



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**CALCULUL REGIMULUI ÎN REȚEAUA DE  
ALIMENTARE CU SURSE DISTRIBUITE DE  
GENERARE**

**Student:**

**Tintiuc Iurie**

**Conducător:**

**dr.hab. Berzan Vladimir**

**Chișinău – 2016**

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Programul de masterat „Electroenergetica”**

**Admis la susținere**

**Șef de catedră: prof.univ. Stratan Ion**

„\_” \_\_\_\_\_ 2016

**CALCULUL REGIMULUI ÎN REȚEAUA DE  
ALIMENTARE CU SURSE DISTRIBUITE DE  
GENERARE**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ (Tintiuc Iurie)**

**Conducător: \_\_\_\_\_ (dr.hab. Berzan Vladimir)**

**Chișinău – 2016**

## REZUMAT

Mutațiile produse în ultimii ani în societatea noastră datorate dispersării sarcinilor concentrate până acum în zone industriale, dispersare care duce la solicitări mai mari ale rețelelor de medie și joasă tensiune, se răsfrâng și în domeniul rețelelor de distribuție a energiei electrice. La aceasta se adaugă și mutațiile din domeniul receptoarelor de energie electrică. Acestea includ tot mai multe elemente de electronică de putere și informatice, sensibile la calitatea energiei electrice, dar și generatoare de noncalitate, mai ales dacă sunt racordate la noduri cu nivel de scurtcircuit redus cum sunt cele de medie și joasă tensiune.

Toate acestea pun noi probleme la conceperea, dezvoltarea și conducerea rețelelor de distribuție:

- sub presiunea factorilor sociali, tehnologici, economici și politici, sectoarele energetice vor evolua astfel încât să se supună nevoilor de mâine;
  - în Europa, piața internă, siguranța alimentării și protecția mediului vor afecta fiecare sector energetic;
  - piața energiei electrice va evolua de la o piață reglementată, publică și națională la o piață dereglementată, privată și Europeană;
  - consumatorii finali din receptori pasivi vor avea un rol activ în furnizarea și consumul eficient de electricitate.
  - producerea va evolua din producere din combustibili fosili și gaze în producere din surse de energie regenerabile și distribuite;
  - în sectorul de generare, managementul activelor trebuie să se transforme într-un management proactiv;
  - rețelele de transport și distribuție vor evolua de la caracteristicile tradiționale.
- Rețelele viitoare trebuie să aibă cel puțin următoarele caracteristici :
- managementul coordonat local al energiei și integrarea surselor de generare distribuită (GD) și a Surselor de Energie Regenerabile (SER);
  - mici surse de generare distribuită conectate în apropierea consumatorilor finali;
  - un management al utilizării energiei (DSM) flexibil și servicii suplimentare furnizate consumatorului;
  - dezvoltare, mentenanța și exploatare flexibilă, optimă și strategică a rețelei;
  - asigurarea unei alimentări sigure, fiabile și de calitate;
  - integrarea energiei cu sistemul de informații și comunicații;
  - capabilități de “auto-remediere”.

Din cele menționate, reiese incontestabil actualitatea problemei calculării regimului permanent în rețele pentru diferite variante de alimentare a consumatorilor și determinarea parametrilor de calitate a energiei electrice din această rețea. Deci elaborarea unor procedee eficiente de calcul al acestor rețele se prezintă ca o problemă științifică actuală.

Astfel, în capitolul 1 este expusă topologia circuitelor rețelelor electrice de distribuție și tendințele lor de dezvoltare. Sunt prezentate caracteristicile generale a energiei electrice și a aspectelor de infrastructură, clasificarea rețelelor electrice, configurația rețelelor electrice de medie tensiune, sisteme de distribuție de medie tensiune și scheme de posturi de transformare de MT/JT. În capitolul 2 se desfășoară tendințele noi în dezvoltarea rețelelor de distribuție a energiei electrice de joasă tensiune. Se analizează aspecte privind esența rețelelor electrice inteligente și particularități privind funcționarea microrețelelor. În cadrul funcționarea necorespunzătoare a protecțiilor existente în rețea se cercetează restricțiile în regim permanent și la scurt-circuitului, aspecte legate de calitatea energiei electrice, puterea reactivă și reglarea tensiunii. Reieșind din informația prezentată se formulează problema cercetării. Argumentarea metodei de calcul a regimului în circuite cu topologie arborescentă se îndeplinește în capitolul 3 prin studierea metodelor de calcul a circuitelor cu parametri concentrați pentru calcularea regimului staționar și tranzitoriu în circuitul cu sarcini distribuite de tip RLC. În capitolul 4 se petrece studiul de caz a schemelor tipice echivalente a rețelelor de alimentare în zona rurală.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	1
<b>1. ANALIZA ȘI TENDINȚE DE DEZVOLTARE A REȚELELOR ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE</b> .....	3
<b>1.1 Topologia circuitelor rețelelor electrice de distribuție</b> .....	3
1.1.1 Noțiuni introductive .....	3
1.1.2 Caracteristica generală a energiei electrice și a aspectelor de infrastructură.....	3
<b>1.2 Clasificarea rețelelor electrice</b> .....	5
1.2.1 Clasificarea rețelelor electrice după nivelul de tensiune .....	5
1.2.2 Clasificarea rețelelor electrice după funcția, destinația și extinderea lor .....	6
1.2.3 Clasificarea rețelelor electrice după topologie .....	7
1.2.4 Clasificarea rețelelor electrice după starea neutrului .....	8
<b>1.3 Configurația rețelelor electrice de medie tensiune</b> .....	9
1.3.1 Configurația rețelelor de distribuție rurală .....	10
1.3.2 Criterii de alegere a structurii rețelelor electrice de distribuție .....	11
<b>1.4 Sisteme de distribuție de medie tensiune</b> .....	12
1.4.1 Structura rețelelor de medie tensiune .....	13
<b>1.5 Scheme de posturi de transformare de MT/JT</b> .....	16
<b>Concluzii</b> .....	18
<b>2. TENDINȚE NOI ÎN DEZVOLTAREA TOPOLOGICE A REȚELELOR DE DISTRIBUȚIE (INCLUDEREA SER, GD)</b> .....	19
<b>2.1 Tendințe noi în dezvoltarea rețelelor de distribuție a energiei electrice de joasă tensiune</b> .....	19
2.1.1 Conceptul microrețea .....	20
<b>2.2 Aspecte privind esența rețelelor electrice inteligente</b> .....	24
<b>2.3 Particularități privind funcționarea microrețelelor</b> .....	25
<b>2.4 Funcționarea necorespunzătoare a protecțiilor existente în rețea</b> .....	26
<b>2.5 Restricții în regim permanent și la scurt-circuit</b> .....	27
<b>2.6 Aspecte legate de calitatea energiei electrice</b> .....	28
<b>2.7 Puterea reactivă și reglajul tensiunii</b> .....	30
<b>2.8 Formularea problemei cercetării</b> .....	31
<b>Concluzii</b> .....	33
<b>3. ARGUMENTAREA METODEI DE CALCUL A REGIMULUI ÎN CIRCUITE CU TOPOLOGIE ARBORESCENTĂ</b> .....	34
<b>3.1 Metode de calcul a circuitelor cu parametri concentrați</b> .....	34
3.1.1 Circuite consecutive și paralele.....	34

<b>3.2</b>	<b>Includerea surselor fictive in schemele echivalente de calcul ( Softul PSPICE)</b> .....	36
<b>3.3</b>	<b>Analiza circuitelor în baza circuitelor de curent continuu</b> .....	38
<b>3.4</b>	<b>Metoda curenților de ramură</b> .....	40
<b>3.5</b>	<b>Metoda curenților de contur</b> .....	43
<b>3.6</b>	<b>Calcularea regimului staționar și tranzitoriu în circuitul cu sarcini distribuite de tip RLC</b> .....	48
3.6.1	Ecuțiile diferențiale a circuitului cu sarcini electrice distribuite.....	48
3.6.2	Calcularea valorilor imaginilor curenților prin porțiunile transversale ale circuitului .....	50
3.6.3	Calcularea valorii funcției imagine a tensiunii în punctul de racord .....	52
3.6.4	Curentul de intrare a circuitului .....	54
<b>3.7</b>	<b>Calculul regimului în circuitul monofilar cu surse și sarcini distribuite cu trei noduri</b> .....	55
	<b>Concluzii</b> .....	60
<b>4.</b>	<b>STUDIUL DE CAZ</b> .....	61
<b>4.1</b>	<b>Soluția analitică pentru regimul permanent</b> .....	61
<b>4.2</b>	<b>Determinarea parametrilor sarcinilor și a circuitului de alimentare</b> .....	64
<b>4.3</b>	<b>Rezultate ale calculării regimului permanent</b> .....	66
<b>4.4</b>	<b>Calcularea regimului permanent al circuitului cu surse de generare distribuite. Metoda de calcul</b> .....	70
<b>4.5</b>	<b>Rezultate al calculării regimului în circuitul cu surse distribuite de generare</b> .....	73
4.5.1	Date inițiale .....	73
4.5.2	Rezultatele calculului .....	75
<b>4.6</b>	<b>Calculul regimului tranzitoriu în circuitul cu sarcini distribuite</b> .....	78
4.6.1	Ecuțiile diferențiale ale circuitului cu sarcini electrice distribuite.....	78
4.6.2	Calcularea valorilor imaginilor curenților prin porțiunile transversale ale circuitului.....	79
4.6.3	Calcularea valorii funcției imagine a tensiunii în punctul de racord .....	81
4.6.4	Soluția analitică.....	82
	<b>Concluzii</b> .....	84
	<b>ÎNCHEIRE ȘI RECOMANDĂRI</b> .....	85
	<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	88