



Digitally signed by
Technical Scientific Library,
TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity of
this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**ELECTROTEHNICA ȘI AUTOMATIZAREA
PROCESELOR TEHNOLOGICE**

Suport de curs

**Chișinău
2023**

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ,
INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ**

**ELECTROTEHNICA ȘI
AUTOMATIZAREA PROCESELOR
TEHNOLOGICE**

SUPORT DE CURS

**Chișinău
Editura „Tehnica-UTM”
2023**

CZU 621.3(075.8)

E 35

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, proces-verbal nr.7 din 19.05.22.

Suportul de curs este destinat studenților FIMIT, FTA, FCGC, FUA, cât și celor care sunt cointeresați de soluționarea diferitor probleme fundamentale de electrotehnică și automatizare.

Autori: Popescu Victor, dr., conf. univ.

Țărnă Ruslan, dr., conf. univ.

Țislinscaia Natalia, dr., conf. univ.

Balan Mihail, dr., lect. univ.

Melenciuc Mihail, dr., lect. univ.

Vișanu Vitali, dr., lect. univ.

Recenzenți: dr. hab., prof. univ. Tudor Ambros

dr. hab., prof. univ. Mihail Chiorsac

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Electrotehnica și automatizarea proceselor tehnologice: suport de curs / Popescu Victor, Țărnă Ruslan, Țislinscaia Natalia [et al.]; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Inginerie Mecanică.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2023. – 89 p.: fig., tab.

Aut. indicați pe verso f. de tit. – Bibliogr.: p. 89 (10 tit.). – 10 ex.

ISBN 978-9975-45-985-3.

Redactor E. Balan

Bun de tipar 08.11.23
Hârtie ofset. Tipar RISO

Formatul hârtiei 60x84 1/16
Comanda nr. 110

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM
MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9, Editura „Tehnica-UTM”

ISBN 978-9975-45-985-3

© UTM, 2023

CUPRINS

PREFAȚĂ	5
INTRODUCERE.....	6
1. CIRCUITE ELECTRICE DE CURENT CONTINUU	8
1.1. Generalități referitoare la circuitele electrice	8
1.2. Elemente de circuit electric	8
1.3. Mărimi electrice de circuit.....	10
1.4. Legi și teoreme în regim electrocinetic	12
2. CIRCUITE MONOFAZATE DE CURENT ALTERNATIV SINUSOIDAL..	14
2.1. Mărimi electrice alternative sinusoidale.....	14
2.2. Prezentarea fazorială a mărimilor sinusoidale	15
2.3. Elemente RLC ideale.....	16
2.4. Conexiunea RLC serie și rezonanța de tensiuni.....	17
2.5. Conexiunea RLC derivație și rezonanța de curenți	18
2.6. Puterile în circuitele de curent sinusoidal	19
3. CIRCUITE TRIFAZATE DE CURENT ALTERNATIV	21
3.1. Producerea sistemului trifazat de curent sinusoidal	21
3.2. Conexiunea stea.....	23
3.3. Conexiunea triunghi	25
3.4. Puterile în circuitele trifazate	26
3.5. Factorul de putere ($\cos\varphi$) și modurile de ameliorare	26
4. MĂSURĂRI	28
4.1. Erori de măsurare	28
4.2. Generalități referitoare la aparatele electrice de măsură	29
4.3. Măsurarea mărimilor electrice.....	31
4.4. Măsurarea mărimilor neelectrice.....	32
5. TRANSFORMATORUL ELECTRIC	34
5.1. Utilizarea și clasificarea transformatoarelor	34
5.2. Construcția transformatorului monofazat.....	34
5.3. Principiul de funcționare al transformatorului	35
5.4. Randamentul și caracteristicile principale ale transformatorului.....	37
5.5. Transformatorul trifazat.....	38
5.6. Transformatoare speciale.....	40
6. MAȘINA DE CURENT CONTINUU	44
6.1. Părțile constructive de bază ale mașinii de curent continuu	44
6.2. Funcționarea mașinii de curent continuu în regim de generator	45
6.3. Funcționarea mașinii de curent continuu în regim de motor.....	46
6.4. Randamentul și caracteristicile principale ale motorului de curent continuu ...	47
6.5. Pornirea motoarelor de curent continuu și reglarea rotațiilor	48

7. MAȘINA ASINCRONĂ.....	50
7.1. Construcția motorului asincron trifazat.....	50
7.2. Principiul de funcționare al motorului asincron.....	51
7.3. Bilanțul puterilor și randamentul motorului asincron	54
7.4. Caracteristicile principale ale motorului asincron.....	55
7.5. Pornirea motoarelor asincrone și reglarea rotațiilor.....	56
7.6. Motorul asincron monofazat	57
8. MAȘINA SINCRONĂ.....	61
8.1. Domeniile de utilizare a mașinii sincrone	61
8.2. Părțile constructive ale mașinii sincrone	61
8.3. Funcționarea mașinii sincrone în regim de generator	61
8.4. Caracteristicile principale ale generatorului sincron la funcționarea în sarcină	63
8.5. Utilizarea mașinii sincrone în regim de motor și caracteristicile principale de funcționare	64
9. BAZELE AUTOMATIZĂRII PROCESELOR TEHNOLOGICE	66
9.1. Aspecte esențiale cu privire la automatizarea proceselor.....	66
9.2. Cerințe impuse proceselor de reglare automată	66
9.3. Mărimi caracteristice sistemelor de reglare automată.....	67
9.4. Rezultatele automatizării proceselor tehnologice	68
10. MIJLOACELE FUNDAMENTALE DE AUTOMATIZARE	71
10.1. Traductorul	71
10.2. Amplificatorul	73
10.3. Regulatorul automat	75
10.4. Elementul de execuție.....	76
11. ACȚIONĂRI ELECTRICE AUTOMATIZATE.....	79
11.1. Particularitățile acționărilor electrice automatizate.....	79
11.2. Sisteme clasice de acționare electrică	80
11.3. Sisteme automatizate de acționare electrică.....	81
12. CARACTERISTICILE PRINCIPALE ȘI DIVERSITATEA SISTEMELOR DE REGLARE AUTOMATĂ.....	83
12.1. Caracteristicile de bază ale sistemelor de reglare automată.....	83
12.2. Tipuri de scheme caracteristice sistemelor de reglare automată.....	84
12.3. Clasificarea SRA în funcție de specificul mărimilor reglate	85
12.4. Clasificarea SRA în funcție de tipul acțiunii regulatorului automat	86
12.5. Exemple de SRA utilizate frecvent la automatizarea proceselor tehnologice	87
BIBLIOGRAFIE	89

PREFAȚĂ

În mod special, lucrarea constituie un suport de curs la disciplina *Electrotehnica și automatizarea proceselor tehnologice* și este destinată studenților FIMIT, FTA, dar poate fi utilă și celor de la FCGC, FUA, fiind recomandată în calitate de suport didactic pentru consolidarea cunoștințelor și formarea lor ca viitori specialiști calificați în domeniul ingineriei, pentru a fi capabili să soluționeze complexul de probleme parvenite în activitatea profesională, care apar în pas cu progresul tehnico-științific și dezvoltarea rapidă a tehnicii, îndeosebi în contextul politicilor actuale de mediu, digitalizare, automatizare, eficiență energetică, reducerea costurilor, productivitatea muncii, crearea condițiilor optime de activitate profesională, cercetare științifică, trai, agrement etc.

Scopul principal al acestui curs teoretic constă în asigurarea acumulării cunoștințelor și abilităților necesare studenților cu privire la selectarea și utilizarea corectă a dispozitivelor, echipamentelor, mașinilor, utilajelor și instalațiilor electrice pentru realizarea spectrului de activități aferente domeniului de specialitate, preponderent pentru automatizarea proceselor, creșterea eficienței energetice, asigurarea condițiilor optime de activitate, economisirea resurselor și protecția mediului, monitorizarea riguroasă a activităților și reducerea costurilor.

Așadar, această lucrare reprezintă un suport de curs esențial pentru studenți întru realizarea scopului propus și întru fortificarea cunoștințelor lor, pentru a fi capabili să soluționeze problemele menționate.

Autorii

INTRODUCERE

La momentul actual, electrotehnica și automatizarea sunt utilizate în toate sferile activității umane. Datorită lor, capacitatea de producție a atins cel mai înalt nivel. Odată cu utilizarea energiei electrice și a automatizării în diferite ramuri au apărut semifabricate și produse finite cu preț mult mai redus. Acest fapt confirmă eficiența economică a utilizării energiei electrice și a automatizării procesului de producție.

În prezent, majoritatea proceselor tehnologice industriale se îndeplinesc pe baza energiei electrice. Energia electrică, fiind universală din punct de vedere al utilizării, care se obține ușor, se transportă la distanțe mari, cu pierderi relativ mici și se transformă cu randament înalt în alte forme de energie (mecanică, termică, chimică etc.), având utilizare largă în toate domeniile.

Electrificarea și automatizarea proceselor tehnologice din toate sferile a condus la următoarele:

- creșterea cantitativă a producției obținute pe unitate de timp (creșterea productivității);
- reducerea consumului de materie primă și de resurse energetice;
- îmbunătățirea calității produselor;
- reducerea uzurii instalațiilor și sporirea fiabilității echipamentelor;
- reducerea cheltuielilor de producere și a prețului de cost al produselor;
- îmbunătățirea condițiilor de activitate;
- îndeplinirea unor operații sau procese în locuri sau medii cu condiții specifice (subteran, medii chimic agresive, la temperaturi joase sau înalte, medii în care lipsește oxigenul etc.).

Deși electrotehnica și automatizarea necesită mijloace și investiții considerabile, reducerea cheltuielilor per ansamblu și implicit reducerea costului produselor în condițiile creșterii substanțiale a calității, justifică pe deplin cheltuielile realizate în aceste domenii.

Pe măsura dezvoltării electrotehnicii și a automatizării, în general, procesele și tehnologiile au înregistrat transformări considerabile. S-a realizat îndeosebi reducerea treptată a muncii fizice prestate de om, compensată de creșterea semnificativă a activităților intelectuale și a celor creative, a funcțiilor de concepere, conducere și organizare a producției.

Electrotehnica, ca disciplină de studiu, este absolut necesară studenților de la toate specialitățile ingineresti de profil neelectric pentru formarea lor ca viitori specialiști calificați în domeniul ingineriei, pentru a fi capabili să soluționeze complexul de probleme parvenite în activitatea profesională, care se impun în pas cu progresul tehnico-științific și dezvoltarea rapidă a tehnicii, îndeosebi în contextul politicilor actuale de mediu, digitalizare, automatizare, eficiență energetică,

optimizarea costurilor, productivitatea muncii, crearea condițiilor optime de activitate profesională, cercetare științifică, trai, agrement etc.

În afară de acestea, electrotehnica și automatizarea, actualmente, sunt disciplinele care au cel mai mare impact în dezvoltarea personală a tineretului studios, stimulând îndeosebi dezvoltarea intelectului, a imaginației, a creativității, a ingeniozității etc. Toate acestea sunt confirmate de multiple studii teoretice și experimentale, care au fost realizate în ultima perioadă de către specialiștii din domeniile respective.

BIBLIOGRAFIE

1. POPESCU Victor. Elemente fundamentale de electrotronică, electronică și automatizare. Chișinău, 2015.
2. GUȚU Valentin. Electrotehnică și electronic. Chișinău, 2010.
3. DOBREA Victor, POPESCU Victor. Electrotehnică, sisteme de electronică. Chișinău, 2012.
4. DOBREA Victor, POPESCU Victor. Electrotehnică și bazele electronicii. Îndrumări metodice pentru lucrări de laborator. Chișinău, 2012.
5. POPESCU Victor. Electrificarea rurală și rezidențială. Chișinău, 2013.
6. POPESCU Victor. Componente de automatizări. Chișinău, 2014.
7. AMBROS Tudor. Mașini electrice. Vol. 1: Transformatoare și mașini asincrone. Chișinău: Tehnica-UTM, 2016.
8. POPESCU Victor. Sisteme de reglare automată. Chișinău, 2014.
9. AMBROS Tudor. Mașini electrice. Vol. 2: Mașini sincrone și de curent continuu. Chișinău: Tehnica-UTM, 2017.
10. POPESCU Victor. Mijloacele tehnice ale automatizării. Chișinău, 2014.