

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

ORDIN

**pentru aprobarea planurilor de învățământ și a programelor școlare
pentru cultura de specialitate și pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii,
precum și pentru stagiile de pregătire practică — curriculum în dezvoltare locală (CDL),
pentru clasele a X-a și a XI-a, învățământ profesional, inclusiv dual, pentru calificarea profesională
de nivel 3 al Cadrului național al calificărilor: operator la roboți industriali*)**

În conformitate cu:

- art. 85 alin. (7), art. 86 alin. (6) și art. 88 alin. (1) și (2) din Legea învățământului preuniversitar nr. 198/2023, cu modificările și completările ulterioare;
 - Hotărârea Guvernului nr. 855/1998 privind înființarea Centrului Național de Dezvoltare a Învățământului Profesional și Tehnic, cu modificările și completările ulterioare;
 - Hotărârea Guvernului nr. 251/2025 privind organizarea și funcționarea Centrului Național pentru Curriculum și Evaluare;
 - Ordinul ministrului educației nr. 5.419/2024 privind aprobarea Standardului de pregătire profesională (SPP) pentru calificarea profesională de nivel 3 al Cadrului național al calificărilor, operator la roboți industriali;
 - Ordinul ministrului educației naționale nr. 3.152/2014 privind aprobarea planurilor-cadru de învățământ pentru învățământul profesional de stat cu durata de 3 ani, clasele a IX-a, a X-a și a XI-a, cu modificările ulterioare;
 - Ordinul ministrului educației naționale nr. 3.593/2014 pentru aprobarea Metodologiei privind elaborarea și aprobarea curriculumului școlar — planuri-cadru de învățământ și programe școlare;
 - Ordinul ministrului educației nr. 6.072/2023 privind aprobarea unor măsuri tranzitorii aplicabile la nivelul sistemului național de învățământ preuniversitar și superior, cu modificările ulterioare;
 - Referatul de aprobare nr. 1.985 din 21.08.2026,
- în temeiul prevederilor art. 13 alin. (3) din Hotărârea Guvernului nr. 731/2024 privind organizarea și funcționarea Ministerului Educației și Cercetării, cu modificările și completările ulterioare,

ministrul educației și cercetării emite prezentul ordin.

Art. 1. — Se aprobă planul de învățământ și programa școlară pentru cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică — curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a X-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională operator la roboți industriali, domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, prevăzute în anexa nr. 1.

Art. 2. — Se aprobă planul de învățământ și programa școlară pentru cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală din aria curriculară Tehnologii, precum și pentru stagiile de pregătire practică — curriculum în dezvoltare locală (CDL), pentru clasa a XI-a, învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională operator la roboți industriali, domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, prevăzute în anexa nr. 2.

Art. 3. — Planurile de învățământ și programele școlare prevăzute în anexele nr. 1 și 2 se aplică de către unitățile de învățământ în anii școlari 2026-2027 pentru clasa a X-a, respectiv 2027-2028 pentru clasa a XI-a.

Art. 4. — Anexele nr. 1 și 2 fac parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 5. — Direcția generală echitate și performanță în învățământul preuniversitar, Direcția generală minorități și desegregare, Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare, Centrul Național de Dezvoltare a Învățământului Profesional și Tehnic, inspectoratele școlare și unitățile de învățământ duc la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

Art. 6. — Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I.

Ministrul educației și cercetării,
Mihai Dimian

București, 31 august 2026.
Nr. 5.583.

*) Ordinul nr. 5.583/2026 a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 760 din 8 septembrie 2026 și este reprodus și în acest număr bis.

Anexa nr. 1**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII****CENTRUL NAȚIONAL DE DEZVOLTARE A
ÎNVĂȚĂMÂNTULUI PROFESIONAL ȘI TEHNIC**

CURRICULUM

pentru**clasa a X-a****ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL****Domeniul de pregătire profesională: ELECTRONICĂ AUTOMATIZĂRI****Calificarea profesională: Operator la roboți industriali****2026**

GRUPUL DE LUCRU:	
REMUS CAZACU	profesor, grad didactic I, Colegiul Tehnic de Comunicații „Nicolae. Vasilescu Karpen” Bacău
LIE MIRELA	profesor, grad didactic I, Colegiul de Poștă și Telecomunicații „Gh. Airinei” București
FLORIN IORDACHE	profesor ing, Colegiul Tehnic de Comunicații „Nicolae. Vasilescu Karpen” Bacău
CARMEN GHEAȚĂ	profesor ing, grad didactic I, Liceul Tehnologic Theodor Pallady București
GABRIELA DIACONU	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic „Costin D. Nenițescu” București
MIHAELA PINTEA	profesor ing, grad didactic I, Liceul Tehnologic Electromureș Tîrgu - Mureș
BOAGIU ROBERT	profesor ing, grad didactic I, Liceul Tehnologic Valeriu Barniște, Lugoj
BUXBAUM CLAUDIU RADU	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
FRIGIOIU DĂNUȚ PAUL	profesor ing, grad didactic I, Colegiul N.V. Karpen, Bacău
HENTEȘ BENONE	profesor ing. Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
MARKOVITS MIHAELA	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
PĂCURAR LOREDANA	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
PUFU GABRIELA LĂCRAMIOARA	profesor ing, grad didactic I, Școala Profesională Germană Kronstadt Brașov
SAUCIUC GHEORGHE	profesor ing, grad didactic I, Liceul Vasile Conta Targu Neamt
SĂLĂGEAN GABRIELA LAURA	profesor ing, grad didactic I Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
VOLOSCIUC SORIN DAN	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic Sibiu
ZIRBO SORINA MARIA	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic Cluj-Napoca
BENEA MIRCEA	Robert Bosch Romania S.R.L.
GAL GERGO	Robert Bosch Romania S.R.L.
CAIA CLAUDIU	Schaeffler Romania S.R.L
Ing. MARIUS CINCA	Ford Otosan Romania SRL
Ing. TROANCĂ LAURA	UNION OTEL Fagaras
Ing. BUCSA R. ZENO	Star Assembly SRL Sebes & Star Transmission SRL Cugir
Ing. IOAN SZABO	Star Assembly SRL Sebes & Star Transmission SRL Cugir

COORDONARE METODOLOGICĂ - CNDPIT: Carmen RĂILEANU

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea corespunzătoare domeniului de pregătire profesională *Electronică automatizări*:

1. Operator la roboți industriali

Curriculumul a fost elaborat pe baza standardului de pregătire profesională (SPP) aferent calificării sus menționate.

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării tehnice generale (URI)	Denumire modul
URÎ 3. Realizarea circuitelor electronice simple cu componente analogice discrete	MODUL I. Bazele electronicii analogice
URÎ 4. Realizarea circuitelor logice combinaționale cu circuite integrate digitale	MODUL II. Bazele electronicii digitale
URÎ 5. Executarea instalațiilor electrice de iluminat și forță	MODUL III. Instalații electrice
URÎ 6. Utilizarea softurilor specializate pentru simularea funcționării unui robot industrial	Modulul IV. Funcționarea robotului industrial
	MODUL V. CDL *

* CDL se elaborează în colaborare cu operatorii economici parteneri, vizând aprofundarea sau extinderea unor rezultate ale învățării din Standardul de Pregătire Profesională sau introducerea unor rezultate ale învățării noi (în funcție de solicitările operatorului economic), fiind conceput sub formă de activități de laborator sau instruire practică desfășurate la operatorul economic/unitatea de învățământ.

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a X-a

Învățământ profesional
Aria curriculară Tehnologii

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRONICĂ AUTOMATIZĂRI
Calificarea profesională: OPERATOR LA ROBOȚI INDUSTRIALI

Cultură de specialitate și pregătire practică

Modul I. Bazele electronicii analogice

Total ore /an:	224
din care:	
Laborator tehnologic	112
Instruire practică	56

Modul II. Bazele electronicii digitale

Total ore /an:	168
din care:	
Laborator tehnologic	84
Instruire practică	56

Modul III. Instalații electrice

Total ore /an:	112
din care:	
Laborator tehnologic	28
Instruire practică	56

Modulul IV. Funcționarea robotului industrial

Total ore /an:	84
din care:	
Laborator tehnologic	28
Instruire practică	28

Total ore/an = 21 ore/săpt. x 28 săptămâni = 588 ore

Stagiu de pregătire practică - Curriculum în dezvoltare locală

Modul V. *

Total ore/an: 270 ore

Total ore /an = 9 săpt. x 5 zile x 6 ore /zi = 270 ore/an

TOTAL GENERAL: 858 ore/an

Notă:

Pregătirea practică și stagiul de pregătire practică pot fi organizate atât la operatorul economic/instituția publică parteneră cât și în unitatea de învățământ, în funcție de condițiile locale.

* Denumirea și conținutul modulului/modulelor vor fi stabilite de către unitatea de învățământ în parteneriat cu operatorul economic/instituția publică parteneră, cu avizul inspectoratului școlar.

MODUL I. Bazele electronicii analogice

• Notă introductivă

Modulul „**Bazele electronicii analogice**” este o componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru domeniul de pregătire **Electronică automatizări**, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **224 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **112 ore/an** – laborator tehnologic
- **56 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Bazele electronicii analogice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională **Electronică automatizări** sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Rezultate ale învățării/ competențe (codificate conform SPP)

URÎ 3. REALIZAREA CIRCUITELOR ELECTRONICE SIMPLE CU COMPONENTE ANALOGICE DISCRETE			Conținuturile învățării
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
BAZELE ELECTRONICII ANALOGICE			
3.1.1 3.1.6 3.1.7	3.2.1 3.2.2 3.2.3 3.2.4 3.2.5 3.2.6 3.2.7 3.2.8 3.2.23 3.2.24 3.2.25 3.2.26 3.2.27 3.2.28	3.3.1 3.3.2 3.3.3 3.3.4 3.3.5 3.3.6 3.3.7	Tehnologii de realizare a circuitelor electronice • Tehnologia de realizare a circuitelor electronice cablate cu fire (wire wrapping): - SDV-uri și materiale specifice utilizate - Domenii de utilizare • Tehnologia de realizare a circuitelor electronice în regim de prototip pe plăci de tip breadboard: - Materiale specifice utilizate - Fazele tehnologice și regulile de realizare a circuitelor electronice pe plăci de tip breadboard • Tehnologia de realizare a circuitelor electronice pe plăci cablaj imprimat – PCB - Plăci de cablaj imprimat (structura, tipuri, domenii de utilizare - Realizarea circuitelor electronice pe plăci de cablaj imprimat de test

			(prototip) - Fazele tehnologice de realizare a circuitelor electronice cu cablaje imprimate (imprimare, corodare, metalizare, asamblare componente discrete/SMD, lipire, protecție) - Realizarea manuală / industrială a circuitelor electronice pe plăci de cablaj imprimat (SDV-uri și materiale specifice utilizate) • Tehnologii de evacuare a căldurii în circuitele electronice • Norme de sănătate și securitate în muncă specifice • Norme de protecție a mediului specifice
3.1.2 3.1.3	3.2.9 3.2.10 3.2.25 3.2.26 3.2.27 3.2.28		▪ Materiale semiconductoare - Definiție - Proprietăți - Tipuri (cu conductivitate intrinsecă și extrinsecă) ▪ Joncțiunea pn: - Definiție - Comportare la polarizare directă / inversă - Comportare în regim dinamic - Circuite echivalente
3.1.4 3.1.7	3.2.11 3.2.12 3.2.13 3.2.14 3.2.15 3.2.24 3.2.25 3.2.26 3.2.27 3.2.28		▪ Diode (redresoare, detectoare, stabilizatoare, varicap) - Simbol, aspect fizic, clasificare - Date de catalog, parametri - Măsurarea parametrilor cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Caracteristica statică de funcționare - Polarizare - Tipuri de defecte - Verificarea funcționalității diodelor cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Utilizări, norme de protecție a mediului (reciclarea componentelor defecte) ▪ Tranzistoare (bipolare, cu efect de câmp - TECJ/ TECMOS) - Simbol, aspect fizic, clasificare - Structura fizică și principiul de funcționare - Date de catalog - Conexiuni - Caracteristici statice de funcționare - Regimuri de funcționare - Măsurarea parametrilor cu ajutorul

			aparater de măsură și control - Circuite de polarizare - Tipuri de defecte - Funcționarea în regim dinamic - Verificarea funcționalității tranzistoarelor cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Utilizări, norme de protecție a mediului (reciclarea componentelor defecte) ▪ Dispozitive optoelectronice (fotorezistorul, fotodioda, fototranzistorul, dioda electroluminiscentă, optocuplorul) - Simbol, aspect fizic, clasificare - Date de catalog - Caracteristica statică de funcționare - Măsurarea parametrilor cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Circuite de polarizare - Tipuri de defecte - Verificarea funcționalității dispozitivelor electronice cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Utilizări, norme de protecție a mediului (reciclarea componentelor defecte)
3.1.5 3.1.6 3.1.7	3.2.16 3.2.17 3.2.18 3.2.19 3.2.20 3.2.21 3.2.22 3.2.23 3.2.24 3.2.25 3.2.26 3.2.27 3.2.28		▪ Circuite electronice simple, realizate cu componente electronice analogice discrete - surse de alimentare (cu transformator, redresor monoalternanță sau dublă alternanță, stabilizator parametric sau cu tranzistoare, filtru) amplificatoare (cu 1 sau 2 tranzistoare) - Schema bloc - Schema electronică - Funcționare - Parametri - Realizarea și verificarea circuitelor - Protecția circuitelor (electrostatică, la supraîncălzire, la șocuri mecanice) - Tipuri de defecte - Verificarea funcționalității circuitelor electronice cu ajutorul aparatelor de măsură și control - Remedierea defectelor constatate (înlocuire componente defecte, refacere conexiuni/trasee) - Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului, specifice lucrărilor executate

- **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**
 - module pentru studiul experimental al componentelor și circuitelor / plăci de test, surse de alimentare, generatoare de semnal;
 - aparate de măsură și control (multimetre);
 - trusa electronistului;
 - Auxiliare curriculare, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutătoare, planșe didactice, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de evaluare) etc.
 - videoproiector, sistem de calcul conectat la internet, cu software utilizat pentru simularea funcționării componentelor și circuitelor electronice, tabla interactivă;
 - componente electronice analogice, cablaj imprimat;
 - multimetre;
 - stație de lipire;
 - cataloage de componente electronice analogice;
 - surse de tensiune continuă și alternativă;
 - echipament de protecție;
 - SDV-uri specifice domeniului electronică automatizări;
 - surse de documentare specializate: prospecte, manuale, documentații tehnice diverse etc.

• **Sugestii metodologice**

Conținuturile modului „**Bazele electronicii analogice**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Conținuturile primului capitol referitor la tehnologia de realizare a circuitelor electronice se recomandă a fi parcurse în cadrul orelor de pregătire practică.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care vor lucra îi va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate/ ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate/ maistrului instructor.

Pentru formarea competențelor cheie ar trebui utilizate activități de învățare prin care elevii să-și dezvolte abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme etc.

Pentru modulul „**Bazele electronicii analogice**” se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, preponderent, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: harta păianjen, cubul, peer learning – metoda grupurilor de experți, concasarea, studiul de caz, decizii, decizii, atelierul, Fishbone maps (scheletul de pește), analiza (găsește greșeala și remediază), turul galeriei, diagrama cauzelor și a efectului, tehnica 6/3/5 etc.

În continuare, prezentăm un exemplu de activitate de învățare: **utilizarea hărții conceptuale** (diagrama păianjen) pentru învățarea noțiunilor de bază despre tranzistorul bipolar și utilizările acestuia.

Hărțile conceptuale reprezintă un mod diagramatic de expresie, fiind un instrument important pentru predare, învățare, cercetare și evaluare la toate nivelurile și la toate disciplinele, reflectând emergența cunoașterii. Furnizează informații și reprezentări vizuale ale structurilor de cunoaștere și modurilor de argumentare.

Harta conceptuală poate fi definită ca un grafic ce include concepte (centrale – localizate în centrul hărții sau secundare – localizate către marginea hărții), ierarhizări pentru a determina locul conceptelor, conexiuni stabilite între concepte (prin care se comunică felul în care este înțeleasă relația între concepte) și interpretări ce relevă relațiile dintre diferite părți ale hărții. Se poate utiliza metoda în intensificarea retenției, moment al lecției care, dacă este realizat în așa fel încât încă să trezească interesul, deși este la finalul activității, va certifica o reușită. Cuvântul (ideea)-cheie se plasează în centru, iar ideile conexe vor fi așezate în jurul lui.

Avantajele utilizării metodei hărților conceptuale:

- Ușurarea reprezentării procesului de învățare și în evaluarea sistemelor de cunoștințe.
- Organizarea cunoștințelor deja existente în mintea elevilor și în pregătirea noilor asimilari.
- Deschiderea unor perspective către un proces de învățare activ și conștient.
- Favorizarea procesului de integrare a noii cunoașteri în structura existentă de cunoștințe, prin stimularea celui care învață să acorde atenție relațiilor existente între concepte.

Tranzistoare bipolare - Regimuri de funcționare - Harta conceptuală

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

3.1.4. Componente electronice analogice discrete (simboluri, parametri, conexiuni, polarizare, funcționare, utilizări, defecte):

- tranzistoare bipolare

3.2.11. Selectarea componentelor și a componentelor echivalente pentru realizarea circuitelor electronice în funcție de cerințele din documentația tehnică și tehnologică

3.2.12. Identificarea terminalelor componentelor electronice discrete folosind cataloagele de componente

3.2.13. Identificarea tipului de conexiune în care funcționează componentele

3.2.25. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

3.2.27. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

3.2.28. Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților

3.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă.

3.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.

3.3.3. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme.

Obiective:

- ✚ Să identifice tipurile de componente discrete
- ✚ Să precizeze, pe baza datelor de catalog, parametrii caracteristici fiecărui tip de componentă discretă
- ✚ Să descrie funcționarea tipurilor de componente discrete studiate

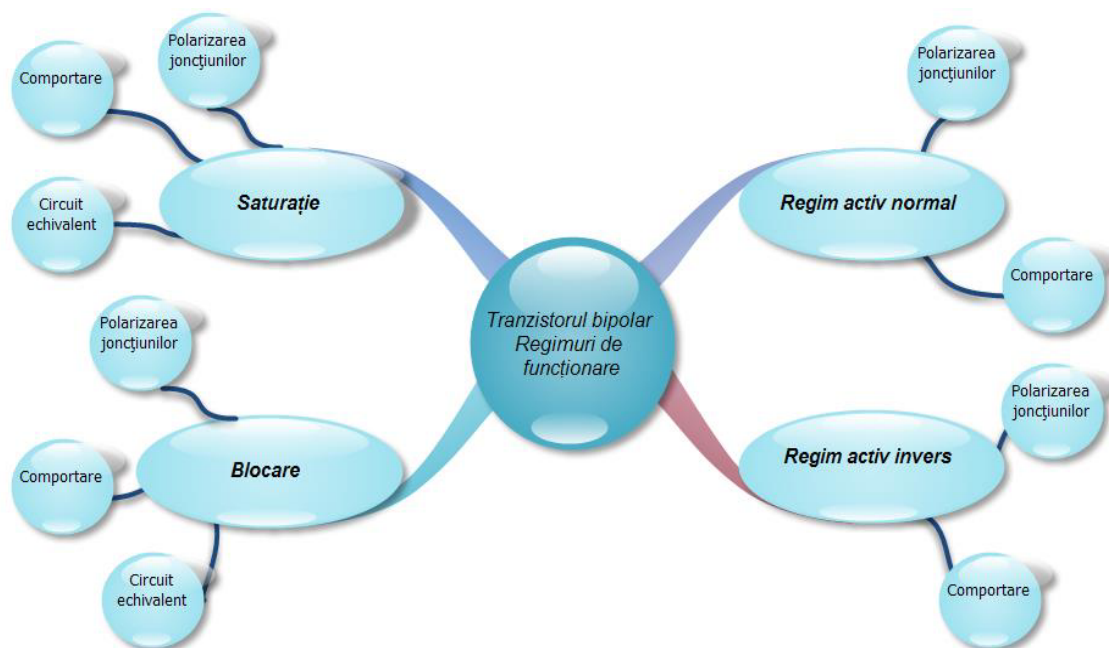
Organizarea clasei: 4 grupe

Timp: 30 minute

Enunț:

Fiecare echipă va trage la sorți un regim de funcționare al tranzistorului bipolar și va primi o bulină pe care va fi inscripționat numele numele regimului de funcționare și trei buline în care va completa următoarele informații:

- polarizarea joncțiunilor
- comportarea tranzistorului
- circuitul echivalent (unde este cazul)



După terminarea sarcinilor de lucru, câte un reprezentant al fiecărei echipe va veni la tablă/ flipchart și va lipi bulinele completate, ca în figura alăturată.

Vor avea loc discuții, în plen, în care elevii vor compara regimurile de funcționare în raport cu polarizările și vor stabili posibilități de utilizare a tranzistorului bipolar pentru fiecare regim de funcționare.

Activitatea va fi o autoevaluare a elevilor în vederea evaluării sumative.

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții. De asemenea, pentru o a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și a comportamentului elevului, jurnalul de practică).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica rezultatele învățării care trebuie evaluate.

Exemplu: se dorește evaluarea achizițiilor elevului referitoare la tranzistorul bipolar. Elevul este pus în situația de a identifica tipul și terminalele unui tranzistor.

Tema : Tranzistorul bipolar

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

3.1.4. Componente electronice analogice discrete (simboluri, parametri, conexiuni, polarizare, funcționare, utilizări, defecte) - tranzistoare bipolare.

3.2.11. Selectarea componentelor și a componentelor echivalente pentru realizarea circuitelor electronice în funcție de cerințele din documentația tehnică și tehnologică

3.2.12. Identificarea terminalelor componentelor electronice discrete folosind cataloagele de componente

3.2.13. Identificarea tipului de conexiune în care funcționează componentele

3.2.14. Măsurarea parametrilor componentelor electronice analogice discrete cu ajutorul aparatelor de măsură și control

3.2.15. Verificarea funcționalității componentelor electronice analogice discrete cu ajutorul aparatelor de măsură și control

3.2.25. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

3.2.27. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

3.2.28. Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților

3.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă.

3.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.

3.3.3. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

3.3.6. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

3.3.7. Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic

PROBĂ PRACTICĂ

- Activitatea se va desfășura în laboratorul de electronică.
- Resurse:

Mijloace utilizate	Denumire	Notarea în circuit	Valoare/ caracteristici/tip
Componente	Tranzistoare	T _A	BC 171, BD 135
		T _B	BC 177, BD 137
Aparate	Multimetru digital sau analogic		
Elemente de conectare	Conductoare de legătură sau conectori		

- **Organizare:** Elevii vor lucra organizați pe echipe.
- **Timp alocat:** 2 ore

Identificarea terminalelor și a tipului de tranzistor (pnp sau npn)

Procedura de lucru:

- realizați montajele din figura de mai jos, urmând indicațiile.



- poziționați comutatorul selector al multimetrului pe domeniul rezistențelor.
- măsurați rezistența $R_{T_1 T_3}$, dintre terminalul T_1 și T_3 , în ambele sensuri, așa cum se indică în figură; notați rezultatul în Tabelul 1.
- repetați operația de măsurare a rezistenței între terminalele $T_1 - T_2$ și $T_2 - T_3$ în ambele sensuri și completați tabelul.
- comparați valorile măsurate cu valorile din tabelul 2 și identificați tipul tranzistorului.
- identificați terminalele tranzistorului.

Tabelul 1

T	$R[T_3 - T_1]$		$R[T_3 - T_2]$		$R[T_1 - T_2]$		Tipul tranzistorului	Identificarea terminalelor
T_A								$T_1 =$ $T_2 =$ $T_3 =$
T_B								$T_1 =$ $T_2 =$ $T_3 =$

- repetați operațiile de măsurare pentru toate tranzistoarele.
- Analizați rezultatele și trageți concluziile.
- Identificați eventualele tranzistoare defecte

Indicație: pentru identificarea emitorului și colectorului, comparați rezistența joncțiunilor bază-emitor, respectiv bază-colector ($R_{BE} > R_{BC}$); dacă valorile măsurate diferă de cele din tabelul 2, tranzistorul este defect.

Tabelul 2

R_{BC}		R_{BE}		R_{CE}		Tipul tranzistorului
mică	∞	mică	∞	∞	∞	nnp
∞	mică	∞	mică	∞	∞	npn

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Numele elevului.....

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Identificarea componentelor utilizate	12 p
			Alegerea componentelor, sculelor, AMC-urilor, echipamentelor de protecție adaptate sarcinii de lucru	10p
			Sunt respectate normele de protecție a mediului, normativele, regulile de sănătate și securitate a muncii	3p
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Realizarea montajelor conform cerințelor	10p
			Reglarea aparatului de măsurat	10p
			Măsurarea rezistențelor	15p
			Folosirea corespunzătoare a echipamentelor de lucru, a aparatelor de măsură și control	10p.
			Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	10p
			Respectarea normelor NTSM și PSI	5p
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Interpretarea rezultatelor obținute	7p
			Terminologia de specialitate e folosită corect	8p

• Bibliografie

1. Gheață Carmen, Cosma Dragoș, Chivu Aurelian, Mușat Carmen, Bazele electronice analogice. Manual clasa a X-a, Ed. CDPRESS, București, 2011
2. Dănilă, T. Ionescu–Vaida, M. (1996). *Componente și circuite electronice - manual pentru clasa a X – a*, licee industriale, București, Editura Didactică și Pedagogică
3. Dănilă, T. Ionescu–Vaida, M. (1996). *Componente și circuite electronice - manual pentru clasa a XI – a*, licee industriale, București, Editura Didactică și Pedagogică
4. Colectiv – coordonator Robe, Mariana. (2001). *Componente și circuite electronice*, București, Ed. Economică
5. Cosma, D. și alții. (2008), *Electronică*, București, Editura CD Press
6. Chivu, A., Cosma, D., (2005), *Electronica analogică . Electronica digitală – lucrări practice*, Editura Arves
7. Simion, E., Miron, C., Feștilă, L. (1986), *Montaje electronice cu circuite integrate analogice*, Cluj- Napoca, Editura Dacia
8. Sofron, E. și alții, (1987), *Electronica – îndrumar pentru lucrări practice*, București, Institutul Politehnic
9. Coloși, T., Morar, R., Miron C. (1979), *Tehnologie electronică – componente discrete*. IPCN, Facultatea de Electrotehnică
10. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/pentru-elevi/153.html>

MODUL II. Bazele electronicii digitale

• Notă introductivă

Modulul „**Bazele electronicii digitale**” este o componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru domeniul de pregătire **Electronică automatizări**, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un numărul de **168 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **84 ore/an** – laborator tehnologic
- **56 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Bazele electronicii digitale**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională **Electronică automatizări** sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 4. REALIZAREA CIRCUITELOR LOGICE COMBINAȚIONALE CU CIRCUITE INTEGRATE DIGITALE			Conținuturile învățării
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
4.1.1	4.2.1 4.2.2	4.3.2 4.3.3 4.3.4	Bazele algebrei logice ▪ Proprietățile algebrei logice ▪ Funcții logice ▪ Moduri de exprimare a funcțiilor logice (tabel de adevăr, forma canonică normal disjunctivă/ conjunctivă, forma elementară/ neelementară, diagrame Veitch-Karnaugh) ▪ Minimizarea funcțiilor logice (metoda algebrică sau diagramele Veitch-Karnaugh)
4.1.2 4.1.4 4.1.5	4.2.3 4.2.4 4.2.5 4.2.6 4.2.9 4.2.12 4.2.13 4.2.14 4.2.15 4.2.16 4.2.17	4.3.1 4.3.2 4.3.3 4.3.4	Porți logice ▪ Generalități (tipuri de circuite integrate logice - TTL, MOS, CMOS, tipuri de capsule/ dispunere pini , parametri, domenii de utilizare, utilizarea cataloagelor de circuite integrate digitale) ▪ Tipuri de porți logice (ȘI, SAU, NU, ȘI-NU, SAU-NU, SAU-EXCLUSIV): - simbol - funcționare/tabel de adevăr - parametri - date de catalog (dispunere pini, tip capsulă) ▪ Verificarea funcționalității porților logice și identificarea defectelor prin măsurarea parametrilor cu aparate de măsură și control și compararea rezultatelor cu tabelul de adevăr ▪ Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului (reciclarea componentelor defecte), specifice lucrărilor executate ▪ Implementarea funcțiilor logice cu porți logice (funcții de 3, 4 variabile date în forma canonică și elementară)

4.1.3	4.2.5	Circuite logice combinaționale ▪ Tipuri de circuite logice combinaționale: decodificatoare, codificatoare, demultiplexoare, multiplexoare - definiție - tabel de adevăr - parametri - funcționare - date de catalog (dispunere pini, tip capsulă) - utilizări - sinteza circuitelor logice combinaționale - realizarea circuitelor logice combinaționale cu circuite integrare digitale - verificarea montajelor realizate ▪ Tipuri de defecte – identificare cu ajutorul aparatelor de măsură și control și a tabeli de adevăr și remedierea lor ▪ Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului, specifice lucrărilor executate
4.1.4	4.2.6	
4.1.5	4.2.7	
	4.2.8	
	4.2.9	
	4.2.10	
	4.2.11	
	4.2.12	
	4.2.13	

• **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**

- module pentru studiul experimental al componentelor și circuitelor / plăci de test, surse de alimentare, generatoare de semnal;
- aparate de măsură și control (multimetre);
- videoproiector, sistem de calcul conectat la internet, cu software utilizat pentru simularea funcționării circuitelor electronice logice
- Auxiliare curriculare, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutătoare, planșe didactice, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de evaluare) etc.
- tabla interactivă;
- componente electronice digitale (porți logice, multiplexoare, demultiplexoare, decodificatoare, codificatoare);
- cablaj imprimat;
- stație de lipire;
- cataloage de componente electronice digitale;
- trusa electronistului
- schema circuitului de realizat;
- surse de alimentare;
- echipament de protecție;
- SDV-uri specifice domeniului electronică automatizări;
- sistem de calcul cu software adecvat pentru simulări.

• **Sugestii metodologice**

Conținuturile modului „**Bazele electronicii digitale**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care vor lucra îi va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate/ ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate.

Activitățile de învățare trebuie gândite pentru a putea fi desfășurate pe grupe sau în echipe, ca o recunoaștere a nemăsuratelor beneficii pe care le are cooperarea între tineri și între oameni. Se dezvoltă elevilor abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme etc. Pentru modulul „**Bazele electronicii digitale**” se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: atelierul, piramidei, studiul de caz, Fishbone maps (scheletul de pește), analiza (găsește greșeala și remediază), turul galeriei, diagrama cauzelor și a efectului, tehnica 6/3/5 etc.

Metoda „Turul galeriei”

Turul galeriei presupune evaluarea interactivă și profund formativă a produselor realizate de grupuri de elevi. În grupuri de trei sau patru, elevii lucrează mai întâi la o problemă care se poate materializa într-un produs (o diagramă, de exemplu), pe cât posibil pretându-se la abordări variate. Produsele sunt expuse pe pereții clasei, ca într-o galerie de artă.

2. La semnalul profesorului, grupurile se rotesc prin clasă, pentru a examina și a discuta fiecare produs. Elevii își iau notițe și pot face comentarii pe hârtiile expuse. După turul galeriei, grupurile își reexaminează propriile produse prin comparație cu celelalte și citesc comentariile făcute pe produsul lor.

Tema - Porțile logice și utilizările acestora

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

4.1.2. Porți logice

4.2.3. Identificarea porților logice pe baza tabelului de adevăr

4.2.4. Implementarea funcțiilor logice cu porți logice

4.2.13. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

4.2.15. Comunicarea/raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

4.3.1. Colaborarea cu membri echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

4.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Obiective:

-  Să identifice diverse tipuri de circuite electronice digitale
-  Să precizeze funcționarea tipurilor de circuite studiate
-  Să selecteze componente electronice pentru realizarea unor circuite logice
-  Să descrie funcționarea porților logice

Timp: 40 minute

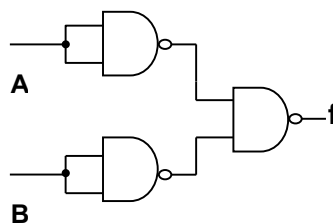
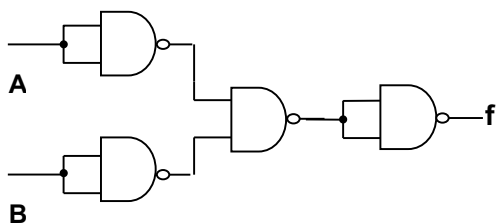
Scopul activității: Formarea unei perspective integratoare asupra temei *Porți logice*.

Organizarea clasei: grupe

Enunț: Analizați următoarele scheme ale unor circuite realizate cu porți logice.

- a. Identificați tipul de poartă logică utilizată;
- b. Determinați tabelul de adevăr al funcției logice simulate de aceste circuite;
- c. Înlocuiți fiecare circuit cu o singură poartă integrată care să îndeplinească aceeași funcție.

După 20 minute, grupurile se reunesc în plen și vor împărtăși clasei rezultatul analizei.



Activitatea va fi o autoevaluare a elevilor în vederea evaluării sumative.

Criteriile de evaluare:

- Identificarea corectă a tipului de poartă logică
- Completarea corectă a tabelului de adevăr pentru fiecare schemă dată
- Identificarea corectă a porții logice simulate de fiecare schemă
- Prezentarea rezultatelor analizei și utilizarea vocabularului de specialitate de către reprezentanții grupelor

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modulului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modulului.

Având în vedere că promovarea modulului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții. De asemenea, pentru o a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului, jurnalul de practică, portofoliul).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele teoretice care trebuie evaluate.

Exemplu: se dorește evaluarea cunoștințelor referitoare la porți logice.

Elevul este pus în situația de a realiza un montaj cu circuite integrate digitale după o schemă dată. La proba practică se va corela instrumentul de evaluare cu Standardul de Pregătire Profesională.

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

4.1.1 – Bazele algebrei booleene

4.1.3. – Circuite logice combinaționale

4.2.5. Selectarea circuitelor digitale din familiile logice TTL și CMOS în conformitate cu documentația tehnică

4.2.7. Selectarea circuitelor integrate digitale în sinteza circuitelor logice combinaționale (CLC) RÎ

4.2.8. Realizarea CLC cu ajutorul circuitelor integrate digitale

4.2.9. Identificarea defectelor CLC cu ajutorul aparatelor de măsură și control și a tabelului de adevăr

4.2.10. Remedierea defectelor în CLC

4.2.12. Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic.

4.2. 13. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

4.2.14. Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională

4.2.15. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

4.2.16. Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților

4.2.17. Formularea și exprimarea argumentelor în vederea susținerii soluțiilor propuse

4.3.1. Colaborarea cu membri echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă.

4.3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

4.3.5. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

4.3.6. Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la materialele și tehnologiile din domeniul electronic

TEST DE EVALUARE

Circuite logice combinaționale

Timp de lucru: 1 oră

Toate subiectele sunt obligatorii

Se acordă 10 puncte din oficiu

I. Pentru enunțurile de mai jos scrieți pe foaie litera corespunzătoare răspunsului corect.

12p.

1. Decodificatorul semnalizează la ieșire:

- a. termenii canonici conjunctivi;
- b. termenii canonici disjunctivi;
- c. termenii formei elementare ai funcției logice;
- d. termenii formei neelementare ai funcției logice.

2. O funcție logică cu 4 variabile are:

- a. 4 termeni;
- b. 8 termeni;
- c. 16 termeni;
- d. 32 termeni.

3. Un DMUX cu 4 intrări și 16 ieșiri poate fi transformat în DCD binar/zecimal prin:

- a. Folosirea a zece dintre ieșiri și inactivarea celorlalte șase;
- b. Folosirea a două dintre intrări și inactivarea celorlalte două;
- c. Transformarea intrărilor în ieșiri;
- d. Montând LED-uri de semnalizare în ieșiri

4. Pentru comanda unei celule de afișaj cu 7 segmente este necesar un decodificator:

- a. 3 intrări;
- b. 4 intrări;
- c. 7 intrări;
- d. 8 intrări.

II. Transcrieți pe foaia cu răspunsuri, litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera **A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera **F**, dacă apreciați că enunțul este fals.**

16p.

- a. Circuitele logice combinaționale sunt circuite care au în structura lor internă și circuite de memorie.
- b. Demultiplexorul a cărui intrare de validare $\overline{E}$ este inhibată, funcționează ca un decodificator obișnuit.
- c. Codificatoarele sunt circuite logice combinaționale care furnizează la ieșire un cuvânt binar de n biți atunci când una din cele m intrări ale sale este activată.
- d. DCD furnizează la ieșire toți termenii canonici de tip sumă.

III. Multiplexorul este un circuit logic combinațional.

10p.

a. reprezentați simbolul multiplexorului

b. precizați relația între numărul de linii de adresă și numărul de intrări ale multiplexorului.

IV. Scrieți pe foaia de răspuns, informația corectă care completează spațiile libere.

28p.

a. MUX este un circuit care permite transmiterea datelor de la una din cele m intrări la o cale de ieșire(1).....

b. Un circuit logic(2)..... este un circuit cu porți logice la care starea ieșirilor depinde de starea intrărilor .

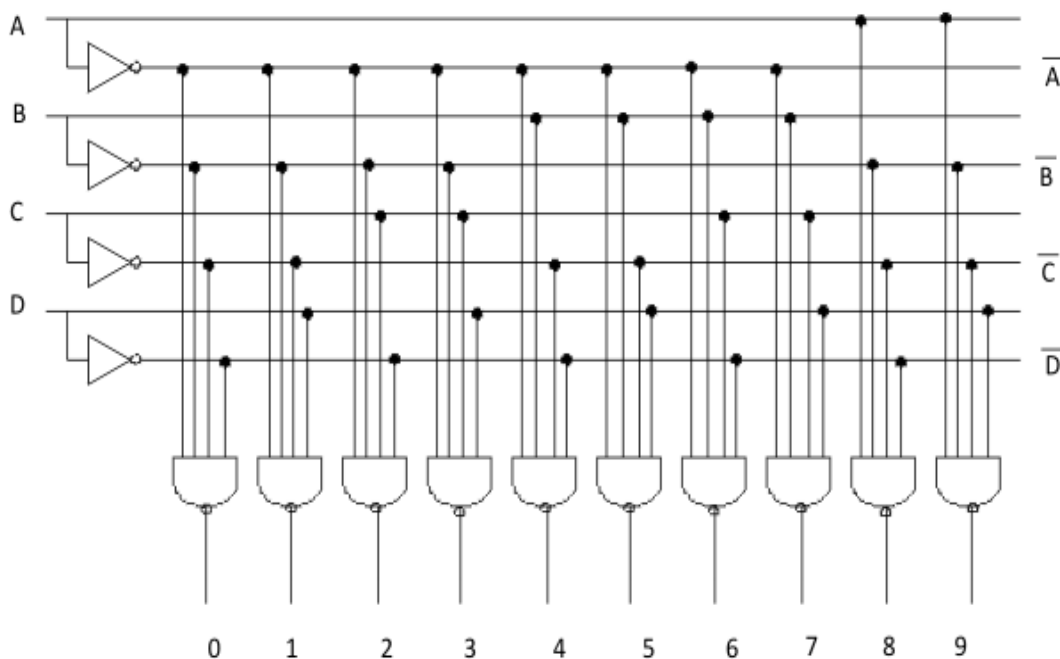
c. Circuitele utilizate pentru implementarea directă a CLC, fără a apela la minimizare sunt(3)..... și(4).....

d. Pentru identificarea unui cod de intrare prin activarea unei singure linii de ieșire, corespunzătoare codului respectiv se folosește(5).....

e. La un codificatorul zecimal – binar la(6) se aplică datele în sistem zecimal, iar la(7) apar datele codificate în binar

V. Analizați circuitul din figură:

24p.



a. identificați porțile logice din circuit;

b. denumiți circuitul logic combinațional implementat în figură;

c. transformați circuitul de la punctul **a** într-un demultiplexor;

d. precizați 2 utilizări.

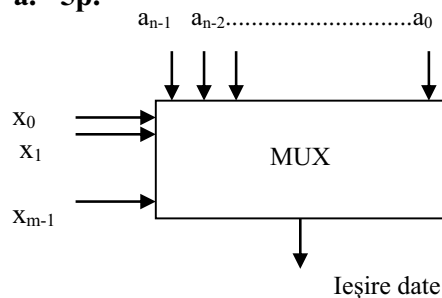
OBS. Testul de evaluare cuprinde punctaje alocate fiecărui subiect. Repartizarea acestora pe itemi rămâne la latitudinea profesorului.

Barem de corectare și notare:**I. 12p.**

1 – b 2 – c 3 – a 4 – b (4x3p.)

II. 16p.

a – F b – A c – A d – F (4x4p.)

III. 10p.**a. 5p.****b. 5p.**

$$m = 2^n$$

IV. 28p.

1 – unică

2 – combinațional

3 – decodificator

4 – demultiplexor

5 – multiplexor

6 – intrare

7 – ieșire (7x4p.)

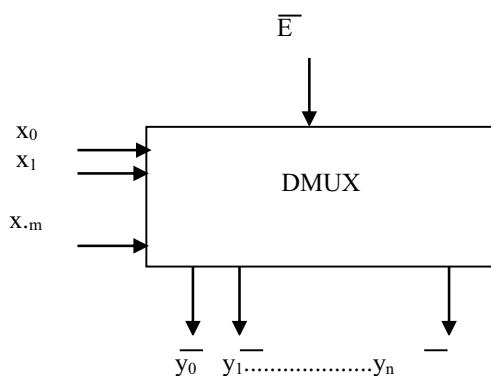
V. 24p.**a. 6p.**

- porți inversoare

- porți ȘI-NU (NAND) (2x3p.)

b. 8p.

DCD binar – zecimal

c. 6p.**d. 4p.**

- identificarea unui cod de intrare prin activarea unei singure linii de ieșire

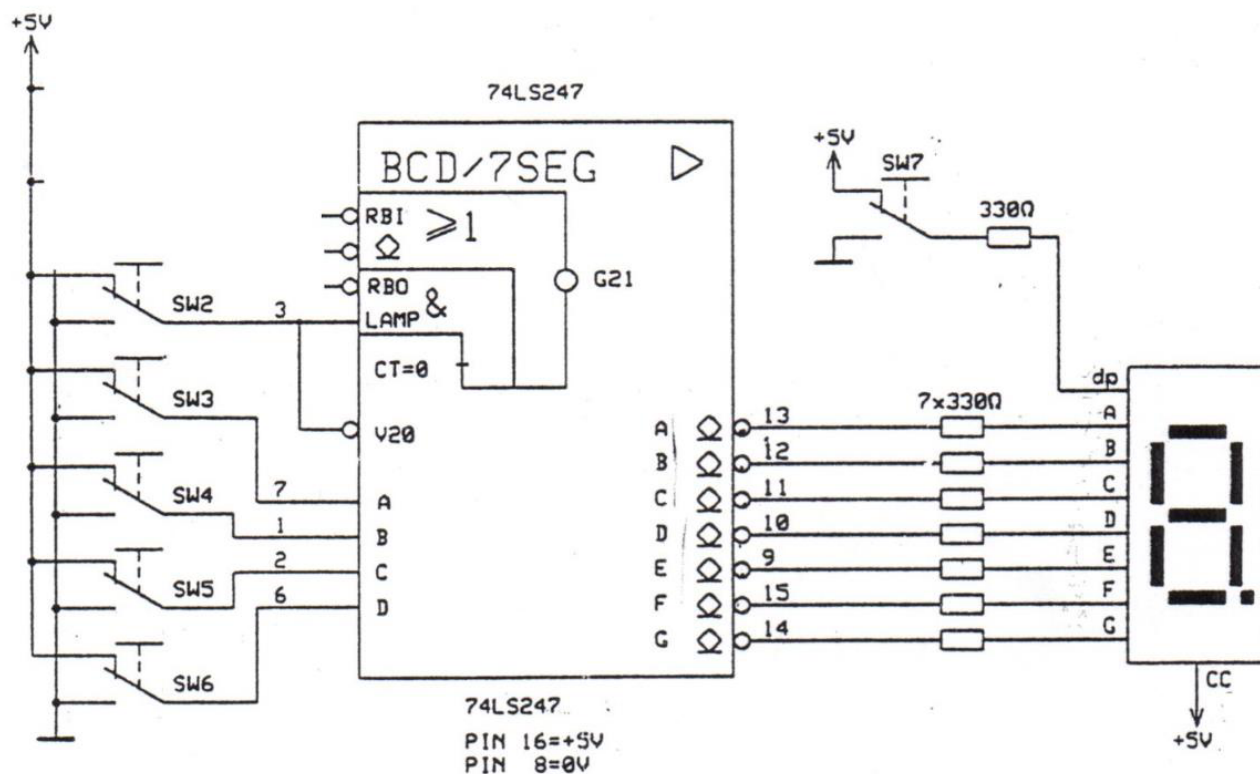
- comanda unor cifre de afișaj 7 segmente (2x2p.)

PROBĂ PRACTICĂ

- ♦ Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.
- ♦ Timpul efectiv de lucru este de 2 ore.

Numele elevului	Nota acordată

Se dă schema din figura următoare.



Cerințe:

- Organizați locul de muncă astfel încât să realizați montajul;
- Identificați componentele primite conform schemei electronice;
- Verificați starea de funcționare a componentelor primite;
- Realizați montajul conform schemei date;
- Reglați tensiunea de alimentare la 5V c.c. Alimentați montajul;
- Conectați, succesiv, intrările A, B, C, D la potențialul 0V respectiv 5V și completați valorile logice ale ieșirilor în funcție de numărul afișat pe display.

Nr. zecimal	Intrări				Ieșiri						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Numele elevului.....

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Identificarea componentelor utilizate	10p
			Alegerea componentelor, sculelor, AMC-urilor, echipamentelor de protecție adaptate sarcinii de lucru	10p
			Sunt respectate normele de protecție a mediului, normativele, regulile de sănătate și securitate a muncii	5p
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Verificarea componentelor utilizate	10p
			Realizarea circuitului	10p
			Completarea tabelului de adevăr	20p
			Folosirea corespunzătoare a echipamentelor de lucru, a aparatelor de măsură și control	5p.
			Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	10p
			Respectarea normelor NTSM și PSI	5p
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Verificarea funcționării circuitului.	8p
			Terminologia de specialitate e folosită corect	7p

- **Bibliografie**

1. Chivu Aurelian, Mușat Carmen, Cosma Dragoș, Gheață Carmen, Bazele electronice digitale. Manual clasa a X-a, Ed. CDPRESS, București , 2011
2. Trifu Adriana, Electronică digitală. Manual pentru școala de arte și meserii, Editura Economică, 2000
3. Maican, Sanda: Sisteme numerice cu circuite integrate, Editura Tehnică, București 1980
4. Bonnett, Norman, (2006). Digital Electronics through worked examples, Macmillan Press, 1993
5. Wilkinson, Barry: Electronica digitală, Bazele proiectării, Editura Teora, București 2002
6. Maddock R. J., Calcutt D. M., Electronics for Engineers, Longman Scientific and Technical, 1995
7. Warnes Lionel, Electronic and Electrical Engineering. Principles and Practice, MacMillan Press Ltd. , 1994
8. Petty, Geoff, Profesorul azi. Metode moderne de predare, Editura Atelier Didactic, București 2007
9. Ștefan M.Gheorghe, Drăghici Ioan M., Mureșan Tiberiu, Barbu Eneia, Circuite integrate digitale, Editura didactică și pedagogică – 1983
10. Glendinning, Eric H., McEwan, John, Oxford English for Electronics, OUP 1996
11. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/pentru-elevi/153.html>

MODUL III. Instalații electrice

• Notă introductivă

Modulul „**Instalații electrice**” este o componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru domeniul de pregătire **Electronică automatizări**, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un numărul de **112 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **28 ore/an** – laborator tehnologic
- **56 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Instalații electrice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 3, din domeniul de pregătire profesională **Electronică automatizări** sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Rezultate ale învățării/ competențe (codificate conform SPP)

URÎ 5. Executarea instalațiilor electrice de iluminat și forță			Conținuturile învățării
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
5.1.1 5.1.6 5.1.7	5.2.1 5.2.2 5.2.12 5.2.21 5.2.22 5.2.23 5.2.25 5.2.26	5.3.1 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.3.7 5.3.8 5.3.9	Surse și corpuri de iluminat ▪ Clasificare ▪ Tipuri principale de surse și corpuri de iluminat (clasificare, aspect fizic, simbol, marcaj, rol funcțional, parametri): - surse și corpuri de iluminat cu incandescență, - surse și corpuri de iluminat cu halogen, - surse și corpuri de iluminat fluorescente, - surse și corpuri de iluminat cu LED. ▪ Documentație tehnică specifică ▪ Verificarea funcționalității surselor de iluminat ▪ Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului (reciclarea componentelor defecte), specifice lucrărilor executate
5.1.2 5.1.6 5.1.7	5.2.3 5.2.4 5.2.5 5.2.12 5.2.21 5.2.22 5.2.23 5.2.25 5.2.26	5.3.1 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.3.7 5.3.8 5.3.9	Mașini electrice ▪ Generalități (definire, clasificare, principii de funcționare, rol funcțional, domenii de utilizare) ▪ Tipuri de mașini electrice: - transformatorul electric (tipuri, simboluri, marcaj, parametri, conexiuni, aspect fizic, elemente constructive, domenii de utilizare, verificarea funcționalității transformatoarelor monofazate de mică putere - metode/ reguli/ etape) - motorul de curent continuu (aspect fizic, elemente constructive, simboluri, marcaj, parametri, conexiuni, domenii de utilizare, verificarea funcționalității motorului de curent continuu de mică putere - metode/ reguli/ etape)

			- motorul asincron (aspect fizic, elemente constructive, simboluri, marcaj, parametri, conexiuni, domenii de utilizare, verificarea funcționalității motorului asincron trifazat de mică putere - metode/ reguli/ etape) ▪ Documentație tehnică specifică ▪ Verificarea funcționalității mașinilor electrice ▪ Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului specifice lucrărilor executate
5.1.3 5.1.6 5.1.7	5.2.6 5.2.7 5.2.8 5.2.12 5.2.21 5.2.22 5.2.23 5.2.25 5.2.26	5.3.1 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.3.7 5.3.8 5.3.9	Aparate de protecție ▪ Generalități (definire, clasificare, rol funcțional, domenii de utilizare) ▪ Tipuri de aparate de protecție (aspect fizic, simbol, marcaj, rol funcțional, elemente constructive, parametri, domenii de utilizare, verificarea funcționalității- metode/ reguli/ etape): - siguranțele fuzibile - siguranțe automate - relee - tablouri electrice ▪ Documentație tehnică specifică ▪ Verificarea funcționalității aparatelor de protecție ▪ Norme de protecția mediului (reciclarea componentelor defecte)
5.1.4 5.1.6. 5.1.7	5.2.9 5.2.10 5.2.11 5.2.12 5.2.21 5.2.22 5.2.23 5.2.25 5.2.26	5.3.1 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.3.7. 5.3.8 5.3.9	Aparate de conectare ▪ Generalități (definire, rol funcțional, domenii de utilizare) ▪ Clasificare ▪ Tipuri de aparate de conectare (aspect fizic, simbol, marcaj, rol funcțional, parametri, domenii de utilizare, verificarea funcționalității - metode/reguli/etape): - întreruptoare - variatoare - senzori de mișcare - senzori de crepuscul - contactoare - prize ▪ Materiale utilizate la realizarea conexiunilor electrice (aspect fizic, simbol, marcaj, rol funcțional, elemente constructive, parametri, domenii de utilizare): - Cabluri și conductoare - Tuburi de protecție - Doze ▪ Documentație tehnică specifică ▪ Verificarea funcționalității aparatelor de conectare ▪ Norme de protecția mediului (reciclarea componentelor defecte)

5.1.5	5.2.12	5.3.1	Tehnologia de execuție a instalațiilor electrice de iluminat și forță ▪ Instalații electrice de iluminat și prize - scheme electrice pentru iluminatul interior, exterior și circuite de prize ▪ Instalații de forță - Scheme electrice (pornirea și inversarea sensului de rotație a motorului asincron, comanda unui motor asincron cu pornire stea-triunghi, reglarea turației motorului asincron) ▪ Tehnologii de realizare a instalațiilor de iluminat și forță - studiul documentației tehnice - tehnologia de montare și fixare a tuburilor de protecție, conductoarelor, cablurilor și a tablourilor electrice - tehnologia de montare a aparatelor de conectare și protecție, a corpurilor de iluminat și a mașinilor electrice. - reguli de punere în funcțiune a instalațiilor electrice de iluminat și forță. ▪ Verificarea funcționalității instalațiilor de iluminat și forță ▪ Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecția mediului specifice lucrărilor executate
5.1.6	5.2.13	5.3.2	
5.1.7	5.2.14	5.3.3	
	5.2.15	5.3.4	
	5.2.16	5.3.5	
	5.2.17	5.3.6	
	5.2.18	5.3.7	
	5.2.19	5.3.8	
	5.2.20	5.3.9	
	5.2.21	5.3.10	
	5.2.22	5.3.11	
	5.2.23		
	5.2.25		
	5.2.26		

• **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**

- SDV-uri specifice domeniului electric (șurubelnițe de diferite tipuri, șurubelnițe electrice, clești, testere de tensiune, pistoale de lipit, cuțite, bormașini, burghie, daltă, ciocan);
- surse și corpuri de iluminat, mașini electrice, aparate de protecție și de conectare (motoare de cc și ca, transformatoare, siguranțe, contactoare, relee, tablouri electrice, comutatoare, întrerupătoare, prize, doze);
- module pentru studiul experimental al circuitelor electrice (panoplii de laborator, surse de alimentare);
- AMC – uri (testere de tensiune, multimetre, voltmetre, ampermetre, ohmetre);
- surse de documentare specializate: reviste, prospecte, cataloage, manuale, documentații tehnice diverse, etc;
- videoproiector, sistem de calcul conectat la internet, cu software utilizat pentru simularea funcționării mașinilor electrice;
- auxiliare curriculare, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutoare, planșe didactice, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de evaluare) etc.;
- tabla interactivă;
- cabluri și conductoare electrice
- echipament de protecție.

- **Sugestii metodologice**

Conținuturile modului **„Instalații electrice** trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care vor lucra îi va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate/ ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate sau a maestrului instructor.

Activitățile de învățare trebuie gândite pentru a putea fi desfășurate pe grupe sau în echipe, ca o recunoaștere a nemăsuratelor beneficii pe care le are cooperarea între tineri - și între oameni. Să i se dezvolte elevilor abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme etc.

Pentru modulul **„Instalații electrice”** se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: metode bazate pe acțiune (exercițiul practic sau simularea) și metode explorative (vizite de documentare, studii de caz, problematizarea, observarea independentă, transformarea) sau alte metode specifice învățării centrate pe elev (atelierul, metoda piramidei, Fishbone maps sau *scheletul de pește*, analiza sau *găsește greșeala și remediază*, turul galeriei, diagrama cauzelor și a efectului, tehnica 6/3/5) etc.

- **Sugestii privind evaluarea**

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune preponderent dobândirea de abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare prin probe practice. De asemenea, pentru o a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului, jurnalul de practică).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele teoretice care trebuie evaluate.

Probele practice oferă posibilitatea evaluării capacității de aplicare a cunoștințelor teoretice în rezolvarea unor probleme practice. În cadrul lucrărilor de laborator, din ateliere, pe lotul școlar, prin probe practice pot fi evaluate:

- priceperi, deprinderi manuale și tehnice;

- respectarea etapelor unui proces tehnologic;
- modul în care elevii manevrează anumite piese, aparate, unelte;
- calitatea produselor finite.

În evaluarea prin probe practice sunt analizați doi parametri:

- procesul care duce la realizarea produsului (respectarea tehnicilor de lucru specifice fiecărei etape)
- produsul obținut (calitățile acestuia)

De exemplu, utilizarea exercițiului practic pentru tema „*Executarea legăturilor pentru pornirea motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit*”

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională:

5.1.5. Tehnologia de execuție a instalațiilor electrice de iluminat și forță:

5.2.12. Interpretarea documentației tehnice

5.2.14. Montarea conductoarelor / cablurilor în conformitate cu documentația tehnică

5.2.17. Montarea aparatelor de conectare și protecție în conformitate cu documentația tehnică

5.2.19. Montarea mașinilor electrice în conformitate cu documentația tehnică

5.2.20. Punerea în funcțiune a instalației în conformitate cu documentația tehnică

5.2.21. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

5.2.23. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

5.2.24. Comunicarea / raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

5.3.1. Respectarea riguroasă a specificațiilor tehnice din documentație

5.3.2. Utilizarea responsabilă a SDV-urilor și a mijloacelor de măsurare

5.3.3. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

5.3.4. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

5.3.6. Implicarea creativă în soluționarea sarcinilor din fișa de lucru

5.3.7. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

5.3.10. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Obiective:

- ✚ Să identifice diverse tipuri de aparate utilizate în instalațiile electrice
- ✚ Să precizeze funcționarea tipurilor de circuite de forță studiate
- ✚ Să selecteze aparate utilizate în instalațiile electrice de forță
- ✚ Să realizeze legăturile în circuite electrice de forță
- ✚ Să verifice funcționarea circuitelor electrice de forță

Timp: 150 minute

Scopul activității: Formarea unei perspective integratoare asupra temei *Montarea aparatelor de conectare, de protecție și a motoarelor electrice asincrone trifazate*

Organizarea clasei: grupe de elevi

Tema: Montarea aparatelor de conectare și de protecție în circuite de pornire și schimbare a sensului de rotație a motoarelor electrice asincrone trifazate cu rotorul în scurtcircuit

a) Fișa de documentare

A. Pornirea motorului asincron trifazat în colivie

Pornirea motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit se poate face:

- prin conectare directă la rețea;
- prin trecerea conexiunii statorice din stea în triunghi;
- prin reducerea tensiunii de alimentare;

Conectarea directă la rețea este utilizată frecvent acolo unde rețelele de alimentare și mecanismele antrenate permit acest lucru. Curentul de pornire este de 4 – 7 ori mai mare decât curentul nominal deci metoda este indicată pentru motoarele de puteri mici (la care și curenții nominali sunt mici). Pentru pornirea motorului conectat direct la rețea se folosesc scheme de pornire care includ aparate manuale sau contactoare (fig.1).

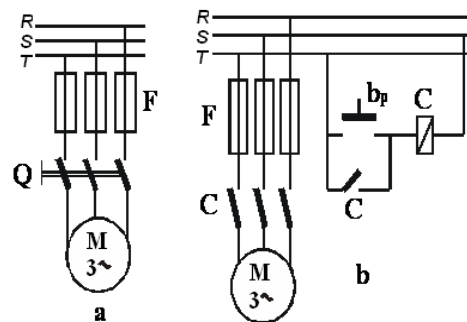


Figura 1. Pornirea prin conectare directă la rețea:

a - pornirea directă cu ajutorul comutatorului manual;

b- pornirea directă cu ajutorul contactoarelor

Comutarea conexiunii statorice din stea în triunghi se realizează cu un comutator stea-triunghi cu acționare manuală sau automată, care realizează, așa cum se vede în figura 2, conectarea în stea și apoi în triunghi a înfășurărilor statorice ale motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit.

Trecerea de la conexiunea stea la conexiunea triunghi se face după un anumit timp și echivalează cu trecerea de la o tensiune de alimentare redusă, la tensiunea nominală.

Acest procedeu de pornire este folosit la motoare mici și mijlocii și este simplu și ieftin.

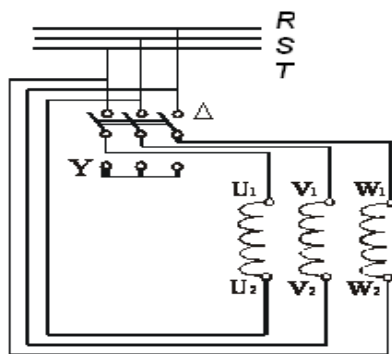


Figura 2. Pornirea stea-triunghi a motorului asincron trifazat - schema electrică de principiu

Observație: Pentru ca să fie posibilă pornirea unui motor cu comutator stea-triunghi de la rețeaua trifazată alternativă de 380 V, 50 Hz, pe plăcuța lui trebuie să fie scrisă conexiunea Δ / Y și tensiunea 380/660 V. Aceasta înseamnă că înfășurările sunt calculate pentru tensiunea de **380 V pe fază** și pentru a funcționa la caracteristicile sale nominale trebuie să fie alimentat în conexiunea triunghi la **380 V între faze**.

În momentul pornirii, un asemenea motor se cuplează la rețea cu fazele legate în stea, deci tensiunea aplicată fazelor se reduce de $\sqrt{3}$ ori și, de asemenea, se reduce de $\sqrt{3}$ ori curentul de pornire pe fază al motorului, la pornire curentul în conductoarele de linie se reduce de 3 ori:

$$I_{\Delta p} = 3 \cdot I_{Yp}$$

După ce pornirea este terminată, adică după ce motorul a atins turația nominală, bobinajul se leagă în triunghi.

Pornirea motoarelor în scurtcircuit, prin metoda stea-triunghi, reduce cuplul de pornire de 3 ori.

La motoarele care nu pot fi pornite prin cuplare directă la rețea sau prin conectare stea-triunghi se realizează pornirea prin reducerea tensiunii de alimentare, recurgând pentru aceasta la autotransformator trifazat de pornire. Datorită costului ridicat al autotransformatorului, a volumului acestuia și a complexității schemei, acest procedeu are utilizare limitată.

B. Schimbarea sensului de rotație la motoarele asincrone trifazate

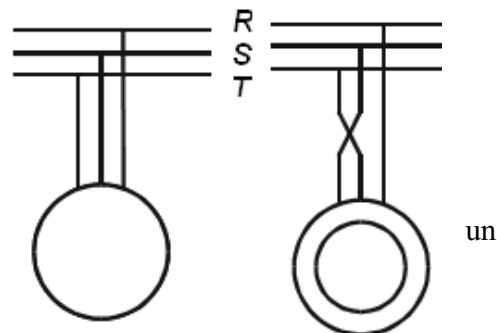


Figura 3. Schimbarea sensului de rotație la motorul asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit

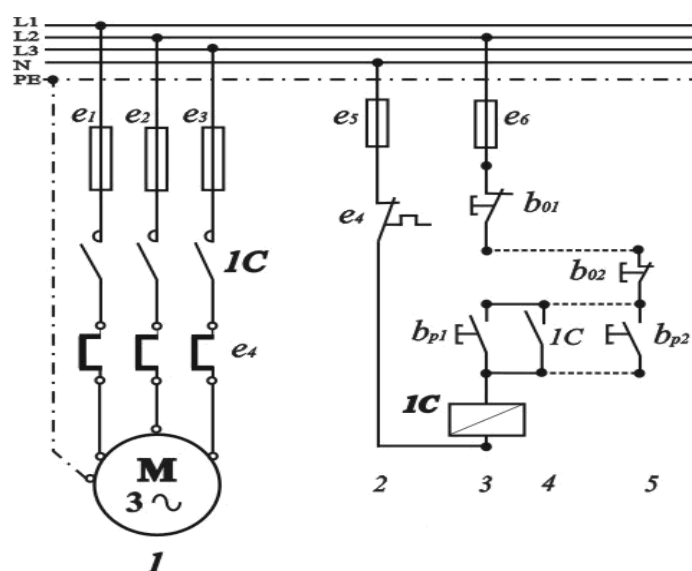
Rotorul motorului asincron se rotește în același sens cu câmpul inductor statoric, iar sensul acestuia este dat de succesiunea fazelor la bornele înfășurărilor, adică de ordinea în care curenții prin cele trei înfășurări de fază ating valoarea maximă. Pentru schimbarea sensului de rotație al rotorului, trebuie să se inverseze sensul câmpului inductor.

În acest scop, este suficient să se inverseze legăturile între rețea și motor la două din borne, și prin aceasta se schimbă ordinea succesiunii fazelor în stator și deci și sensul de rotație al rotorului (figura 3).

b) Fișa de lucru

Enunț: Executarea legăturilor pentru pornirea automată a motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit din puncte diferite

A. Schema de lucru - în figura de mai jos:



Nomenclatorul aparatelor:

e₁, e₂, e₃, e₅, e₆ – siguranțe fuzibile;

1C – contactor;

e₄ – bloc rele termice;

b_{p1}, b_{p2} – butoane de pornire;

b_{o1}, b_{o2} – butoane oprire.

B. Sarcini de lucru

1. Desenează schema electrică monofilară a schemei date
2. Precizează rolul aparatelor din schemă
3. Realizează montajul conform schemei electrice date
4. Precizează verificările care se fac după efectuarea conexiunilor la aparatele din schemă

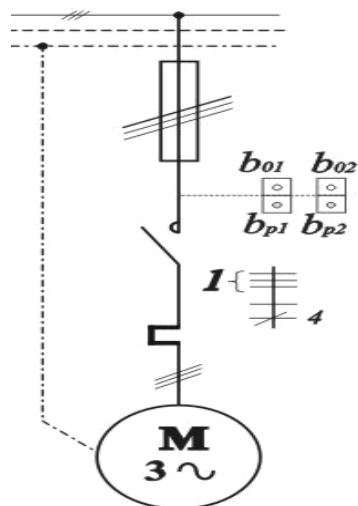
BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Numele elevului.....

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Identificarea aparatelor și materialelor utilizate	12 p
			Alegerea sculelor, AMC - urilor și a echipamentelor de protecție adaptate sarcinii de lucru	10p
			Respectarea normelor de protecție a mediului, a normativelor, a regulilor de sănătate și securitate a muncii	3p
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Desenarea schemei electrice monofilară a schemei date	5p
			Precizarea rolului aparatelor din schemă	10p
			Executarea conexiunilor la aparate în conformitate cu schema dată	15p
			Verificarea conexiunilor realizate	10p
			Folosirea corespunzătoare a echipamentelor de lucru, a aparatelor de măsură și control	5p.
			Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	10p
			Respectarea normelor NTSM și PSI	5p
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Verificarea funcționării circuitului.	10p
			Terminologia de specialitate e folosită corect	5p

Indicație de corectare:

Schema electrică monofilară a schemei pentru pornirea automată a motorului asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit din puncte diferite.



• Bibliografie

1. *** *Enciclopedia tehnică și ilustrată*, Editura Teora, București, 1999.
2. Bălăsoiu, D., Bălăsoiu, T., *Mașini electrice și acționări, Sinteze pentru Examenul Național de Bacalaureat*, Editura Economică, București, 2000.
3. Fransua, Al., Canescu, S., *Electrotehnică și electronică, Manual pentru licee de specialitate*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972.
4. Hilohi, S., Popescu, M., *Instalații și echipamente electrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1995.
5. Robe, M., ș.a., *Manual pentru pregătirea de bază în domeniul electric*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2000.
6. Robe, M., ș.a., *Laborator – Bazele electrotehnicii, instruire practică*, Editura Economică, București, 2003.
7. Canescu, T., Huhulescu, M., Dordea, R., *Aparate electrice de joasă tensiune - îndreptar*, Editura Tehnică, București, 1977.
8. Hilohi, S., Popescu, M., *Instalații și echipamente electrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1995.
9. Mihoc, D., Sinulescu, D., Popa, A., *Aparate electrice și automatizări*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
10. Robe, M., ș.a., *Manual pentru pregătirea de bază în domeniul electric*, Editura Economică Preuniversitaria, București, 2000.
11. Robe, M., ș.a., *Laborator – Bazele electrotehnicii, instruire practică*, Editura Economică, București, 2003.
12. Sinulescu, D., Huhulescu, M., Casin, V., Calin, I., *Aparate electrice de joasă tensiune: montare, întreținere, exploatare*, Editura Tehnică, București, 1971.
13. <http://www.tvet.ro/index.php/ro/pentru-elevi/153.html>

MODUL IV . FUNCȚIONAREA ROBOTULUI INDUSTRIAL

NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Funcționarea robotului industrial**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Operator la roboți industriali*, domeniul de pregătire profesională *Electronică automatizări*, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a X-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de ore de **84 ore/an** conform planului de învățământ, din care:

- **28 ore/an** - laborator tehnologic
- **28 ore/an** - instruire practică

Modulul „**Funcționarea robotului industrial**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare practicării/angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3, *Operator la roboți industriali*, domeniul de pregătire profesională *Electronică automatizări* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

STRUCTURĂ MODUL

Rezultate ale învățării/ competențe (codificate conform SPP)

URÎ 6. UTILIZAREA SOFTURILOR SPECIALIZATE PENTRU SIMULAREA FUNCȚIONĂRII UNUI ROBOT INDUSTRIAL			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
6.1.1 6.1.2 6.1.6 6.1.7	6.2.1 6.2.2 6.2.3 6.2.4 6.2.5 6.2.6 6.2.7 6.2.8 6.2.9 6.2.10 6.2.11 6.2.12 6.2.13 6.2.14	6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.4 6.3.5 6.3.6 6.3.7 6.3.8	Structura robotului industrial - Sub sistemele mecanic, de acționare, de comandă - Sisteme de acționare pentru conducerea roboților industriali: cu motoare de curent continuu, cu motoare pas cu pas, cu motoare hidraulice, cu motoare pneumatice -structura, rol, avantaje, domeniu de utilizare Tipuri de roboți industriali - după gradele de libertate: 3-7 axe - după generații: prima generație, a doua generație, a treia generație - după utilizare: roboți de manipulare, roboți pentru sudură, roboți pentru vopsire, roboți pentru asamblare, roboți cu destinație specială Simularea funcționării robotului industrial cu softuri specializate - Tipuri de softuri specializate în simularea funcționării robotului industrial

			- Simularea funcționării subsistemului mecanic din structura robotului industrial - Simularea funcționării subsistemului de acționare din structura robotului industrial - Simularea funcționării subsistemului de comandă din structura robotului industrial Norme de sănătate și securitate în muncă și norme de protecția mediului, specifice lucrărilor executate
--	--	--	---

• **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice, etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**

- Standuri educaționale destinate studiului experimental al roboților industriali;
- Elemente componente ale roboților industriali;
- Softuri educaționale specifice operatorilor economici parteneri instruire practică, pentru simularea funcționării roboților industriali;
- Auxiliare curriculare (materiale de predare/ fișe de documentare, materiale de învățare/ fișe de lucru, materiale de evaluare), planșe didactice, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (suport teoretic al lucrării, activități de învățare, barem de evaluare, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice), standarde de evaluare, etc;
- Videoproiector, sistem de calcul conectat la internet, cu software utilizat pentru simulare;
- Tablă interactivă.

Sugestii metodologice

Conținuturile modului „**Funcționarea robotului industrial**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care va lucra îl va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate din unitatea de învățământ, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate.

Pentru formarea competențelor cheie trebuie utilizate activități de învățare prin care elevii să-și dezvolte abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme, etc.

Pentru modulul „**Funcționarea robotului industrial**” se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: harta conceptuală, cubul, peer learning – metoda grupurilor de experți, concasarea (SCAMPER), studiul de caz, organizatorul grafic (diagrama Venn), etc.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării aferente modulului „**Funcționarea robotului industrial**” propunem următoarea listă cu exemple de activități practice/ lucrări de laborator. Lista va fi completată/ adaptată în funcție de resursele disponibile în școală și/sau la agentul economic partener:

1. Lansarea și configurarea softului specializat pentru simularea funcționării robotului industrial.
2. Accesarea și explorarea bibliotecii de roboți industriali din softul specializat.
3. Selectarea și plasarea în mediul virtual a unui robot cu număr specificat de axe și înregistrarea caracteristicilor tehnice.
4. Simularea funcționării subsistemului mecanic al unui robot industrial.
5. Simularea funcționării subsistemului de acționare al unui robot industrial.
6. Simularea funcționării subsistemului de comandă al unui robot industrial.
7. Simularea funcționării unui robot industrial de generația I și compararea cu unul de generația III.
8. Simularea funcționării unui robot de manipulare pentru o aplicație de paletizare în softul specializat.
9. Simularea funcționării unui robot de sudură pentru îmbinarea a două piese metalice.
10. Simularea funcționării unui robot de vopsire pentru acoperirea uniformă a unei suprafețe.
11. Simularea funcționării unui robot de asamblare pentru montarea unui subansamblu dat.
12. Simularea funcționării unui robot cu destinație specială (medical, spații periculoase).
13. Simularea efectului modificării parametrilor cinematici (viteză, accelerație) asupra traiectoriei robotului.
14. Simularea unei celule robotizate cu doi roboți care lucrează în coordonare.
15. Simularea și analiza comportamentului subsistemului de acționare pneumatic al unui robot industrial.
16. Compararea timpilor de ciclu a doi roboți cu configurații diferite pentru aceeași sarcină simulată.

În continuare, prezentăm un exemplu de activitate de învățare: utilizarea ***hărții păianjen*** pentru tema ”Criterii de clasificare a roboților industriali”.

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională

Cunoștințe:

6.1.1. Clasificarea roboților industriali

Abilități:

6.2.3. Selectarea roboților industriali în funcție de gradele de libertate, generații și utilizare

Atitudini:

6.3.1. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă

6.3.2. Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

6.3.3. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme specifice locului de muncă și corespunzătoare nivelului de pregătire

Obiective:

- ❖ Să precizeze criteriile de clasificare a roboților industriali
- ❖ Să identifice roboții în funcție de criteriul de clasificare

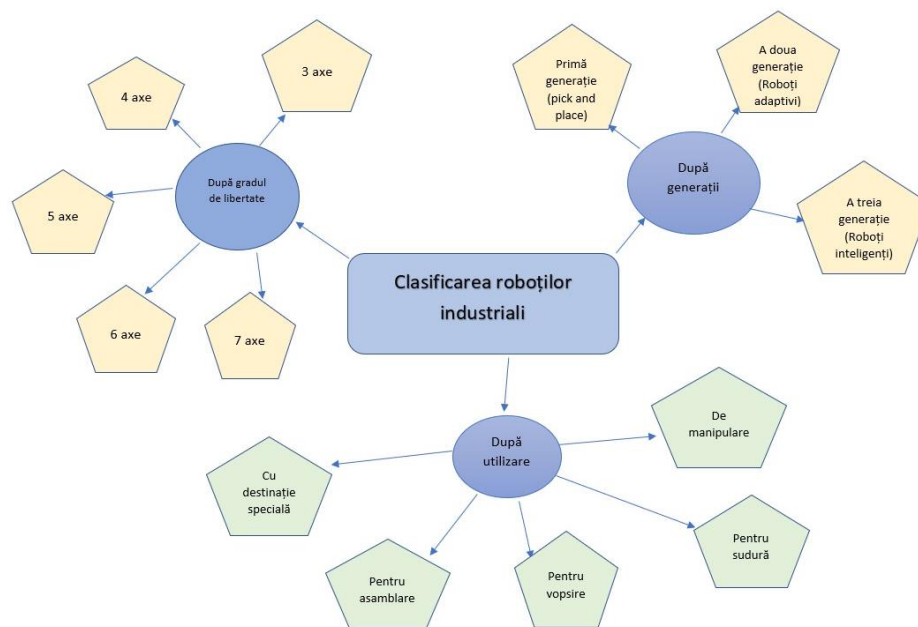
Organizarea clasei: 7 grupe

Timp: 50 minute

Activitatea se va desfășura cu șapte echipe de lucru.

Fiecare echipă va trage la sorți criteriul de clasificare a roboților industriali și va primi un card de hârtie pe care va fi înscris criteriul și carduri care vor fi completate cu informațiile solicitate.

După terminarea sarcinilor de lucru, câte un reprezentant al fiecărei echipe va veni la tablă/ flipchart și va lipi cardurile completate, ca în figura de mai jos:



După 20 de minute, grupurile se reunesc în plen și câte un reprezentant al fiecărei grupe va prezenta pe rând tipurile de roboți industriali identificați. Se vor analiza rezultatele și se vor trage concluziile.

Activitatea de învățare poate fi urmată de coevaluare colegială.

Recomandăm utilizarea tablei interactive, situație în care fiecare grupă de lucru va avea la dispoziție un calculator conectat la tablă și la internet. Elevii vor identifica pe internet imagini sau chiar videoclipuri ale roboților specifici fiecărui criteriu de clasificare și va completa on line, direct în aplicația tablei interactive, harta conceptuală. La sfârșitul activității profesorul va salva harta în format grafic sau video/multimedia (dacă conține videoclipuri) și o va difuza elevilor participanți în conturile acestora.

Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții.

De asemenea, pentru a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele, abilitățile și atitudinile care trebuie evaluate.

Exemplu:

Se propune un instrument de evaluare integrat pentru tema „**Clasificarea roboților**”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele **rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională**:

Cunoștințe:

6.1.1 *Noțiuni generale despre roboții industriali - Clasificarea roboților industriali (după grade de libertate, generații și utilizare)*

6.1.2. *Softuri specializate adecvate pentru simularea roboților industriali*

6.1.6 *Norme de sănătate și securitate în muncă*

6.1.7 *Norme de protecție a mediului*

Abilități:

6.2.3. *Selectarea roboților industriali în funcție de gradele de libertate, generații și utilizare*

6.2.4. *Lansarea softului specializat adecvat pentru simularea funcționării robotului industrial*

6.2.5. *Utilizarea software specifice pentru simularea funcționării roboților industriali*

6.2.9. *Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă*

6.2.10. *Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la cu privire la funcționarea roboților industriali*

6.2.11. *Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate*

6.2.12. *Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate*

6.2.13. *Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională*

6.2.14. *Utilizarea instrumentelor informatice pentru a produce, prezenta și înțelege informații de specialitate*

Atitudini:

6.3.1. *Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă*

6.3.2. *Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită*

6.3.3. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme specifice locului de muncă și corespunzătoare nivelului de pregătire*

6.3.5. *Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă*

6.3.6. *Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la funcționarea roboților industriali*

6.3.7. *Asumarea răspunderii pentru prevenirea și reducerea impactului negativ al activității proprii asupra mediului*

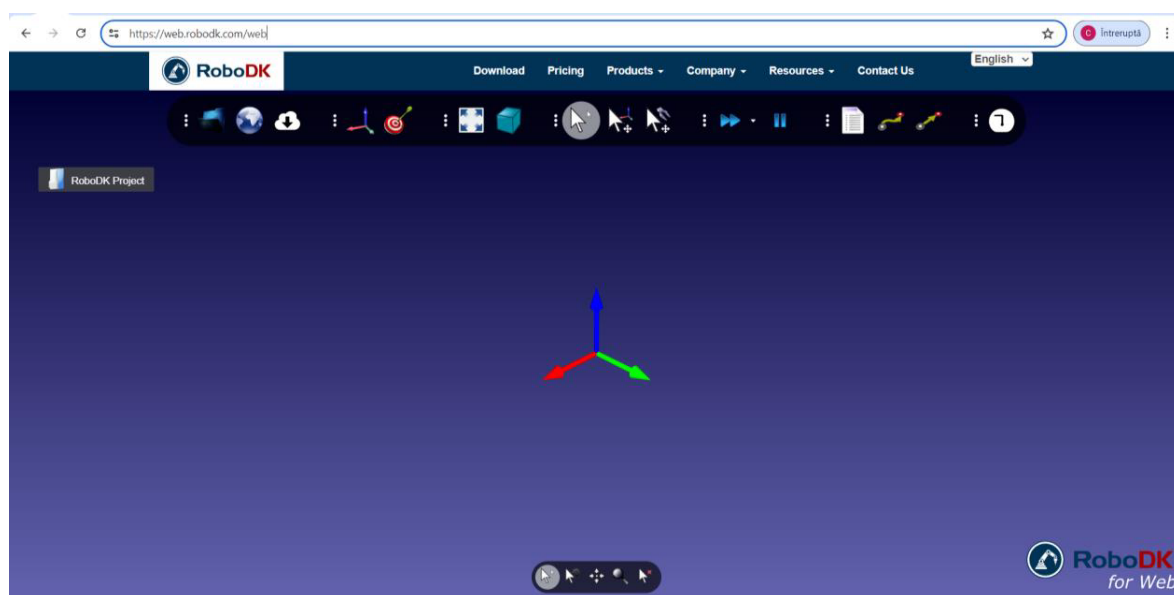
6.3.8. *Preocuparea pentru colectarea și transmiterea informațiilor relevante cu privire la funcționarea roboților industriali*

PROBĂ PRACTICĂ

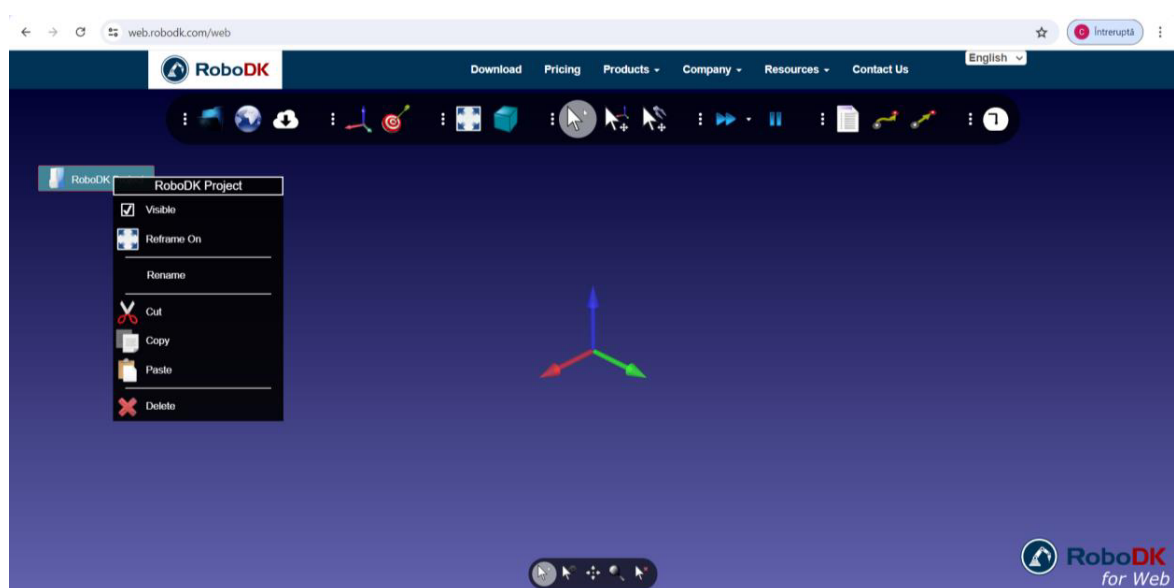
- *Tipul activității: probă practică*
- *Resurse: Sistem de calcul cu sistem de operare Windows 10 minim și acces la internet.*
- *Organizare: Elevii vor lucra organizați pe echipe.*
- *Timp alocat: 1 oră*

Sarcini de lucru

1. Porniți stațiile de lucru și se accesați site-ul <https://web.robodk.com/web>.



2. Redenumiți folderul **RoboDK Project** cu numele **Proiect 1**.



3. Accesați biblioteca de roboți industriali. Din această bibliotecă selectați pe rând opțiunile de 1,2,3 până la 7 axe și în fiecare situație selectați un tip de robot pe care îl aduceți la masa de lucru virtuală.

4. Pentru fiecare robot, notați în tabelul nr.1 caracteristicile prezentate în casetele de dialog/proprietăți.

Tabel nr 1.

Nr crt	Nume robot	Nr de axe	Sarcină de lucru	Rază de acțiune	Greutate	Observații
1		1				
2		2				
3		3				
4		4				
5		5				
6		6				
7		7				

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora:

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora	Indicatorii de realizare și ponderea acestora
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	Realizarea unei analize pertinente asupra soluției propuse de rezolvare a sarcinii de lucru
		Lansarea programului software
		Crearea folderului Proiect 1
		Respectarea normelor de protecție a mediului, normativelor, regulilor de sănătate și securitate a muncii
2.	Realizarea sarcinii de lucru	Selectarea și afișarea bibliotecii de roboți
		Plasarea roboților pe panoul de lucru
		Identificarea caracteristicilor roboților și înscrierea acestora în tabel
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru
		Interpretarea rezultatelor
		Utilizarea terminologiei de specialitate în descrierea procesului de realizare a sarcinii de lucru

Bibliografie

- [1] - https://memm.utcluj.ro/materiale_didactice/sist_em1/pps/cursSEM7.pdf
 [2] - <http://iota.ee.tuiasi.ro/~mpobor/doc/Cursuri/RICurs1.pdf>
 [3] - <http://ro.efantbearing.com/> clasificare robotilor cupa
 [4] - <https://en.wikipedia.org/wiki/Cobot>
 [5] - <https://web.robodk.com/>

Anexa nr. 2**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII****CENTRUL NAȚIONAL DE DEZVOLTARE A
ÎNVĂȚĂMÂNTULUI PROFESIONAL ȘI TEHNIC**

CURRICULUM

pentru**clasa a XI-a****ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL****Calificarea profesională****OPERATOR LA ROBOȚI INDUSTRIALI****Domeniul de pregătire profesională: ELECTRONICĂ AUTOMATIZĂRI****2026**

GRUP DE LUCRU

Boagiu Robert	profesor ing, grad didactic I, Liceul Tehnologic Valeriu Barniște, Lugoj
Buxbaum Claudiu Radu	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
Frigioiu Dănuț Paul	profesor ing, grad didactic I, Colegiul N.V. Karpen, Bacău
Henteș Benone	profesor ing. Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
Markovits Mihaela	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
Păcurar Loredana	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
Pufu Gabriela Lăcramioara	profesor ing, grad didactic I, Școala Profesională Germană Kronstadt Brașov
Sauciuc Gheorghe	profesor ing, grad didactic I, Liceul Vasile Conta Targu Neamt
Sălăgean Gabriela Laura	profesor ing, grad didactic I Colegiul Tehnic “George Barițiu” Baia Mare
Volosciuc Sorin Dan	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic Sibiu
Zirbo Sorina Maria	profesor ing, grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic Cluj-Napoca
Benea Mircea	Robert Bosch Romania S.R.L.
Gal Gergo	Robert Bosch Romania S.R.L.
Caia Claudiu	Schaeffler Romania S.R.L
ing. Marius Cinca	Ford Otosan Romania SRL
ing. Troancă Laura	UNION OTEL Fagaras
ing. Bucsa R. Zeno	Star Assembly SRL Sebes & Star Transmission SRL Cugir
ing. Ioan Szabo	Star Assembly SRL Sebes & Star Transmission SRL Cugir

COORDONARE METODOLOGICĂ - CNDIPT: Carmen RĂILEANU

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică pentru calificarea profesională **OPERATOR LA ROBOȚI INDUSTRIALI** corespunzătoare domeniului de pregătire profesională *Electronică automatizări*:

Curriculumul a fost elaborat pe baza standardului de pregătire profesională (SPP) aferent calificării sus menționate.

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării tehnice generale (URI)	Denumire modul
URÎ 7. Exploatarea roboților industriali	MODUL I. Exploatarea roboților industriali
URÎ 8. Monitorizarea și întreținerea roboților industriali	MODUL II. Monitorizarea și întreținerea roboților industriali
URÎ 9. Programarea robotului industrial	MODUL III. Programarea robotului industrial

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a XI a
Învățământ profesional
Aria curriculară Tehnologii

Calificarea profesională: OPERATOR LA ROBOȚI INDUSTRIALI
Domeniul de pregătire profesională: ELECTRONICĂ AUTOMATIZĂRI

Pregătire practică¹

Modulul I. Exploatarea roboților industriali

Total ore/an:	270
din care: Laborator tehnologic:	108
Instruire practică:	162

Modulul II. Monitorizarea și întreținerea roboților industriali

Total ore/an:	189
din care: Laborator tehnologic:	108
Instruire practică:	81

Modulul III. Programarea robotului industrial

Total ore/an:	108
din care: Laborator tehnologic:	27
Instruire practică:	81

Total ore/an = 21 ore/sapt x 27 săptămâni = 567 ore/an

Stagiul de pregătire practică² – Curriculum în dezvoltare locală

Modul IV.* _____

Total ore/an = 10 săpt. x 5 zile x 6 ore /zi = 300 ore/an

TOTAL GENERAL 867 ore/an

Notă:

1. Pregătirea practică poate fi organizată atât în unitatea de învățământ cât și la operatorul economic/instituția publică parteneră
2. Stagiul de pregătire practică se desfășoară la operatorul economic/instituția publică parteneră. Condițiile în care stagiul de practică se desfășoară în unitatea de învățământ, sunt stabilite prin metodologia de organizare și funcționare a învățământului profesional.

* Denumirea și conținutul modulului/modulelor vor fi stabilite de către unitatea de învățământ în parteneriat cu operatorul economic/instituția publică parteneră, cu avizul inspectoratului școlar.

MODUL I. Exploatarea roboților industriali

Notă introductivă

Modulul „**Exploatarea roboților industriali**”, componentă a ofertei educaționale curriculare pentru calificarea profesională *Operator la roboți industriali*, domeniul de pregătire profesională *Electronică automatizări* face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **270 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- 108 ore/an - Laborator tehnologic
- 162 ore/an – Instruire practică

Modulul „**Exploatarea roboților industriali**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare practicării/angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3, *Operator la roboți industriali*, din domeniul *Electronică automatizări*, sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 7. Exploatarea roboților industriali			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
7.1.1.	7.2.1	7.3.1	Structura generală a unui sistem de acționare Schema bloc a unui sistem de acționare (electric, pneumatic sau mixt) Aparate electrice din schemele de acționare (aparate de protecție, aparate de conectare, aparate de semnalizare) - clasificare - parametrii nominali - funcționare - utilizare Sisteme de acționare electrice - particularități, avantaje și dezavantaje - scheme de acționare electrică (semne convenționale, simboluri specifice pentru componente electrice) - elementele principale ale unui sistem de actionare electric Sisteme de acționare pneumatice - particularități, avantaje și dezavantaje
7.1.4	7.2.2.	7.3.2	
7.1.5	7.2.10.	7.3.4.	
	7.2.11.	7.3.7	
	7.2.12.	7.3.8	
	7.2.13.	7.3.9.	

			- echipamente pneumatice (motoare pneumatice, grupul de pregătire a aerului, distribuitoare, drose, supape, aparate pneumatice speciale) - scheme de acționare pneumatică (semne convenționale, simboluri specifice pentru componente pneumatice și ciclograma de mișcare) Sisteme de acționare mixte: - particularități, avantaje și dezavantaje - scheme de acționare pneumatică asistată hidraulic - scheme de acționare electro-hidraulică - echipamente electrohidraulice (motoare hidraulice, distribuitoare , supape, aparate hidraulice speciale) Particularitățile și caracteristicile specifice ale sistemelor de acționare pentru roboți Cataloage de produse electrice, pneumatice și hidraulice fabricate în țară sau în străinătate Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecție a mediului specifice roboților industriali
7.1.2	7.2.3.	7.3.3	Accesorii ale roboților industriali Clasificarea accesoriilor pentru roboți după: - rolul lui în procesul tehnologic - funcția îndeplinită în procesul tehnologic - elementele constructive - mărimile nominale - principiul de funcționare Montarea și demontarea a accesoriilor în conformitate cu documentația tehnologică: - operații de montare a accesoriilor roboților industriali - operații de executare a conexiunilor între accesorii și robotul industrial - SDV-uri, aparate și echipamente folosite la montarea și demontarea accesoriilor - documentații tehnologice Utilizarea accesoriilor roboților industriali în conformitate cu documentația tehnologică: - reprezentările și simbolizările standardizate utilizate la accesorii și roboți industriali - documentația de lucru - tehnici de reglare, de corecție a parametrilor specifici - depistarea și remedierea defectelor ușoare constatate
7.1.3	7.2.4	7.3.4.	
7.1.4	7.2.5.	7.3.5	
7.1.5	7.2.6.	7.3.6	
	7.2.7.	7.3.7	
	7.2.8.	7.3.8	
	7.2.9.	7.3.9.	
	7.2.10.	7.3.10.	
	7.2.11.	7.3.11.	
	7.2.12.		
	7.2.13.		
	7.2.14.		
	7.2.15.		

			- echipamente de protecție - manualul de întreținere și service al roboților industriali Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecție a mediului specifice roboților industriali
--	--	--	---

• **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**

- Accesorii ale roboților industriali (grippere și scule)
- Standuri educaționale destinate studiului experimental al roboților industriali
- Elemente componente ale roboților industriali
- Tablă interactivă
- Auxiliare curriculare (materiale de predare/ fișe de documentare, materiale de învățare/ fișe de lucru, materiale de evaluare), planșe didactice, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (suport teoretic al lucrării, activități de învățare, barem de evaluare, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice), standarde de evaluare, etc
- Aparatură de măsură și control
- Sisteme de schimbare a gripper-elor și sculelor
- Echipamente de protecție
- Softuri educaționale specifice operatorilor economici parteneri instruire practică, pentru simularea funcționării roboților industriali

• **Sugestii metodologice**

Conținuturile modului „**Exploatarea roboților industriali**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care va lucra îl va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate din unitatea de învățământ, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate.

Pentru formarea competențelor cheie trebuie utilizate activități de învățare prin care elevii să-și dezvolte abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme, etc.

Pentru modulul „**Exploatarea roboților industriali**”, se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: harta conceptuală, cubul, peer learning – metoda grupurilor de experți, concasarea (SCAMPER), studiul de caz, organizatorul grafic (diagrama Venn), etc.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării aferente modulului „**Exploatarea roboților industriali**”, propunem următoarea listă orientativă cu exemple de activități de laborator / practice. Lista va fi completată/ adaptată în funcție de resursele disponibile în școală și/sau la agentul economic partener.

1. Selectarea și justificarea alegerii accesoriului optim pentru o operația de sudură, pe baza cerințelor tehnologice și a parametrilor nominali ai accesoriilor.
2. Selectarea și justificarea alegerii accesoriului optim pentru o operația de vopsire, pe baza cerințelor tehnologice și a parametrilor nominali ai accesoriilor.
3. Selectarea și justificarea alegerii accesoriului optim pentru o operația de paletizare, pe baza cerințelor tehnologice și a parametrilor nominali ai accesoriilor.
4. Citirea și interpretarea datelor nominale înscrise pe plăcuța de identificare a unui accesoriu.
5. Montarea unui efector final (gripper) pe robotul industrial conform documentației tehnologice.
6. Demontarea unui efector final de pe robotul industrial și depozitarea corectă a acestuia.
7. Montarea unui sistem cu vacuum (ventuză + suport) .
8. Montarea unui accesoriu cu poziționare/orientare reglabilă.
9. Alinierea accesoriului pe axa flanșei (centrări, distanțiere).
10. Montarea unui senzor de forță/cuplu pe încheietura robotului industrial conform documentației tehnice.
11. Realizarea conexiunilor pneumatice dintre accesoriul robotului industrial și sursa de aer comprimat.
12. Montarea și demontarea unui sistem de schimbare rapidă a accesoriilor pe robotul industrial.
13. Montarea și fixarea traseelor (cabluri/furtunuri) pe braț/suport.
14. Realizarea conexiunilor electrice dintre accesoriul robotului industrial și controllerul acestuia.
15. Realizarea conexiunilor de comunicație (IO-Link, fieldbus) dintre accesoriu și sistemul de comandă al robotului.
16. Verificarea corectitudinii montării unui accesoriu pe robotul industrial înainte de punerea în funcțiune.

În continuare, prezentăm un exemplu de activitate de învățare: utilizarea Metodei grupurilor de experți pentru învățarea criteriilor de clasificare a accesoriilor roboților industriali:

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională

Cunoștințe:

7.1.2 Accesorii ale roboților industriali :clasificare, montare, utilizare.

Abilități:

7.2.3. Selectarea accesoriilor robotului industrial în funcție de procesul tehnologic.

Atitudini:

7.3.2 Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.

7.3.3 Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme specifice locului de muncă și corespunzătoare nivelului de pregătire.

Obiectiv:

- ❖ Să identifice accesoriile roboților industriali în funcție de criteriul de clasificare.

Tipul activității : Metoda grupurilor de experți

Organizarea clasei: 5 grupe

Timp: 50 minute

Activitatea se va desfășura cu cinci echipe de lucru.

1. Fiecare grupă va trebui să completeze tabelul de mai jos (Tabelul 1.), pentru un principiu de funcționare, conform repartiției realizate de către profesor. Pentru această sarcină elevii vor avea la dispoziție 15 minute.
2. După terminarea sarcinii de lucru, fiecare elev a devenit „expert” în subtema studiată, apoi grupele se vor reorganiza astfel încât în fiecare grupă nou formată să existe cel puțin o persoană din fiecare grupă inițială. Timp de 20 minute „experții” vor împărtăși cu colegii din noua grupă cunoștințele acumulate la pasul anterior.

Tabelul 1.

După principiul de funcționare	După elementele constructive	După funcția îndeplinită în procesul tehnologic
1. mecanice		
2. cu vacuum		
3. magnetice		
4. speciale		
5. scule		

3. După terminarea sarcinilor de lucru, câte un reprezentant al fiecărei grupe va veni la tablă/ flipchart și va completa tabelul, ca în figura de mai jos:

Tabelul 1. Clasificarea accesoriilor roboților industriali

După principiul de funcționare	După elementele constructive	După funcția îndeplinită în procesul tehnologic
6. mecanice	Cu mână mecanică cu 2 degete paralele	De poziționare, orientare și rotire a obiectului apucat
	Cu mână mecanică cu 3 degete paralele	
	Cu mâini mecanice cu 2 sau 3 degete ce execută mișcări de rotație	
	Cu mâini mecanice cu pârghii articulate	
7. cu vacuum	Cu generatoare de vacuum alimentate la presiune, plus ventuză	De manipulare a pieselor cu suprafață netedă (de ex. sticlă)
	Cu pompe de vacuum, plus ventuză	Pentru piese de formă geometrică mai complexă
8. magnetice	Cu magnet permanent	Pentru a manipula piese plate din material feromagnetic
	Cu electro-magnet	
9. speciale	Cu cârlige	Pentru o prindere de tip clește
	Cu spatule	Pentru mutarea pieselor pe o suprafață plană
	Multi- senzor	Pentru un gripper care posedă capacități de sesizare comparabile cu ale unei mâini umane
10. scule	Cu aparat de sudură	Pentru sudare în puncte/cu prinderea piesei Pentru sudare cu arc Pentru sudare/tăiere cu flacără
	Cu motoare rotative	Pentru : găurire, frezare, polizare, periere
	Cu diferite tipuri de șurubelnițe	Pentru procesarea unei piese fixate în spațiul de lucru al robotului
	Cu scule speciale	pentru diverse acțiuni de asamblare
	Cu laser	Pentru prelucrare cu laser

4. Se vor analiza rezultatele și se vor trage concluziile.

5. Activitatea de învățare poate fi urmată de coevaluare colegială.

Se poate utiliza tabla interactivă, situație în care fiecare grupă de lucru va avea la dispoziție un calculator conectat la tablă și la internet.

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții. De asemenea, pentru a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele, abilitățile și atitudinile care trebuie evaluate.

Exemplu:

Se propune un instrument de evaluare integrat pentru tema „**Sisteme de acționare electrice**”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele *rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională*:

Cunoștințe:

7.1.1. Sisteme de acționare (electrice, pneumatice și mixte)- schema bloc.

Abilități:

7.2.1. Identificarea sistemelor de acționare necesare funcționării roboților industriali.

7.2.8. Interpretarea informațiilor cuprinse în documentele și documentația tehnică / tehnologică.

7.2.10. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

7.2.11. Aplicarea normelor de protecție a mediului cu privire la exploatarea roboților industriali.

7.2.12. Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate.

7.2.13. Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională.

7.2.14. Utilizarea documentației de specialitate în actualizarea permanentă a cunoștințelor și abilităților.

7.2.15. Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate.

Atitudini:

7.3.8 Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

7.3.9. Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la funcționarea roboților industriali.

7.3.10. Respectarea termenelor/timpului de realizare a sarcinilor.

7.3.11. Asumarea răspunderii pentru prevenirea și reducerea impactului negativ al activității proprii asupra mediului.

Obiectiv:

- Identificarea parametrilor nominali ai motoarelor electrice de acționare

Organizare: Elevii vor lucra individual.

Timp alocat: 1 oră

Pe bancul de lucru găsiți diverse plăcuțe indicatoare pentru diferite motoare de acționare. Aceleași plăcuțe le aveți și în fig. 1 (a, b, ..., f)

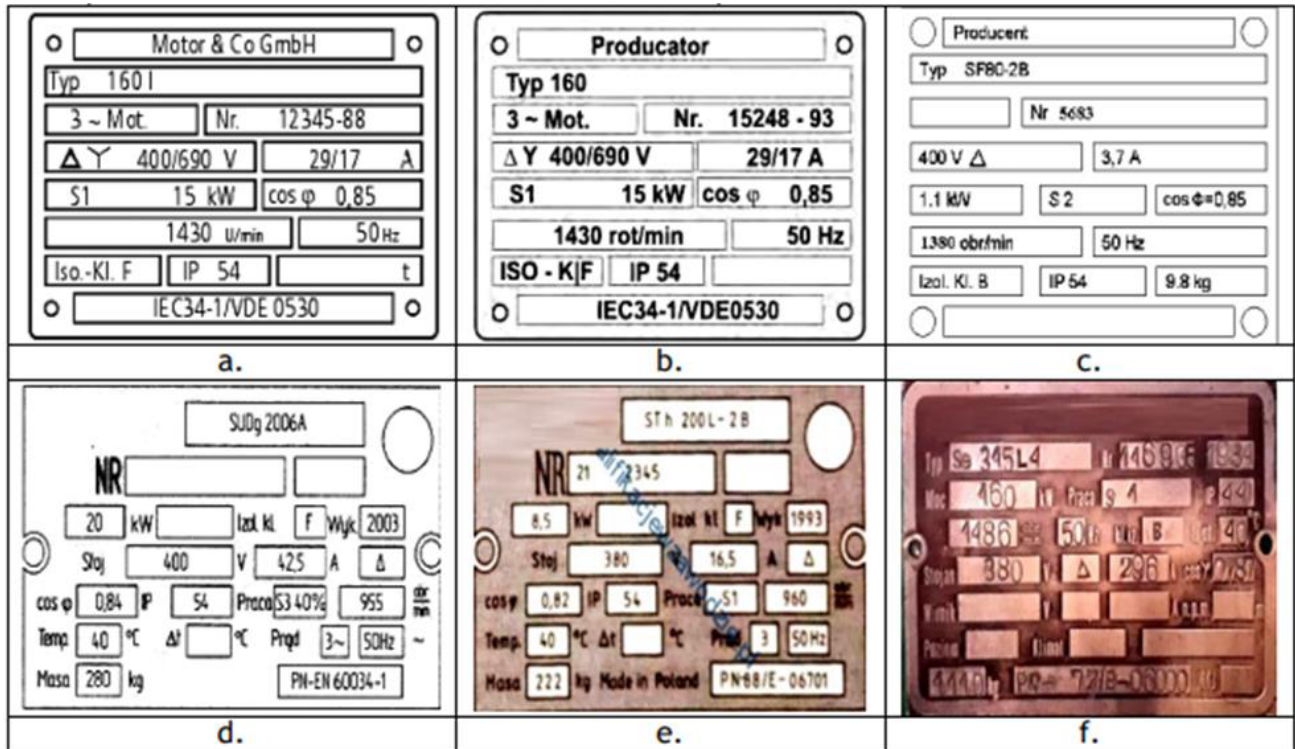


Fig.1 Plăcuțe indicatoare pentru diverse motoare de acționare

Sarcini de lucru

1. Identificați parametrii nominali pentru fiecare motor.
2. Scrieți relațiile de calcul pentru randamentul nominal și rezistența indusului
3. Determinați randamentul nominal și rezistența indusului utilizând relațiile de calcul corespunzătoare.
4. Organizați informațiile citite (de pe plăcuțe) și datele calculate în tabelul de mai jos.
5. Explicați modul de obținere a datelor trecute în tabel, identificând parametrii nominali pentru o plăcuță indicatoare aflată pe unul din motoarele aflate în laborator.

Rezultate obținute:

Nr. Crt.	P _n [kW]	U _n [V]	I _n [A]	n _n [rot/min]	U _{ex} [V]	I _{ex} [A]	η [%]	R _a [Ω]	Clasa de izolație	Temperatura de lucru
a										
b										

Calificarea profesională: Operator la roboți industriali

Domeniul de pregătire profesională: Electronică automatizări

c										
d										
e										
f										

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora:

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Pertinența analizei, soluției de rezolvare propuse	30%
			Identificarea parametrilor nominali care trebuie determinați	35%
			Respectarea normelor de protecție a mediului, normativelor, regulilor de sănătate și securitate a muncii	35%
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Identificarea parametrilor nominali din plăcuțele indicatoare ale motoarelor de acționare	20%
			Scrierea relațiilor de calcul pentru randamentul nominal și rezistența indusului	20%
			Determinarea randamentului nominal și a rezistenței indusului pentru fiecare plăcuță indicatoare, utilizând relațiile de calcul corespunzătoare	30%
			Înscrierea informațiilor citite (de pe plăcuțe) și datele calculate în tabel.	30%
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	35%
			Analiza și interpretarea rezultatelor	35%
			Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	30%

Bibliografie

1. NIKU, Saeed B. Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2020. ISBN 978-1-119-52762-6.
2. CRAIG, John J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 4th ed. Pearson, 2018. ISBN 978-0-133-48979-8.
3. Nicolescu, A., Dobrescu, T.G., Ivan, A., Avram, C., Brad, S., Doroftei, I., Grigorescu, S. – Roboți industriali. Sisteme și tehnologii de fabricație robotizată, Editura Academiei Oamenilor de Știință din România, București, 2011, ISBN 978-606-8371-48-1
4. Ivanescu, Mircea; Staretu, Ionel; Nitulescu, Mircea; Joni, Nicolae – Istoria roboticii în România. Editura AGIR, 2020. ISBN 978-973-720-820-0
5. Armaș, Ioana – Mecatronică și robotică. Culegere de probleme. Editura AGIR, 2022. ISBN 978-973-720-864-4
6. Gușan, Vasile; Tițu, Aurel Mihail – Ingineria și managementul calității în industria automotive prin integrarea roboților colaborativi. Editura AGIR, 2025. ISBN 978-973-720-928-3

MODUL II. Monitorizarea și întreținerea roboților industriali

NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Monitorizarea și întreținerea roboților industriali**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Operator la roboți industriali*, din domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **189 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **108 ore/an** – laborator tehnologic
- **81 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Monitorizarea și întreținerea roboților industriali**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificării profesionale de nivel 3 *Operator la roboți industriali*, din domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 8: MONITORIZAREA ȘI ÎNTREȚINEREA ROBOȚILOR INDUSTRIALI			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
8.1.1 8.1.3 8.1.4	8.2.1. 8.2.2. 8.2.3. 8.2.4. 8.2.5. 8.2.8 8.2.9 8.2.10 8.2.11 8.2.12 8.2.13 8.2.14	8.3.1 8.3.2 8.3.3 8.3.4 8.3.5 8.3.6 8.3.7 8.3.8	Standarde, ISO, proceduri -conceptul de standard -standardele existente în România -standardul român SR ISO 9000 Documente de lucru specifice: -fișe de monitorizare; -registre de funcționare; -rapoarte de activitate; Starea tehnică a robotului: - verificarea componentelor mecanice, electrice, electronice (inspecția vizuală, cu ajutorul consolei de operare); -uzuri admise; -criterii de evaluare a stării tehnice - monitorizarea parametrilor viteză, poziție, forță, temperatură cu ajutorul consolei de operare;

			-limite admise Diagnosticarea defecțiunilor: -mesaje de eroare; -coduri de eroare; -interpretarea alarmelor sistemului de control Raportarea erorilor: -tipuri de erori repetitive; -proceduri de raportare; -acțiuni corective Verificarea calității produselor: -proceduri de control al calității; -criterii de acceptare/respingere; -semnalarea abaterilor Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecție a mediului specifice roboților industriali
8.1.2 8.1.3 8.1.4	8.2.6. 8.2.7. 8.2.8 8.2.9 8.2.10 8.2.11 8.2.12 8.2.13 8.2.14	8.3.1 8.3.2 8.3.3 8.3.4 8.3.5 8.3.6 8.3.7 8.3.8	Norme de întreținere a roboților industriali în conformitate cu documentația tehnică • cartea tehnică a robotului • instrucțiuni de întreținere ale producătorului • norme interne de întreținere Lucrări de întreținere ale roboților industriali • întreținerea și supravegherea zilnică; • revizia tehnică; • reparația curentă Organizarea lucrărilor de întreținere și reparații • etapele unui proces de întreținere • responsabilități specifice Planificarea lucrărilor de întreținere și reparații • tipuri de planuri (zilnic, săptămânal, lunar, anual) • grafice de întreținere • sistemul de întreținere preventivă Necesarul de resurse pentru executarea lucrărilor de întreținere - resurse materiale (consumabile, piese de schimb, lubrifianți), SDV-uri, AMC-uri Efectuarea lucrărilor de întreținere

			roboților industriali • proceduri de lubrifiere • verificarea și reglarea elementelor mecanice • verificarea componentelor electrice/electronice • testarea funcțională după întreținere Recepția și predarea robotului după întreținere: • probe de funcționare • documente de predare-primire • consemnarea lucrărilor efectuate Norme de sănătate și securitate în muncă, de protecție a mediului specifice roboților industriali
--	--	--	--

• **Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):**

- Accesorii ale roboților industriali
- Standuri educaționale destinate studiului experimental al roboților industriali
- Tablă interactivă
- Videoproiector, sistem de calcul conectat la internet,
- Auxiliare curriculare, fișe de lucru, fișe de documentare, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj SSM și PSI, standarde tehnice) etc.
- Aparate de măsură și control
- echipamente de protecție.

• **Sugestii metodologice**

Conținuturile modului „Monitorizarea și întreținerea roboților industriali” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru. Cu alte cuvinte, mediul concret în care va lucra îl va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate din unitatea de învățământ, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate.

Pentru formarea competențelor cheie trebuie utilizate activități de învățare prin care elevii să-și dezvolte abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme, etc.

Pentru modulul „Monitorizarea și întreținerea roboților industriali”, se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: harta conceptuală, cubul, peer learning – metoda grupurilor de experți, concasarea (SCAMPER), studiul de caz, organizatorul grafic (diagrama Venn), etc.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării aferente modulului „**Monitorizarea și întreținerea roboților industriali**”, propunem următoarea listă orientativă cu exemple de activități de laborator / practice. Lista va fi completată/ adaptată în funcție de resursele disponibile în școală și/sau la agentul economic partener.

1. Citirea și interpretarea parametrilor de funcționare ai unui robot industrial.
2. Efectuarea inspecției vizuale complete a unui robot industrial.
3. Utilizarea consolei de operare pentru identificarea și resetarea unei erori.
4. Întocmirea unui raport de eroare după identificarea unei defecțiuni.
5. Verificarea calității unui produs executat de robotul industrial și semnalarea abaterilor.
6. Efectuarea operațiilor de întreținere zilnică a robotului industrial.
7. Efectuarea unei revizii tehnice conform normelor și procedurilor specifice.
8. Stabilirea operațiilor de întreținere necesare pentru un robot industrial dat.
9. Efectuarea operațiilor de întreținere și supraveghere zilnică a robotului industrial.
10. Planificarea și organizarea unui program de întreținere pe o perioadă de o lună.
11. Identificarea și pregătirea resurselor necesare pentru o lucrare de întreținere.
12. Completarea unui plan de întreținere și reparații pentru un robot industrial.
13. Verificarea și înlocuirea unui element consumabil al robotului industrial.
14. Realizarea completă a unui ciclu de monitorizare a robotului industrial și întocmirea documentației.
15. Executarea unui set complet de operații de întreținere și completarea tuturor documentelor aferente.
16. Evaluarea stării tehnice a unui robot industrial și elaborarea unui raport de stare cu propuneri de intervenție.

În continuare, prezentăm un exemplu de activitate de învățare: **Investigare - Metoda grupurilor de experți (JIGSAW)** pentru învățarea modului de monitorizare a funcționării roboților industriali:

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională

Cunoștințe:

- 8.1.1 – Norme, proceduri și mijloace de monitorizare în exploatarea roboților industriali
- 8.1.3 – Norme de sănătate și securitate în muncă specifice activității cu roboți industriali

Abilități:

- 8.2.2 – Utilizarea consolei de operare pentru urmărirea parametrilor de funcționare.
- 8.2.3 – Verificarea calității produselor și semnalarea eventualelor abateri.
- 8.2.4 – Utilizarea instrumentelor informatice pentru completarea documentelor de lucru.
- 8.2.5 – Raportarea erorilor repetitive conform procedurilor specifice.

Atitudini:

- 8.3.2 – Asumarea răspunderii pentru acuratețea datelor înregistrate.
- 8.3.5 – Colaborarea eficientă cu echipa în vederea remedierii erorilor.
- 8.3.7 – Respectarea normelor SSM în activitatea de monitorizare.

Obiectiv:

- ❖ Să monitorizeze funcționarea unui robot industrial.

Tipul activității : Investigare - Metoda grupurilor de experți (JIGSAW)

Organizarea clasei: 4 grupe de experți

Timp: 50 minute

Scenariu:

Sunteți operatori de roboți industriali la o fabrică de piese auto. Robotul de pe linia 3 a produs în ultimele 2 ore piese cu abateri dimensionale față de specificațiile tehnice. Managerul de producție vă solicită să: monitorizați parametrii de funcționare, diagnosticați cauza problemei, completați documentele de raportare și propuneți măsuri corective.

Temele de expertiză:

- Grupa 1 – EXPERȚI ÎN PARAMETRI: Citesc și interpretează parametrii de pe consola de operare (viteză, poziție, forță, temperatură). Identifică valorile ieșite din limitele admise.
- Grupa 2 – EXPERȚI ÎN DIAGNOSTICARE: Analizează mesajele de eroare și codurile de defect afișate. Interpretează alarmele sistemului de control.
- Grupa 3 – EXPERȚI ÎN CALITATE: Verifică produsele executate față de fișa tehnică. Completează fișa de control calitate și identifică abaterile dimensionale.
- Grupa 4 – EXPERȚI ÎN RAPORTARE: Completează electronic documentele de raportare a erorilor (fișă de monitorizare, raport de incident). Propun acțiuni corective.

Desfășurare:

- Fiecare grupă lucrează 30 de minute în zona sa de expertiză cu documentele și echipamentele aferente.
- Ultimele 20 minute: câte un reprezentant din fiecare grupă prezintă pe scurt concluziile celorlalte grupe.

Rolul profesorului:

- **Monitorizează activitățile fiecărei grupe de lucru**, prin urmărirea etapelor de realizare și a respectării cerințelor metodologice.
- **Adresează întrebări orientative**, în vederea stimulării raționamentului tehnic, clarificării deciziilor și corectării erorilor de abordare.
- **Asigură respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă (SSM)**, prin verificarea aplicării procedurilor de lucru, utilizării echipamentului individual de protecție și respectării regulilor specifice activității.

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții. De asemenea, pentru a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele, abilitățile și atitudinile care trebuie evaluate.

Exemplu:

Se propune un instrument de evaluare integrat pentru tema „Monitorizare funcționării unui robot industrial”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele **rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională**:

Cunoștințe:

- 8.1.1 – Norme, proceduri și mijloace de monitorizare în exploatarea roboților industriali
- 8.1.3 – Norme de sănătate și securitate în muncă specifice activității cu roboți industriali

Abilități:

- 8.2.2 – Utilizarea consolei de operare pentru urmărirea parametrilor de funcționare.
- 8.2.3 – Verificarea calității produselor și semnalarea eventualelor abateri.
- 8.2.5 – Raportarea erorilor repetitive conform procedurilor specifice.
- 8.2.6 – Stabilirea operațiilor de întreținere conform normelor și procedurilor
- 8.2.7 – Efectuarea operațiilor de întreținere a robotului industrial

Atitudini:

- 8.3.2 – Asumarea răspunderii pentru acuratețea datelor înregistrate.
- 8.3.7 – Respectarea normelor SSM în activitatea de monitorizare.

Obiectiv:

- ❖ Să monitorizeze funcționarea unui robot industrial.

Scenariul probei

Ești operator la roboți industriali la o fabrică de componente auto. La începutul schimbului de lucru, ai primit de la schimbul anterior un proces verbal de predare-primire care semnalează că robotul de pe postul tău a afișat în ultimele 30 de minute codul de eroare ERR-215 (temperatură ridicată ax Z) și că au fost produse 12 piese cu diametrul exterior în afara toleranței admise (+0,4 mm față de cota nominală de 25,00 mm; toleranță admisă: $\pm 0,15$ mm).

Ai la dispoziție: robotul industrial, consola de operare, documentația tehnică, fișele de lucru și echipamentele de protecție. Trebuie să parcurgi toate sarcinile de mai jos în ordinea indicată.

Sarcini de lucru

1. Echipează-te corect cu echipamentul de protecție.
2. Realizează inspecția vizuală a robotului și notează în tabelul de mai jos cel puțin 3 elemente verificate și starea lor:

Nr.	Element inspectat	Stare constatată
1		
2		
3		
4		
5		

3. Pornește robotul respectând procedura din documentația tehnică. Descrie succint pașii parcurși:

4. Utilizând consola de operare, citește și înregistrează parametrii de funcționare în tabelul de mai jos. Compară cu valorile nominale și bifează dacă sunt în limite admise:

Parametru	Valoare nominală	Valoare citită	Limita admisă	În limite? (DA/NU)
Temperatura motor ax X	45 °C		55 °C max	
Temperatura motor ax Y	45 °C		55 °C max	
Temperatura motor ax Z	45 °C		75 °C max	
Viteza ax principal	120 rpm		100–140 rpm	

Presiunea sistemului pneumatic	6 bar		5,5–6,5 bar	
Curentul absorbit motor principal	8,5 A		10 A max	

5. Identifică pe consolă codul de eroare ERR-215. Pe baza documentației tehnice, descrie semnificația acestuia și parametrul afectat:

6. Care dintre parametrii monitorizați se află în afara limitelor admise? Notează-i și precizează abaterea față de valoarea maximă admisă:

7. Măsoară 5 piese din lotul suspect și completează fișa de control de mai jos (cota nominală: Ø 25,00 mm; toleranță: $\pm 0,15$ mm):

Piesă nr.	Măsurătoare 1 (mm)	Măsurătoare 2 (mm)	Media (mm)	Abatere față de nominal (mm)	Acceptată / Respinsă
1					
2					
3					
4					
5					

Concluzie lot: Piese acceptate: ____ / Piese respinse: ____

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora:

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Pertinența analizei, soluției de rezolvare propuse.	30%
			Alegerea echipamentului de protecție adecvat.	35%
			Respectarea normelor de protecție a mediului, normativelor, regulilor de sănătate și securitate a muncii.	35%
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Realizarea inspecției vizuale a robotului și notarea a cel puțin 3 elemente verificate.	20%
			Pornirea robotului conform procedurii.	10%
			Citirea și înregistrarea parametrilor.	30%
			Identificarea și descrierea ERR-215.	10%
			Identificarea parametrilor în afara limitelor.	10%
			Completarea fișei de control.	20%
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru.	35%
			Analiza și interpretarea rezultatelor.	35%
			Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate.	30%

- Bibliografie**

1. Gușan, Vasile; Tițu, Aurel Mihail – Ingineria și managementul calității în industria automotive prin integrarea roboților colaborativi. Editura AGIR, 2025.
2. Mateaș, Marius. *Experimentarea roboților*. Timișoara: Editura Politehnica (Universitatea Politehnica Timișoara), 2023.
3. Cazan-Gheorghiu, Cătălin. *Electronică și robotică. Primii pași*. Brașov: Creator (Libris Editorial), 2018.
4. Manuale producători

MODUL III. PROGRAMAREA ROBOTULUI

NOTĂ INTRODUCȚIVĂ

Modulul „**Programarea robotului**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Operator la roboți industriali*, din domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un numărul de **108 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

27 ore/an – laborator tehnologic

81 ore/an – instruire practică

Modulul „**Programarea robotului**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3 *Operator la roboți industriali*, din domeniul de pregătire profesională Electronică automatizări, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 9: PROGRAMAREA ROBOTULUI INDUSTRIAL			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
9.1.1 9.1.7 9.1.8	9.2.1 9.2.2 9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.15	9.3.1 9.3.2 9.3.3 9.3.4 9.3.5 9.3.6 9.3.7	Interfețe de comandă (Human Machine Interface - HMI) pentru roboții industriali - Definiție - Rol - Clasificarea interfețelor de comandă Human Machine Interface – HMI (grafică/utilizator – GUI/UI, linie de comandă -CLI, cu ecran tactil, butoane fizice, comenzi vocale, Kinco/ KUKA/ SYSMAC/GOT/ HME, YAMAHA/ OMRON, etc.) - Caracteristici principale ale UI - Caracteristici principale ale CLI - Avantaje și dezavantaje (UI vs. CLI) - Elemente componente HMI (ecran, tasta meniu, tasta oprire, tasta pornire, taste înainte , înapoi, sus,

			jos, taste cu utilizări multiple, taste predefinite, meniuri și submeniuri) - Norme SSM, PSI, protecția mediului specifice utilizării interfețelor de comandă
9.1.2 9.1.7 9.1.8	9.2.3 9.2.4 9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.15		Funcții de bază ale interfeței de comandă: • Funcția START (Operația de pornire) – descriere, condiții preliminare pentru inițiere, etape pentru activarea funcției; • Funcția STOP (Operația de oprire) –Descriere, tipuri de oprire (de urgență, de rutină, planificate), proceduri de oprire, importanța și implicațiile funcției • Funcția de aducere a robotului în punctul de referință- definirea punctului de referință, proceduri de revenire la punctul de referință, calibrare și realiniere • Funcția Toolchanging (Operația de aducere a robotului în punctul de schimbare a accesoriului) – definirea funcției, rolul funcției, proceduri de aducere a robotului în punctul de schimbare a accesoriului • Funcții/comenzi de mișcare Parametrii de bază ai interfeței de comandă - Setarea parametrilor în modul de funcționare online și offline - Setarea parametrilor în modul de funcționare manual și automat - Proceduri de trecere din modul online – offline, offline-online Norme SSM, PSI, de protecția mediului specifice utilizării funcțiilor de bază a interfețelor de comandă
9.1.3 9.1.7 9.1.8	9.2.5 9.2.6 9.2.7 9.2.11 9.2.12 9.2.13		Metode de setare a parametrilor în conformitate cu documentația tehnică și cu etapele procesului tehnologic - metode specifice de setare a parametrilor - setarea parametrilor viteză, accelerație, poziționare, sarcina utilă, precizie și repetabilitate

	9.2.15		- instrumente informatice pentru programarea robotului: tipuri de instrumente informatice, mod de utilizare - raportarea datelor de producție și performanță a roboților folosind interfețe HMI /HMI avansate -Norme SSM, PSI, de protecția mediului specifice setării parametrilor roboților industriali
9.1.4 9.1.7 9.1.8	9.2.8 9.2.6 9.2.7 9.2.11 9.2.12 9.2.14 9.2.13 9.2.15		Defecte semnalate pe ecranul consolei de operare a robotului -Tipuri de erori (critice, non critice și informative) -Coduri de eroare care apar pe ecranul consolei de operare și semnificația lor -Alerte vizuale și sonore ale consolei de operare a robotului -Mesaje de eroare care apar pe ecranul consolei de operare: descriere, structura unui mesaj de eroare, exemple de mesaje de eroare comune -Status parametrilor: - statusuri pentru parametri esențiali (temperatură, presiune, viteză de execuție) -monitorizarea și raportarea datelor de producție și performanță a roboților folosind interfețe HMI avansate -Coliziune: Definiție, mesaje de eroare specifice coliziunii -Pick and Place: Descrierea procesului de Pick and Place, Tipuri de erori specifice -Realimentare: Importanța realimentării corecte, Mesaje de eroare asociate realimentării - Norme SSM, PSI, protecția mediului specifice domeniului electronică automatizări
9.1.5 9.1.7 9.1.8	9.2.9 9.2.6 9.2.7 9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.14 9.2.15	9.3.1 9.3.2 9.3.3 9.3.4 9.3.5 9.3.6 9.3.7	Proceduri de depanare pentru roboții industriali - Proceduri pentru corectarea setărilor - Proceduri pentru restabilirea setărilor implicite - Etape de remediere a erorilor: - Verificarea inițială - Contactarea suportului tehnic - Înregistrarea și raportarea erorilor - Metode de raportare a erorilor

			- Rapoarte de erori - Proceduri de remediere a erorilor de coliziune - Proceduri de remediere a erorilor de Pick and Place - Proceduri de remediere a erorilor de Realimentare - Recomandări pentru evitarea erorilor frecvente Norme SSM, PSI, protecția mediului specifice procedurilor de depanare.
9.1.6 9.1.7 9.1.8	9.2.10 9.2.11 9.2.12 9.2.13 9.2.14 9.2.15	9.3.1 9.3.2 9.3.3 9.3.4 9.3.5 9.3.6 9.3.7	Metode de verificare a robotului - Scopul verificării - Moduri de verificare a funcționării: - Verificarea inițială a sistemelor esențiale - Testarea mișcărilor de bază ale robotului - Testarea interfeței de utilizator - Verificarea comunicării între robot și alte dispozitive/sisteme - Raportarea rezultatelor verificării: înregistrarea/transmiterea rezultatelor fiecărei verificări - Norme SSM, PSI, protecția mediului specifice verificării roboților industriali după remedierea defectelor

Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

- Standuri educaționale destinate studiului experimental al roboților industriali
- Tablă interactivă
- Videoproiector, sistem de calcul conectat la internet,
- Auxiliare curriculare, fișe de lucru, fișe de documentare, reviste de specialitate, documentația lucrărilor practice (cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, normative specifice, fișe individuale de instructaj SSM și PSI, standarde tehnice) etc.
- echipament de protecție.

• Sugestii metodologice

Conținuturile modului „Programarea robotului” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Această secțiune are rolul de a vă orienta asupra modalităților de dezvoltare a rezultatelor învățării, prin intermediul conținuturilor recomandate și având în vedere cunoștințe, abilități și atitudini pe care le presupune unitatea de rezultate ale învățării.

Fiecare elev are un stil de învățare propriu. Pe de altă parte, complexitatea situațiilor de viață ale omului modern reclamă o adaptare continuă a stilului propriu la cerințele sarcinii de lucru.

Calificarea profesională: Operator la roboți industriali

Domeniul de pregătire profesională: Electronică automatizări

Cu alte cuvinte, mediul concret în care va lucra îl va pune în situația de a analiza informațiile și de a acționa în consecință, folosind atât senzorii vizuali cât și capacitățile motorii și intelectuale. Din aceste considerente, activitățile de învățare trebuie să răspundă unor stiluri variate de învățare, în care să se regăsească fiecare elev și care să contribuie la extinderea abilităților individuale de a relaționa cu „lumea reală”.

Pregătirea, se recomandă a se desfășura în laboratoare/ cabinete de specialitate din unitatea de învățământ, dotate conform recomandărilor menționate mai sus, sub coordonarea profesorului de specialitate.

Pentru formarea competențelor cheie trebuie utilizate activități de învățare prin care elevii să-și dezvolte abilitățile de lucru în echipă, de comunicare, asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme, etc.

Pentru modulul „Programarea robotului”, se recomandă ca, pe lângă metodele de învățământ clasice, să se utilizeze, cu preponderență, metode specifice învățării centrate pe elev, ca de exemplu: harta conceptuală, cubul, peer learning – metoda grupurilor de experți, concasarea (SCAMPER), studiul de caz, organizatorul grafic (diagrama Venn), etc.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării aferente modulului „Programarea robotului”, propunem următoarea listă orientativă cu exemple de activități de laborator / practice.

Lista va fi completată/ adaptată în funcție de resursele disponibile în școală și/sau la agentul economic partener.

1. Manipularea pieselor dintr-un punct A într-un punct B cu ajutorul interfeței de comandă.
2. Manipularea pieselor folosind robotul și dispunerea lor liniar.
3. Manipularea pieselor folosind robotul și dispunerea lor circular.
4. Manipularea pieselor folosind robotul și dispunerea lor pe linii și coloane.
5. Manipularea pieselor folosind robotul și dispunerea lor pe diferite nivele de înălțime.
6. Eficientizarea modului de deplasare a robotului din punctul A în punctul B.
7. Alegerea parametrilor în funcție de tipul de sisteme de prindere utilizat (mecanic, vid).
8. Pornirea robotului și verificarea stării de funcționare.
9. Verificarea și executarea de corecții.
10. Diagnosticare și remediere a erorilor semnalate pe ecranul consolei de operare a robotului.
11. Realizarea unui program de strângere a șuruburilor.
12. Modificarea în program a forței de strângere a șuruburilor.
13. Modificarea în program a tipului de sudură (în puncte, linie).
14. Modificarea în program adăugând o poziție intermediară.
15. Verificarea funcționării la mersul în gol.
16. Introducerea în program a funcției Wait conform fișei de lucru. Selectarea statusurilor în funcție de fișa tehnologică.

În continuare, prezentăm un exemplu de activitate de învățare “Știu – Vreau să știu – Am învățat”, pentru învățarea funcțiilor de bază ale interfeței de comandă a robotului:

Rezultate ale învățării vizate, conform standardului de pregătire profesională

Cunoștințe:

9.1.2 Funcțiile de bază ale interfeței de comandă (Start, Stop, revenirea robotului în punctul de referință, Toolchanging, selectare manuală – automat, online/offline).

Abilități:

9.2.3 Operarea cu funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului industrial (Start , Stop, revenirea robotului în punctul de referință, Toolchanging,).

9.2.4 Setarea parametrilor din consolă online/offline, manual/automat.

9.2.11.Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

9.2.12.Aplicarea normelor de protecție a mediului.

9.2.13.Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate.

9.2.15.Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională.

Atitudini:

9.3.1.Adoptarea atitudinii critice și de reflectare și folosirea responsabilă a mijloacelor de informare.

9.3.2.Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită.

9.3.3.Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme specifice locului de muncă și corespunzătoare nivelului de pregătire.

9.3.4.Adaptarea la cerințele și la dinamica evoluției tehnologice.

9.3.5.Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

9.3.6.Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la funcționarea roboților industriali.

9.3.7.Formularea și exprimarea argumentelor în vederea susținerii soluțiilor propuse.

OBIECTIVE

- Să cunoască funcțiile de bază ale interfeței de comandă.
- Să pornească robotul industrial cu ajutorul interfeței de comandă.
- Să oprească robotul industrial cu ajutorul interfeței de comandă.
- Să efectueze operații de mișcare a robotului cu ajutorul interfeței de comandă.
- Să efectueze operații de deplasare a robotului cu ajutorul interfeței de comandă.

Tipul activității : Metoda „Știu / Vreau să știu / Am învățat

Organizarea clasei: în grupe a câte 4-5 elevi

Timp: 50 minute

Desfășurare:

- se anunță tema: Funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului
- se prezintă tabelul cu rubricile: **Știu / Vreau să știu / Am învățat.**

Știu	Vreau să știu	Am învățat

- fiecare grupă își va alege un reprezentant care va nota pe fișa de lucru cele stabilite de membrii grupului
- La început, se cere elevilor să noteze în tabel tot ceea ce știu despre Funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului, apoi fiecare grupă va citi de pe fișă ceea ce a notat. Împreună cu cadrul didactic, elevii vor stabili ce ar trebui să fie notat în tabel la rubrica „Știu” și completează apoi în tabelul de pe tabla interactivă / tablă/ foaie de flipchart.
- **Etapă „Vreau să știu”:** Elevii sunt solicitați să formuleze întrebări despre ce ar dori să mai afle legat de Funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului, despre lucrurile de care nu sunt siguri sau lucrurile despre care ar vrea să cunoască ceva nou. Se notează aceste întrebări în coloana din mijloc a tabelului, la tabla interactivă / tablă/ foaie de flipchart.

- **Etapa „Am învățat”:** După predarea conținutului, se revine asupra întrebărilor pe care le-au formulat elevii în etapa anterioară și pe care le-au trecut la “Vreau să știu”. Se reia fiecare întrebare și se notează răspunsurile aflate în timpul predării noului conținut în coloana a treia.
- În încheierea lecției, pentru a se realiza feed-back-ul, elevii revin la schema S/V/A și decid ce au știut la începutul lecției, ce au vrut să învețe pe parcursul ei și ce au învățat din lecție. Se realizează astfel o învățare autentică și durabilă prin asimilarea unor cunoștințe noi și restructurarea activă a unor scheme mentale.

Stiu	Vreau sa stiu	Am învățat
- Ce este interfața de comandă. - Care sunt elementele componente ale interfeței de comandă.	- Cum pornesc robotul cu ajutorul interfeței de comandă - Cum opresc robotul cu ajutorul interfeței de comandă - Cum efectuez operațiile de mișcare ale robotului cu ajutorul interfeței de comandă - Cum deplasez pe axe robotul	-Să pornesc și să opresc robotul cu ajutorul interfeței de comandă. -Să efectuez operațiile de mișcare ale robotului cu ajutorul interfeței de comandă -Să deplasez robotul pe diferite axe cu ajutorul interfeței de comandă.

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Se recomandă, ca în parcurgerea modului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii vor fi evaluați în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul modului.

Având în vedere că promovarea modului presupune achiziții cognitive și abilități practice se vor elabora instrumente de evaluare a ambelor tipuri de achiziții. Combinarea evaluării rezultatelor într-o singură situație sau scenariu de rezolvare a unei probleme ar fi una dintre soluții.

De asemenea, pentru a realiza o evaluare cât mai corectă și completă, se vor folosi atât metodele tradiționale (probe orale, scrise, practice) cât și cele alternative (proiectul, portofoliul, studiul de caz, observarea activității și comportamentului elevului).

Realizarea instrumentului de evaluare trebuie să aibă ca punct de pornire o situație concretă (practică). Prin raportare cu aceasta se vor identifica cunoștințele, abilitățile și atitudinile care trebuie evaluate.

Exemplu:

Se propune un instrument de evaluare integrat pentru tema „Funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele **rezultate ale învățării, conform standardului de pregătire profesională:**

Cunoștințe:

9.1.2 Funcțiile de bază ale interfeței de comandă (Start , Stop, revenirea robotului în punctul de referință, Toolchanging, selectare manuală – automat, online/offline)

Abilități:

9.2.3 Operarea cu funcțiile de bază ale interfeței de comandă a robotului industrial (Start , Stop, revenirea robotului în punctul de referință, Toolchanging,)

9.2.4 Setarea parametrilor din consolă online/offline, manual/automat

9.2.11.Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

9.2.12.Aplicarea normelor de protecție a mediului

9.2.13.Utilizarea corectă a vocabularului comun și a celui de specialitate

9.2.15.Interpretarea documentației tehnice de specialitate într-o limbă de circulație internațională.

Atitudini:

9.3.1.Adoptarea atitudinii critice și de reflectare și folosirea responsabilă a mijloacelor de informare

9.3.2.Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

9.3.3.Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme specifice locului de muncă și corespunzătoare nivelului de pregătire

9.3.4.Adaptarea la cerințele și la dinamica evoluției tehnologice

9.3.5.Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă.

9.3.6.Respectarea normelor de protecție a mediului cu privire la funcționarea roboților industriali

9.3.7.Formularea și exprimarea argumentelor în vederea susținerii soluțiilor propuse

OBIECTIVE

- Să cunoască funcțiile de bază ale interfeței de comandă
- Să pornească robotul industrial cu ajutorul interfeței de comandă
- Să oprească robotul industrial cu ajutorul interfeței de comandă
- Să efectueze operații de mișcare a robotului cu ajutorul interfeței de comandă
- Să efectueze operații de deplasare a robotului cu ajutorul interfeței de comandă

Scenariul probei

Ești operator la roboți industriali la o linie de producție flexibilă. La începutul schimbului de lucru trebuie să pui în funcțiune robotul, să verifici funcționarea lui în regim manual și să execuți operații simple de manipulare a pieselor. Șeful de schimb îți transmite sarcinile de lucru.

Sarcini de lucru

1. Porniți interfața de comandă și așteptați faza de inițializare.
2. Deblocați și validați butonul oprire de urgență.
3. Setati regimul de lucru manual.
4. Activați sistemul de coordonate global.
5. Extrageți un paralelipiped dreptunghic din cutia cu forme geometrice
6. Așezați paralelipipedul dreptunghic pe masă.

7. Aduceți robotul în punctul inițial
8. Luați paralelipipedul dreptunghic de pe masă și poziționați-l în orice altă poziție
9. Deplasați robotul în funcție de axe, cu diferite setări Hand-Override cu ajutorul tastelor pentru deplasarea manuală.
10. Respectați normelor de sănătate și securitate în muncă, PSI, protecția mediului

Criterii și indicatori de realizare și ponderea acestora:

Nr. crt.	Criterii de realizare și ponderea acestora		Indicatorii de realizare și ponderea acestora	
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	25%	Pertinența analizei, soluției de rezolvare propuse	30%
			Pregătirea consolei de comandă pentru realizarea sarcinilor de lucru	35%
			Respectarea normelor de protecție a mediului, normativelor, regulilor de sănătate și securitate a muncii	35%
2.	Realizarea sarcinii de lucru	60%	Pornirea robotului cu ajutorul consolei	10%
			Deblocarea și validarea butonului oprire de urgență	10%
			Setarea modului de lucru manual	10%
			Activarea sistemul de coordonate global	10%
			Mutarea paralelipipedului dreptunghic în punctele precizate	20%
			Aducerea robotului în punctul de referință	5%
			Deplasarea robotului în funcție de axe, cu diferite setări Hand-Override cu ajutorul tastelor pentru deplasarea manuală	20%
			Folosirea corespunzătoare a echipamentelor de lucru.	15%
3.	Prezentarea și promovarea sarcinii realizate	15%	Argumentarea etapelor de realizare a sarcinii de lucru	35%
			Analiza rezultatelor obținute	35%
			Utilizarea corectă a terminologiei de specialitate	30%

Bibliografie

1. Mocan, B., Timoftei, S., Stan, A., Fulea, M. – *RobotStudio® – Simularea proceselor de automatizare industrială și programarea offline a roboților ABB. Ghid practic pentru studenți*, Editura UTPress, Cluj-Napoca, 2017
2. Ionescu, R., Amarandei, D. – *Îndrumăr de laborator: Roboți industriali – Programe de simulare*, Editura Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava, 2003
3. Borangiu, T., Anton, F.D., Dumitrache, A. – *Programarea roboților*, Editura AGIR, București, 2010
4. Stoian, V. – *Roboți industriali. Aplicații*, Editura Universitaria, Craiova, 2003

5. Quigley, Morgan; Gerkey, Brian; Smart, William D. *Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System*. O'Reilly Media, 2016
6. Sebestyen, Gheorghe. *Informatică industrială*. Cluj-Napoca: Editura Albastră, 2006.
7. Craig, John J. *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. 4th ed. Pearson, 2018.
8. Hughes, Cameron; Hughes, Tracey. *Robot Programming: A Guide to Controlling Autonomous Robots*. Que Publishing, 2016.