiector și condiții ergoeconomice adecvate.

Lucrările practice se vor desfășura în sala de studiu/sala de calculatoare. Resurse didactice/tehnice în realizarea lucrărilor practice sunt cataloage tehnice și computer ca o resursă eficientă propusă de autorii de curriculum disciplinar. Cerințele tehnice față de calculator: procesor, 2 GHz; memorie operativă, 4 GB; unitate de stocare, 500 GB; afișaj și grafică, size: 22", resolution: 1366x768; Network: Ethernet, 100 Mb. Software: Sistem de Operare Microsoft Windows, Vizio, MatCAD, 15.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Sergiu Călin. Stelean Popescu. Automatizări și protecția prin relee. Editura Didactica si Pedagogica, 1977	Cabinet	1
2.	Dan Mihoc, „Protectia prin relee si automatizari in energetica” Editura Didactica si Pedagogica, 1989	Cabinet/consultată	10
3.	Asande i. Protectia si automatizarea sistemelor energetice EDP MATRIX Bucuresti 2002	Biblioteca CEEE	10
4.	Ivascu C. Automatizarea și protecția SE Editura Orizonturi Universitare Timisoara 1999	Biblioteca cabinetului	25
5.	Badea I., Brosteanu GH. Protectia prin relee si automatizarea sistemelor electrice EDP Bucuresti 1979	Biblioteca CEEE	1
6.	Penescu C Calin S Protectia prin relee electronice a SE Editura Tehnica Bucuresti.	Biblioteca CEEE	1
7.	А,Б. Барзам. Как читать схемы РЗА (1966)	Biblioteca CEEE	1
8.	А.Н. Кожин. Релейная защита линий 3-10 кВ на переменном оперативном токе (1971)	Biblioteca CEEE	6
9.	М.А. Аберсон. Источники оперативного тока на подстанциях. (1964)	Biblioteca electronică a cabinetului	
	Site-uri specializate: www.ies.md www.moldelectrica.md www.volta.md , etc.	Internet	