



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

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI**

**DEPARTAMENTUL INGINERIA FABRICĂRII**

**VICTOR POPESCU**

**ELECTRIFICAREA RURALĂ  
ȘI ACȚIONĂRI ELECTRICE**

**SUPORT DE CURS**



**2024**

**CZU 621.311.4(075.8)**

**P 81**

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, proces-verbal nr.5 din 27.06.2024.

Suportul de curs constituie un material teoretic de sinteză și este alcătuit în conformitate cu programa curriculară la disciplina *Electrificarea rurală și acționări electrice*.

Materialul inclus în acest suport este util atât studenților care fac studii cu frecvență la zi, cât și celor cu frecvență redusă, dar mai ales celor care fac studii la distanță.

Totodată, acesta poate fi de folos și celor care vor să se informeze sau să rezolve probleme de electrificare.

Suportul de curs este destinat studenților de la specialitatea 0716.4 – *Inginerie agrară*.

Recenzent: dr., conf. univ. V. Șapovalov

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM**

**Popescu, Victor.**

Electrificarea rurală și acționări electrice: suport de curs / Victor Popescu; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Ingineria Fabricării.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. – 81 p.: fig., tab.

Bibliogr.: p. 81 (11 tit.). – 10 ex.

**ISBN 978-9975-64-471-6**

**© UTM, 2023**

## CUPRINS

1. INTRODUCERE.....	5
1.1. Obiectivele electrificării rurale .....	5
1.2. Continuitatea și calitatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor .....	6
1.3. Utilizarea rațională a energie electrice.....	8
2. VALORIFICAREA RESURSELOR ENERGETICE .....	10
2.1. Resursele energetice și particularitățile lor .....	10
2.2. Utilizarea resurselor energetice.....	12
2.3. Energetica RM .....	13
3. GENERALITĂȚI CU PRIVIRE LA ELECTRIFICAREA RURALĂ ȘI REZIDENȚIALĂ .....	17
3.1. Producerea energiei electrice .....	17
3.2. Transportul și distribuția energie electrice.....	22
3.3. Categoriile consumatorilor de energie .....	24
4. ELEMENTELE REȚELELOR DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ .....	26
4.1. Conductoarele electrice .....	26
4.2. Contactele electrice și caracteristicile lor.....	28
4.3. Izolatorii instalațiilor electrice .....	29
4.4. Întreprupătoarele automate.....	29
4.5. Siguranțele fuzibile, ruptoarele și comutatoarele.....	31
5. UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE ÎN SECTORUL AGRAR .....	35
5.1. Instalații de iluminare și de menținere a microclimei .....	35
5.2. Acționarea electrică a mecanismelor .....	37
5.3. Instalații de alimentare cu apă.....	39
5.4. Utilizarea energiei electrice la prelucrarea metalelor .....	40
5.5. Aplicarea electrotehnologiilor agricole.....	42
6. UTILIZAREA RESURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE.....	44
6.1. Energia solară .....	44
6.2. Energia eoliană.....	47
6.3. Hidroenergetica .....	48
6.4. Bioenergetica.....	49

7. PROTECȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE ȘI ASIGURAREA SECURITĂȚII VITALE .....	52
7.1. Protecția de supratensiunile atmosferice .....	52
7.2. Dimensionarea instalațiilor de paratrăsnet .....	53
7.3. Priza de pământ .....	54
7.4. Măsuri de protecție împotriva electrocutării .....	58
8. ELEMENTE DE AUTOMATIZARE.....	60
8.1. Noțiuni fundamentale referitoare la automatizare.....	60
8.2. Traductoare.....	62
8.3. Amplificatoare.....	65
8.4. Reglatoare automate .....	67
8.5. Elemente de execuție.....	68
8.6. Elemente de telemecanică .....	71
9. ACȚIONĂRI ELECTRICE AUTOMATIZATE.....	74
9.1. Rolul acționărilor electrice automatizate în eficientizarea proceselor .....	74
9.2. Particularitățile sistemelor de acționare electrică.....	75
9.3. Structura sistemelor de acționări electrice automatizate .....	77
9.4. Aplicarea sistemelor de acționări electrice cu eficiență energetică sporită ...	79
BIBLIOGRAFIE .....	81

# 1. INTRODUCERE

## 1.1. Obiectivele electrificării rurale

## 1.2. Continuitatea și calitatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor

## 1.3. Utilizarea rațională a energiei electrice

### 1.1. Obiectivele electrificării rurale

În sectorul rural, energia electrică are o utilizare destul de largă. La moment, datorită dezvoltării energeticii, în mare parte, energia electrică se utilizează la acționarea instalațiilor electrice, la iluminarea și tratarea cu raze în sectoarele de producție, la încălzire, la asigurarea microclimei etc.

Un efect maxim al electrificării poate fi asigurat la acționarea electrică și dirijarea automatizată a tuturor operațiilor tehnologice, în primul rând, a celor care necesită un volum mare de muncă. Consumul de energie electrică în gospodăria sătească se eficientizează pe an ce trece [1, 3, 5].

Avantajele energiei electrice față de alte tipuri de energie se reduc la simplitatea și eficiența transportării ei la distanțe considerabile, ușurința distribuției consumatorilor cu puteri diferite, gradul înalt al condițiilor confortabile datorită utilizării ei. Energia electrică se transformă ușor în energie mecanică, în energie termică, temperatura fiind reglată în mod automat, în radiații vizibile și invizibile, în oscilații electromagnetice, care se utilizează atât în telecomunicații, cât și la uscarea, încălzirea, tratarea diferitelor produse.

Energia, electrică creează largi posibilități pentru construirea unor linii tehnologice automatizate de producție și prelucrare, care pot fi asociate în secții totalmente automatizate.

Inginerul din gospodăria sătească urmează să soluționeze foarte multe probleme care țin atât de alegerea justă a direcțiilor de electrificare și automatizare a proceselor de producere, cât și de fiabilitatea și calitatea lucrărilor de montare, de metodele eficiente de exploatare a instalațiilor electrice, de organizarea consumării raționale a energiei electrice, de asigurarea funcționării fără accidente și fără pericol a instalațiilor electrice, de evitarea pierderilor de energie electrică sporind coeficientul de putere, amplasând corect utilajul electric etc. O sarcină extrem de importantă o constituie asigurarea securității personalului de deservire și respectarea regulilor de securitate antiincendiară.

Progresul tehnico-științific înaintea cerințe sporite față de pregătirea specialiștilor privind ingineria în agricultură, inclusiv a specialiștilor pregătiți prin intermediul sistemului învățământului tehnico-profesional.

Energia este măsura de mișcare a materiei. Diferite forme de energie reprezintă manifestarea unor sau altor forme de mișcare a materiei. *Energia mecanică* se manifestă la mișcarea mecanică a corpurilor, *termică* - la mișcarea atomo-moleculară, *atomică* - la reacțiile nucleare din interiorul atomilor, *chimică* - la reacțiile chimice ale substanțelor, *electromagnetică* - la procesele electromagnetice.

Energia electrică este acea formă de energie, datorită căreia într-un aparat, conectat la rețeaua electrică, se degajă căldură, se emite lumină, are loc procesul de electroliză, ia naștere un efort mecanic etc.

Noțiunea de electricitate include întreaga mulțime de fenomene ce țin de existența, mișcarea și interacțiunea sarcinilor electrice. Însă în viața de toate zilele prin electricitate se subînțeleg fenomenele și mijloacele tehnice de producere, transport, distribuție a energiei electrice [1, 3-8].

## **1.2. Continuitatea și calitatea alimentării cu energie electrică a consumatorilor**

Asigurarea calităților necesare de fiabilitate ale energiei electrice este scopul de bază al electrificării rurale și rezidențiale.

Calitatea energiei electrice de alimentare a consumatorilor din rețelele trifazate se determină prin stabilitatea nivelului frecvenței curentului și tensiunii și categoriei regimurilor asimetrice și nesinusoidale ale tensiunii.

*Devierea frecvenței* cu câteva procente de la nominal în cea mai mare măsură afectează funcționarea motoarelor asincrone. În momentul coborârii frecvenței se micșorează frecvența de rotație a motorului, se majorează puțin curentul, momentul și temperatura de funcționare, iar la mărirea frecvenței, invers. La devierea neînsemnată a frecvenței, funcționarea motoarelor electrice și a celorlalți consumatori practic nu se referă.

În conformitate cu STAS (13109-97), devierea frecvenței nu trebuie să depășească limitele de  $\pm 0,2$  Hz (se admite devierea temporară de  $\pm 0,4$  Hz). Aceste normative nu se supun funcționării consumatorilor alimentați de stațiile electrice autonome.

Trebuie de menționat că calitatea frecvenței nu contribuie la alimentarea cu energie electrică rurală, fiindcă aceasta este o parte a sistemului de producere a energiei electrice.

La rândul său, o mare însemnătate are menținerea stabilă a nivelului tensiunii în punctele de racordare a consumatorilor. Devierea tensiunii, îndeosebi în baza majorării sale, are o mare importanță la funcționarea consumatorilor. Unii din cei mai sensibili consumatori în baza devierii tensiunii sunt instalațiile de iluminare. La instalațiile de iluminat cu becuri incandescente, majorarea tensiunii tinde la micșorarea funcționării lămpii, iar scăderea tensiunii duce la scăderea fluxului luminos. Pentru lămpile fluorescente atât majorarea, cât și micșorarea tensiunii duce la micșorarea funcționării lămpii.

*Devierea tensiunii* duce la funcționarea anormală a consumatorilor de uz casnic și micșorarea timpului de funcționare al acestora. În conformitate cu STAS, devierea tensiunii la consumatori nu trebuie să depășească limitele de  $\pm 5\%$ .

Pentru asigurarea nivelului normal al tensiunii în sistemele de alimentare cu energie electrică cu destinație agrară sunt întrebuintate instalații speciale, care asigură reglarea tensiunii, îndeosebi reglatoare de rețea de diverse tipuri, condensatoare conectate paralel și în serie cu rețeaua.

La fel ca și frecvența și tensiunea o mare importanță la funcționarea consumatorilor are și asimetria tensiunii și nesinusoiditatea curbei sale.

*Asimetria tensiunii* se observă în primul rând în rețelele rurale cu tensiunea 0,4 kV în care predomină sarcina monofazăată. În aceste rețele chiar și regimurile normale de funcționare nu sunt simetrice.

În conformitate cu STAS, asimetria tensiunii la bornele consumatorilor trifazați se admite pe timp îndelungat să fie în limitele de  $\pm 2\%$  (maxim  $\pm 4\%$  pentru un timp scurt).

Pentru minimizarea asimetriei sarcinilor în baza influenței acesteia la calitatea tensiunii este necesar maximal proporțional a racorda consumatorii monofazați la rețea și conectarea consumatorilor de putere majoră la tensiunea liniară. La aceasta se referă și majorarea secțiunii conductoarelor și în primul rând a conductorului nul.

*Nesinusoidalitatea* formei curbei tensiunii duce la majorarea temperaturii de funcționare a motoarelor electrice asincrone și a pierderilor de putere și energie în toate elementele rețelei [1, 3-5].

În conformitate cu STAS, nesinusoidalitatea tensiunii la bornele consumatorilor se admite pe timp îndelungat să fie în limitele de  $\pm 5\%$  (maxim  $\pm 10\%$  pentru un timp scurt).

Fiabilitatea alimentării cu energie electrică este o caracteristică foarte importantă și se referă la continuitatea și calitatea alimentării cu energie electrică. La moment, foarte multe întreprinderi agrare sunt private, apar o mulțime de gospodării fermiere proprii, cetățenii din sectorul rural își deschid propriul bussines, implementând tehnologii și utilaj modern, care necesită o fiabilitate înaltă a alimentării cu energie electrică. În conformitate cu rigorile fiabilității alimentării cu energie electrică toți consumatorii se împart în 3 categorii.

La categoria I se atribuie consumatorii la care deconectarea energiei electrice poate duce la următoarele:

- pericol al vieților omenești;
- pericole enorme ale gospodăriilor;
- deteriorarea sau ieșirea din funcțiune a utilajului de mare valoare;
- rebut major al producției;
- abaterea de la funcționarea normală a proceselor tehnologice etc.

Consumatorii din categoria I necesită alimentarea cu energie electrică de la două surse de energie, independente una față de alta. Timpul întreruperii alimentării cu EE a acestor consumatori se admite numai pentru o perioadă foarte scurtă (timp în care se restabilește alimentarea în mod automat).

La categoria a II se referă consumatorii la care întreruperea energiei duce la:

- stoparea livrării mărfurilor;
- stoparea lucrului muncitorilor și mecanismelor;
- încălcarea activității normale a locuitorilor etc.

Consumatorii din categoria a II se recomandă a fi racordați la două surse de alimentare. În momentul întreruperii alimentării cu energie electrică de la sursa la care era conectat consumatorul, se admite de restabilit alimentarea de rezervă de către personalul operativ de serviciu. Se admite racordarea consumatorilor de cat. II, la o

singură sursă, numai cu condiția că în cazul apariției unei avarii sau dereglări personalul operativ va înlătura defecțiunea în timp de până la 24 h, indiferent de starea avariei.

La categoria III se referă ceilalți consumatori. Pentru ei alimentarea cu energie electrică poate fi înlătuită de la o singură sursă cu condiția că deconectarea nu va dura mai mult de 24 h.

Pentru majorarea fiabilității alimentării cu energie electrică pot fi implementate diverse mijloace. Aceste mijloace pot fi împărțite în două grupe:

- a) tehnico-organizatorice;
- b) tehnice.

La condițiile tehnico-organizatorice se referă:

1. Majorarea cerințelor către personalul de exploatare și a calificării personalului.

2. Organizarea rațională a deservirii tehnice curente și capitale, a profilaxiilor, mecanizarea și automatizarea lucrărilor de reparație, executarea lucrărilor sub tensiune.

3. Organizarea lichidării urgente a avariilor, asigurarea personalului cu echipament și instrumentele necesare, cu radiotelefonie sau telefonie mobilă, transport corespunzător.

4. Asigurarea cu materiale de rezervă.

La condițiile tehnice se referă:

1. Majorarea fiabilității elementelor rețelelor aparte.

2. Minimizarea razei de acțiune a rețelelor electrice.

3. Întrebuințarea liniilor prin cablu.

4. Asigurarea consumatorilor cu surse de rezervă de alimentare cu energie electrică.

5. Automatizarea rețelelor rurale, implementând pe larg protecția prin releu, anclanșarea automată a rezervei (AAR) și reanclanșarea automată repetată (RAR).

În fine, trebuie menționat că fiabilitatea maximală poate fi asigurată, îndeplinind condițiile în complex, în dependență de circumstanțe.

### **1.3. Utilizarea rațională a energiei electrice**

Majorarea economicității energiei electrice pentru R. Moldova este o problemă destul de importantă. Moldova dispune de foarte modeste resurse de energie electrică, care nu asigură necesitățile țării în întregime, de aceea, o bună parte din energia electrică este importată la un preț mare [1-5].

Foarte important, pentru rezolvarea acestei probleme, sunt măsurile de minimizare a pierderilor de energie și întrebuințarea rațională a ei.

Toate instalațiile electrice din sistemul energetic de alimentare cu energie electrică, inclusiv liniile electrice și stațiile de transformare, au rezistență activă. De aceea, în momentul transportării, distribuției și transformării energiei electrice apare pierderea ei.



O mare parte a pierderilor de energie în rețelele rurale revine liniilor de transport și transformatoarelor și de multe ori ele nu se iau în calcul. Pierderile de energie în conductoare, cabluri și înfășurările transformatoarelor sunt proporționale pătratului curentului de sarcină care trece prin ele, de aceea ele se numesc pierderi în sarcină. Curentul sarcinii, de obicei, diferă în timp și aceste pierderi deseori poartă numirea de pierderi variabile.

Odată cu creșterea sarcinii și racordării la rețea a noilor consumatori, cresc și pierderile de energie. La întreprinderile rețelelor electrice sistematic sunt calculate pierderile de putere și energie și în baza acestora se întreprind următoarele măsuri de minimizare a lor.

Se deosebesc măsuri de minimizare a pierderilor de putere și energie, organizatorice, de perfecționare a sistemelor de măsură și tehnice.

La măsurile organizatorice se referă:

1. Dimensionarea optimală a locurilor de decuplare a LA cu tensiunea de 10...35 kV, cu alimentare bilaterală.

2. Susținerea optimală a nivelului tensiunii la șinele 10 kV, a PTR 110...35 / 10 kV și la șinele 0,38 kV a PT 10 / 0,38 kV.

3. Deconectarea unui transformator în regimurile sarcinii minime, la posturile de transformare cu două transformatoare și la substațiile cu sarcină sezonieră.

4. Redresarea sarcinilor pe faze, în rețelele 0,38 kV.

5. Reducerea timpului reparațiilor și deservirii tehnice a liniilor și posturilor de transformare.

6. Reducerea cheltuielilor de energie pentru cerințele proprii ale substațiilor.

La măsurile tehnice se referă:

1. Instalarea în rețele a bateriilor de condensatoare.

2. Instalarea la PTR 110...35 / 10 kV a transformatoarelor cu reglare automată în dependență de sarcină.

3. Înlocuirea transformatoarelor care funcționează cu o sarcină mult mai mică decât capacitatea lor nominală și care funcționează în suprasarcină.

4. Majorarea capacității de livrare a liniilor electrice, construind linii și substații noi.

5. Înlocuirea conductoarelor care funcționează în suprasarcină.

6. Transferarea rețelelor electrice la o treaptă de tensiune nominală mai înaltă.

O măsură avantajoasă de micșorare a plății pentru energia electrică la întreprinderi este utilizarea bateriilor de condensatoare pentru majorarea factorului de putere.

## BIBLIOGRAFIE

1. Ambros T. Mașini electrice.Vol. 1: Transformatoare și mașini asincrone. Chișinău: Tehnica-UTM, 2016.
2. Dobrea V. Electrotehnică și bazele electronicii. Chișinău, 2011.- 388 p.
3. Popescu V. Elemente fundamentale de electrotehnică, electronică și automatizare. Chișinău, 2015.
4. Mihaela Pinte. Reglarea automată a parametrilor proceselor tehnologice. Material de predare. București, 2009.
5. Popescu V. Sisteme de reglare automată. Curs teoretic. Chișinău, 2012.
6. Monitorul Oficial nr.131-133/1125, din 12.08.2011.
7. Comșa D., Darie S. Proiectarea instalațiilor electrice industriale. Cimișlia: TipCim, 1994. - 496 p.
8. Regulamentul cu privire la calitatea serviciilor de transport și de distribuție a energiei electrice aprobat prin Hotărârea ANRE nr. 406 din 25.02.2011.
9. Popescu V. Automatizarea proceselor tehnologice din sectorul agrar. Curs teoretic. Chișinău: UASM, 2013.
10. Ambros Tudor et al. Surse regenerabile de energie. Chișinău: Tehnica Info, 1999. - 434 p.
11. Felea I., Dzițac S. Fiabilitatea echipamentelor și sistemelor energetice. Aplicații. Oradea, 2006. - 290 p.

Redactor E.Balan

---

Bun de tipar 24.10.24

Coli de tipar 5,0

Hârtie ofset. Tipar RISO.

Formatul hârtiei 60x84 1/16

Tirajul 10 ex.

Comanda nr. 116

---

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168. UTM

MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9. Editura "Tehnica-UTM"