



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

"Aprob"
Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică,

Mariana BARLADEAN
"18" septembrie 2023

Curriculumul disciplinar
F.04.O.013 Electrotehnica

Specialitatea: 71570 - Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: 311121 - Tehnician metrolog

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:

Grigore TOFAN, cadru didactic, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
Sergiu ARION, cadru didactic, Colegiul Tehnologic din Chișinău
Ghenadie TERTEA, lector superior, Universitatea Tehnică a Moldovei

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAȘ

" 18 " septembrie 2023

Recenzenți:

1. Anatolii BESCUPACHI, Director interimar, Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare
2. Ștefan PÎNZARI, vice-director SRL MetronLAB

Adresa Curriculumului în Internet:

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

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională.....</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice disciplinei.....</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>10</i>
<i>VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate</i>	<i>11</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>11</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>12</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>13</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>13</i>

I. Preliminarii

Unitatea de curs **F.04.O.013 Electrotehnica** prevede asigurarea cunoștințelor elevilor în cunoașterea proprietăților generale și a principiului de funcționare ale circuitelor electrice de curent continuu, magnetice și de curent alternativ. Electrotehnica descrie legile fundamentale ale electrostaticii, electrodinamicii și utilizarea lor prin metode de calcul la rezolvarea problemelor teoretice și practice.

Obiectivul principal al unității de curs este studiul fenomenelor electrice și magnetice din punct de vedere al aplicațiilor tehnice. Competențele formate vor facilita încadrarea cu succes în realitățile vieții cotidiene și realizarea sarcinilor de lucru conform specialității. Pentru formarea competențelor specifice unității de curs elevul trebuie să dețină cunoștințe și abilități achiziționate la disciplinele Matematică, Fizică, Chimie.

Cunoștințele și abilitățile obținute pe parcursul unității de curs vor servi ca bază pentru formarea profesională a elevilor în cadrul următoarelor unități de curs: Măsurări electrice și electronice, Mașini electrice, Aparate electrice.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Aplicațiile tehnice ale fenomenelor electrice și electromagnetice au o importanță din ce în ce mai mare în toate sectoarele economiei naționale și au devenit o componentă firească și necesară în diferite domenii de activitate.

Modernizarea echipamentului de măsurare și certificare, impun ca tehnicianul metrolog, independent de locul de activitate să cunoască temeinic legile fundamentale ale electrostaticii, electromagnetismului.

În acest context se poate sublinia și importanța unității de curs **Electrotehnica**, menită să contribuie la pregătirea fundamentală a tehnicienilor în domeniul metrologiei.

III. Competențele profesionale specifice disciplinei

- CS1. Descrierea noțiunilor, legilor și fenomenelor circuitelor electrice;
- CS2. Citirea și conectarea circuitelor de curent continuu și alternativ;
- CS3. Calculul circuitelor electrice liniare de curent continuu și alternativ;
- CS4. Descrierea, legilor și fenomenelor circuitelor magnetice;
- CS5. Calculul circuitelor magnetice;
- CS6. Perceperea expresiilor de calcul, conexiunilor circuitelor electrice trifazate.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
III	60	20	10	30	examen	2

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Circuite electrice liniare de curent continuu	
UC 1.1 Utilizarea legilor și teoremelor circuitelor liniare de curent continuu - Identificarea noțiunilor, terminilor circuitelor de curent continuu; - Definirea și deducerea legilor și teoremelor circuitelor de curent continuu; - Investigarea și exploatarea circuitelor de curent continuu; - Descrierea circuitelor de curent continuu; - Aplicarea transfigurării circuitelor de curent continuu; - Rezolvarea circuitelor liniare de curent continuu.	1.1 Electrostatica. Fenomene de electrizare. 1.2 Legea conservării sarcinii electrice. 1.3 Câmpul electric. 1.4 Inducția și fluxul magnetic. 1.5 Tensiunea electrică, potențial. 1.6 Condensator. Capacitate. Condensatoare industriale. 1.7 Legarea condensatoarelor în serie, paralel și mixt. 1.8 Energia câmpului electric. 1.9 Mărimi de stare electrocinetică. Legile electrocineticii. 1.10 Curentul electric de conducție și efectele lui. 1.11 Clasificarea și elementele circuitelor de curent continuu. 1.12 Legea lui Ohm. 1.13 Rezistența electrică și conductanța electrică. 1.14 Tensiunea electromotoare, câmpul electric imprimat. 1.15 Circuite și rețele electrice. 1.16 Teoremele ale circuitelor liniare de curent continuu. 1.17 Teorema I a lui Kirchhoff. 1.18 Teorema II a lui Kirchhoff

Unități de competență	Unități de conținut
	1.19 Legea transformării energiei în conductoare. 1.20 Puterea electrică și randamentul. 1.21 Rezolvarea rețelelor de curent continuu. 1.22 Legarea rezistoarelor în serie, paralel și mixt. 1.23 Legarea surselor în serie paralel și mixt. 1.24 Transfigurarea rețelelor cu surse legate mixt. 1.25 Transfigurarea stea-triunghi. 1.26 Circuite compuse. Metoda teoremelor lui Kirchhoff. 1.27 Metoda superpoziției. 1.28 Metoda curenților ciclici. 1.29 Metoda potențialelor la noduri. 1.30 Transportarea energiei electrice. 1.31 Regimurile de funcționare a unui circuit electric de curent continuu. 1.32 Electroliți. Electroliză. 1.33 Pile electrice. Acumulatori electrice.
2. Elemente de teoria câmpului magnetic. Circuite magnetice	
UC 2.1. Utilizarea legilor și fenomenelor în circuitelor magnetice - Identificarea noțiunilor, terminilor circuitelor magnetice; - Observarea fenomenelor legate de energia câmpului magnetic. - Definirea fenomenelor legate de circuitele magnetice; - Descrierea stărilor, proceselor, fenomenelor; - Realizarea conexiunilor elementelor circuitelor magnetice; - Explicarea termenilor de inductivități proprii și mutuale; - Rezolvarea circuitelor magnetice.	2.1 Mărimi de stare a câmpului magnetic. 2.2 Fenomene magnetice și electromagnetice. 2.3 Câmpul magnetic. Forța lui Lorentz. Inducția magnetică. 2.4 Linii de câmp ale inducției magnetice. Spectru magnetic. 2.5 Teorema Biot-Savart-Laplace. 2.6 Forța lui Ampere. Intensitatea câmpului magnetic în vid. 2.7 Magnetizarea corpurilor. 2.8 Interpretarea microscopică a magnetizației. 2.9 Fluxul magnetic, legea fluxului magnetic. 2.10 Tensiunea magnetică, legea circuitului magnetic. 2.11 Calculul intensității câmpului magnetic.

Unități de competență	Unități de conținut
	2.12 Forțe electromagnetice și forțele electrodinamice. 2.13 Circuite magnetice. Calculul circuitelor magnetice. 2.14 Teoremele lui Kirchhoff pentru circuitele magnetice. 2.15 Legea lui Ohm pentru circuitele magnetice. 2.16 Inducția electromagnetică. Fenomenul inducției electromagnetice. 2.17 Legea inducției electromagnetice. 2.18 Inducția electromagnetică în cazul deplasării unui conductor într-un câmp magnetic. 2.19 Inductivitatea proprie. 2.20 Inductivitatea mutuală. 2.21 Tensiunea electromotoare de autoinducție. 2.22 Tensiunea electromotoare de inducție mutuală. 2.23 Bobina electrică. 2.24 Energia câmpului magnetic. 2.25 Curenți turbionari. 2.26 Densitatea de volum a energiei câmpului magnetic. 2.27 Forțele în câmpul magnetic. 2.28 Teoremele forțelor generalizate în câmpul magnetic. 2.29 Forțe particulare în câmpul magnetic.
3. Circuite electrice liniare de curent alternativ	
UC 3.1 Utilizarea noțiunilor, legilor și fenomenelor circuitelor electrice liniare de curent alternativ - Observarea fenomenelor în circuitele de curent alternativ; - Descrierea stărilor, proceselor în circuitele electrice cu curent sinusoidal.	3.1 Mărimi periodice, alternative și alternative sinusoidale. 3.2 Elemente ideale de circuit în regim permanent sinusoidal. 3.3 Faza și defazajul mărimilor alternative sinusoidale. 3.4 Producerea curentului alternativ sinusoidal. 3.5 Efectul chimic a curenților periodici. Valoarea medie.

Unități de competență	Unități de conținut
- Conectarea elementelor în circuitele de curent alternativ; - Calcularea puterilor în circuitelor de curent alternativ; - Aplicarea metodelor de calcul a circuitelor de curent alternativ.	3.6 Efectul termic al curenților periodici. Valoarea efectivă. 3.7 Reprezentarea cinematică a mărimilor alternative periodice. 3.8 Reprezentarea polară a mărimilor alternative periodice. 3.9 Reprezentarea complexă a mărimilor alternative periodice. 3.10 Circuite și rețele de curent alternaiv monofazat. 3.11 Circuit cu rezistor de rezistență ideală. 3.12 Circuit cu bobină de inductivitate ideală. 3.13 Circuit cu condensator de capacitate ideală. 3.14 Circuit cu R, L, C serie. 3.15 Circuit cu R, L, C paralel. 3.16 Circuite cu impendată complexă. Teorema lui Joubert. 3.17 Teoremele lui Kirchhoff în formă complexă. 3.18 Teorema conservării puterilor în curent alternativ sinusoidal. 3.19. Puteri în circuite de curent alternativ. 3.20 Puteri instantanee. 3.21 Puterea activă, reactivă și aparentă. 3.22 Rezolvarea circuitelor cu impedanțe în paralel. 3.23 Rezonanța tensiunilor. 3.24 Rezonanța curenților. 3.25 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda teoremelor lui Kirchhoff. 3.26 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda transfigurării. 3.27 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda curenților clichei.
4. Circuite electrice trifazate	
UC 4.1. Utilizarea circuitelor electrice trifazate	4.1 Producerea curentului alternativ trifazat.

Unități de competență	Unități de conținut
- Perceperea proceselor din circuitele electrice trifazate; - Deducerea relațiilor de conexiune în circuitele electrice trifazate; - Calcularea puterilor în circuitele trifazate; - Aplicarea relațiilor la rezolvarea circuitelor trifazate;	4.2 Conexiunile generatoarelor în stea. 4.3 Conexiunile generatoarelor în triunghi. 4.4 Conexiunea receptoarelor. 4.5 Sensul convențional al tensiunilor electromotoare și curenților. 4.6 Tensiunile și curenții în sistemul trifazat. 4.7 Puteri în circuite trifazate. 4.8 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea echilibrată și neechilibrată. 4.9 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată și în triunghi, echilibrată și neechilibrată. 4.10 Compararea pierderilor de putere într-o linie electrică monofazată cu cele dintr-o linie electrică trifazată la un consum egal de cupru. 4.11 Calculul circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea prin metoda tensiunii între noduri. 4.12 Factor de putere.

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.	Circuite electrice liniare de curent continuu	22	8	4	10
2.	Elemente de teoria al câmpului magnetic. Circuite magnetice	12	4	2	6
3.	Circuite electrice liniare de curent alternativ	20	6	4	10
4.	Circuite electrice trifazate	6	2	0	4
	Total	60	20	10	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Circuite electrice liniare de curent continuu			
1.25 Transfigurarea stea-triunghi	Scheme transfigurate	Prezentarea schemelor	Săptămâna 3
1.26 Circuite compuse. Metoda teoremelor lui Kirchhoff	Lucrare grafică	Prezentarea calculului	Săptămâna 5
1.27 Metoda superpoziției	Lucrare grafică	Prezentarea calculului	Săptămâna 6
1.29 Metoda potențialelor la noduri	Lucrare grafică	Prezentarea calculului	Săptămâna 7
2. Elemente de teoria al câmpului magnetic. Circuite magnetice			
2.14 Teoremele lui Kirchhoff pentru circuitele magnetice	Calculul unui circuit magnetic	Prezentarea calculului	Săptămâna 10
2.19 Inductivitatea proprie	Calculul Inductivităților	Prezentarea calculului	Săptămâna 11
2.20 Inductivitatea mutuală	Calculul Inductivităților	Prezentarea calculului	Săptămâna 12
3. Circuite electrice liniare de curent alternativ			
3.19. Puteri în circuite de curent alternativ.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 14
3.25 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda teoremelor lui Kirchhoff.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 15
3.26 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda transfigurării.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 16
3.27 Rezolvarea rețelelor de curent alternativ prin metoda curenților cichici.	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 17
4. Circuite electrice trifazate			
4.8 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată în stea	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 20
4.9 Calculul puterilor circuitelor trifazate cu sarcina conectată și în triunghi	Lucrare grafică.	Prezentarea calculului	Săptămâna 21

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

1. Montarea circuitului continuu cu receptoare legate mixt.
2. Calculul circuitelor de curent continuu prin metoda superpoziției.
3. Determinarea parametrilor circuitului cu cuplaj magnetic.
4. Conectarea RLC serie. Rezonanța tensiunii.
5. Conectarea RLC paralel. Rezonanța curenților.

IX. Sugestii metodologice

Strategia didactică reprezintă o linie de orientare privind organizarea învățării, un ansamblu complex de metode, tehnici, mijloace de învățământ, forme de organizare a activităților, pe baza cărora cadrul didactic elaborează un proiect de lucru cu elevii, în vederea realizării eficiente a învățării.

Procesul de predare-învățare în cadrul unității de curs **F.04.O.013 Electrotehnica** se produce în baza unei abordări strategice. Predarea unității de curs implică gândire strategică și creativă, care face posibilă stăpânirea cu succes a situațiilor de învățare. Curriculum-ul la această unitate de curs este centrat pe elev și adoptă o abordare practică de „învățare prin acțiune”, introduce o serie de metode și tehnici de învățare care stimulează implicarea activă a elevului în procesul educațional și asumarea responsabilității pentru propria formare.

Curriculumul disciplinar **F.04.O.013 Electrotehnica** presupune utilizarea metodelor de instruire care pune accentul pe dinamizarea procesului de învățare, pe formarea de competențe profesionale specifice ce vor asigura tehnicienilor oportunități de realizare profesională. Autorii curriculumului recomandă pentru asimilarea conștientă a informației pe unități de învățare următoarele metode:

- **Circuite electrice liniare de curent continuu:** SINELG, lectura ghidată, explicația, descrierea, instructajul, tehnicile video, exerciții, lucrări practice, problematizarea.
- **Elemente de teoria al câmpului magnetic. Circuite magnetice:** demonstrarea, observația, autoevaluarea, experimentul, diagrama T, metoda mozaicului, studiu de caz, experimentul.
- **Circuite electrice liniare de curent alternativ:** SINELG, lectura ghidată, explicația, descrierea, instructajul, tehnicile video, exerciții, lucrări practice, problematizarea.
- **Circuite electrice trifazate:** demonstrarea, observația, autoevaluarea, experimentul, diagrama T, metoda mozaicului, studiu de caz.

Lucrările practice/laborator au scopul de a dezvolta capacitățile psihomotorii ale elevilor. În acest caz sunt recomandate strategii didactice în care predomină acțiunea de investigație a realității (observația, experimentul, demonstrația, modelarea), și strategiile pe care se pune accentul pe acțiunea practică (exercițiul, lucrare practică, lucrare de laborator). Aceste strategii au un caracter aplicativ și formează la elevi abilități funcțional-acționale.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Curriculele elaborate pentru învățământul profesional tehnic postsecundar se axează pe dobândirea de către elevi a unor competențe pe baza unor criterii de evaluare clar definite. De aceea, elevii sunt evaluați pe baza a ceea ce pot face pentru a-și demonstra competențele profesionale.

Evaluarea este un proces complex de investigare și gestionare de către cadrele didactice a nivelului și calității pregătirii elevilor pe parcursul programelor de studii, precum și a competențelor de care tehnicienii dispun la finalizarea studiilor. Procesul de evaluare are un caracter sistemic, fiind structurat pe un ansamblu de acțiuni metodice numite probe de evaluare. Acestea sunt instrumente în mod specific și se finalizează cu diagnosticarea rezultatelor învățării. Rezultatele evaluării elevilor, materializate prin note și credite, reprezintă o sursă relevantă de informații pentru evaluarea curriculumului, a eficienței procesului de învățământ.

Evaluarea formativă este un ansamblu de acțiuni de urmărire a evoluției învățării pe parcursul predării unității de curs. Evaluarea formativă sau de progres se realizează pe tot parcursul instruirii, în pași mici și succesivi; asigură o periodicitate eficientă procesului de formare profesională, este destinată identificării punctelor tari și slabe ale instruirii, determinând o analiză suficient de obiectivă a mecanismelor și cauzelor eșecului sau succesului școlar.

Evaluarea sumativă propune operațiile de măsurare-apreciere-decizie în timpul sau la sfârșitul unei unități de conținut în vederea cunoașterii nivelului real de stăpânire a materiei după parcurgerea anumitor perioade și secvențe de instruire, conform obiectivelor programelor școlare adaptate de profesor la condiții concrete. Evaluarea sumativă trebuie să se bazeze pe mai mulți măsurători și aprecieri inițiale și continue în vederea luării unei decizii finale optime.

În conformitate cu planul de învățământ aprobat pentru specialitatea **71570 - Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **F.04.O.013 Electrotehnica** acordă elevului 2 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculum-ului recomandă efectuarea unei probe orale și practice.

Proba orală – reprezintă metoda cel mai des utilizată, considerată, o formă de conversare prin care profesorul urmărește volumul și calitatea cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor elevilor. Unele dintre caracteristicile probelor orale pot fi percepute ca avantaje cum ar fi:

- flexibilitatea și adecvarea individuală a modului de evaluare prin posibilitatea de a alterna tipul întrebărilor și gradul lor de dificultate în funcție de calitatea răspunsurilor oferite de către elev;
- posibilitatea de a clarifica și corecta imediat eventualele erori sau neînțelegeri ale elevului în raport cu un conținut specific;

- formularea răspunsurilor urmărind logica și dinamica unui discurs oral, ceea ce oferă mai multă libertate de manifestare a originalității elevului, a capacității sale de argumentare etc.;

Proba practică – oferă posibilitatea evaluării capacității elevilor de a aplica cunoștințele în practică, precum și a gradului de stăpânire a priceperilor și a deprinderilor formate.

Activitatea practică oferă posibilitatea elevului de a-și dezvolta competențele aplicative (realizarea calculelor, conectarea schemelor, utilizarea instrumentelor de măsurare).

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor specifice disciplinei **F.04.O.013 Electrotehnica** 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 de laborator se vor desfășura în laborator. Laboratorul va fi dotat cu utilaje, echipamente, aparate de măsură necesare pentru realizarea lucrărilor de laborator.

Lista de utilaje și echipament necesare pentru realizarea lucrărilor de laborator recomandate:

Utilaje: standuri de laborator, panou de comandă, instalație de transformare.

Aparate și materiale: voltmetre, ampermetre, wattmetre, fire de conexiune, reostate, baterii de condensatoare, bobine cu miez magnetic, bobine de inductanță, rezistențe, autotransformatoare, multimetre digitale.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Mircea Popa, Constantin Popescu " Electrotehnica" lucrări teoretice complementare.	Bibliotecă	500
2.	Emil Simion, Teodor Magear " Electrotehnica" pentru subingineri 1993.	Bibliotecă	500
3.	В.С. Попов. Теоретическая электротехника для учащихся техникумов. Энергоатомиздат 1990.	Bibliotecă	160
4.	A. Crețu, V. Dobrea, R. Cociu " Electrotehnică și mașini electrice" Chișinău 1998.	Bibliotecă	20