

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Energetică**

Admis la susținere

Șef departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2020

**Analiza metodelor de debuculare a rețelelor electrice
de distribuție**

Teză de master

Student: _____ **IPATII Radu,**
gr. EE-19M

Conducător: _____ **GROPA Victor,**
conf. univ., dr.

Chișinău, 2020

ADNOTARE

Autor – IPATII Radu. **Titlul** – *Analiza metodelor de debuclare a rețelelor electrice de distribuție.*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din 22 titluri și 1 link-uri utilizate, 2 anexe, 77 pagini, 38 figuri, 7 tabele.

Cuvinte-cheie: surse de generare distribuită, pierderi de putere, reconfigurarea rețelelor electrice, tronson, punctul comun de conectare, surse regenerabile.

Problematika studiului: studiul regimului de funcționare a rețelelor electrice, metodele de reconfigurarea a rețelelor electrice de distribuție, integrarea surselor distribuite și impactul acestora asupra rețelelor electrice de distribuție .

Obiectivele studiului: optimizare regimului de funcționare a rețelelor electrice, minimizare pierderilor de putere și energie avtică în prezența surselor de generare distribuită.

Rezultate obținute: în urma studiului s-a demonstrat posibilitatea de micșorarea pierderilor de putere activă prin aplicarea anumitor metode de reconfigurare a rețelei electrice de distribuție în prezența surselor distribuite. De asemenea s-a demonstrat eficiența surselor regenerabile din punct de vedere a micșorării pierderilor de transport.

ABSTRACT

Author –IPATII Radu. **Title** – *Analysis of methods for unclogging electrical distribution networks.*

Thesis structure: the paper contains an introduction, four chapters, conclusions, bibliography of 22 titles and 1 link used, 2 annexes, 77 pages, 38 figures, 7 tables.

Keywords: distributed generation sources, power losses, reconfiguration of electrical networks, common point connection section, renewable sources.

Study issues: the study of the operation regime of the electric networks, the methods of reconfiguring the electric distribution networks, the integration of the distributed sources and their impact on the electric distribution networks.

The study's objectives optimization of the operation regime of the electrical networks, minimization of power losses and avtic energy in the presence of distributed generation sources.

Result obtained: The study demonstrate the possibility of reducing active power losses by applying certain methods of reconfiguring the electrical distribution network in the presence of distributed sources. There was also the efficiency of renewable sources in terms of reducing transport losses.

CUPRINS

	Pag.
INTRODUCERE	9
1. FUNCȚIONAREA REȚELELOR ELECTRICE NEOMOGENE	10
1.1. Circulația naturală într-o rețea buclată	10
1.2. Optimizarea circulațiilor de putere rețelele electrice compex buclate neomogene	14
1.3. Calculul indicatorului general de neomogenitate al rețelei electrice	17
1.3.1. Studiul de caz unu.....	20
1.3.2. Studiul de caz doi.....	22
2. RECONFIGURAREA REȚELELOR ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE	23
2.1. Strategii de reconfigurare	25
2.2. Căutarea soluțiilor pentru îmbunătățirea strategiei de tip “permutare de laturi”	26
2.3. Aplicare a strategiei de tip “permutare de laturi”	29
2.3.1. Reducerea pierderilor prin transferul local de sarcină.....	29
2.3.2. Reducerea pierderilor prin aplicarea șablonului optimal al curenților.....	30
2.3.3. Aplicare a strategiei de tip constructiv.....	31
2.4. Dezvoltarea metodei de reconfigurare a rețelei electrice în prezența surselor de generare distribuită	32
3. SURSELE DISTRIBUITE ÎN REȚELELE DE DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE	38
3.1. Caracteristicile surselor de generare distribuită	38
3.2. Tipuri de generatoare folosite de sursele distribuite	42
3.3. Racordarea surselor distribuite la rețelele electrice	47
4. IMPACTUL GENERĂRII DISTRIBUITE ASUPRA SISTEMELOR DE DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE	58
4.1. Influența surselor de generare distribuite asupra circulației de puteri din rețelele electrice de distribuție	58
4.2. Modificarea pierderilor de putere în rețelele electrice în prezența surselor de generare distribuită	60
4.2.1. Influența surselor de generare distribuită asupra pierderilor de putere.....	60
4.2.2. Calculul puterii optime generate pentru minimizarea pierderilor de putere.....	62
4.3. Influența surselor de generare distribuită asupra nivelului de tensiune	63
4.3.1. Modificarea nivelului de tensiune.....	64
4.3.2. Reglajul tensiunii în rețelele electrice de distribuție în prezența generării distribuite.....	67
4.4. Funcționarea insularizată a surselor de generare distribuită	69
4.5. Optimizarea regimului de funcționare	70
CONCLUZII	72

INTRODUCERE

Pe parcursul ultimilor ani prezența surselor de energie regenerabilă este tot mai amplă. Sursele de energie regenerabilă racordate la rețelele electrice de distribuție crează o generare distribuită a energiei electrice care contribuie la modificarea sensibilă a balanței producție-consum la nivel de rețea și la modificarea circulațiilor de putere prin tronsoanele rețelei electrice. Acestea ne oferă posibilitatea de a reduce cantității de energie activă transportată prin tronsoanele rețelei electrice, deoarece consumul de energie electrică din nodurile unde sunt racordate surse de generare distribuită este complet sau parțial acoperit, ca rezultat obținem reducerea pierderilor de putere activă transportată prin tronsoanele rețelei electrice.

Rețelele electrice de medie și înaltă tensiune analizate în studiile de caz sunt efectuate în baza tensiunii nominale și tensiunilor nodale reale, se procedează în felul următor pentru a determina cu o precizie mai mare circulația curenților prin tronsoanele rețelei electrice, care ne permite de a obține o schemă reconfigurată unde gradul de reducere a pierderilor de putere activă este mai mare. Scopurile acestor lucrări este de a realiza o analiză a regimurilor de funcționare ale rețelelor electrice buclate neomogene, metodele de reconfigurarea rețelelor de medie și înaltă tensiune la care sunt racordate surse de generare distribuită, integrarea surselor de generare distribuită în rețelele electrice de distribuție și impactul acestora asupra rețelelor electrice de distribuție. În studiile de caz se analizează două rețele electrice de medie și înaltă tensiune la care sunt racordate surse de generare distribuită și influența consumatorilor asupra reconfigurării rețelei electrice. Din aceste considerente se va efectua un calcul cu scopul de a determina tronsoanele unde circulația de curenți este minimă, după care tronsoanele depistate vor fi deconectate și astfel vom debucla rețele electrice obținând un regim optim de funcționare a rețelei. Prin aplicarea acestei reconfigurări în rețele electrice, se va reduce gradul de neomogenitate și rețeaua electrică va funcționa într-un regim optimal care ne oferă posibilitatea de micșorare a pierderilor de putere și energie activă.

Totodată din considerentele de reducere a pierderilor de putere activă în rețelele electrice de distribuție vom analiza tipurile de surse de generare distribuite care vor fi racordate la rețeaua electrică de distribuție și cum vor influența asupra pierderilor de putere activă. Vom analiza care sunt puterile optime pentru sursele de generare distribuită pentru a obține un minimum de pierderi de putere activă după racordarea acestora și vom pune accent la ce clasă de tensiune este necesar de racordat sursa distribuită în dependență de puterea instalată. Luând în considerație o creștere avansată a surselor de generare distribuită și necesitatea acestora de-a fi racordate la rețeaua electrică de

ditribuție, vom prezenta cerințele obligatorii care trebuie să fie îndeplinite de către producătorul de energie electrică până a fi pusă instalația de producere sub tensiune.

BIBLIOGRAFIE

1. Dumbravă, V. – *Optimizarea structurii și funcționării rețelelor electrice urbane*, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICĂ București, 1998.
2. Triștiu, I. – *Reconfigurarea rețelelor electrice de distribuție de medie tensiune*, Teză de doctor, Universitatea POLITEHNICĂ București, 1988
3. Cherkaoui, R. *Méthodes heuristiques pour la recherche de configurations optimales d'un réseau électrique de distribution*, Teza de doctor 1052, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 1992
4. Triștiu, I. – *Sisteme de distribuție a energiei electrice în prezența generării distribuite*. Politehnica pres București 2017.
5. H O T Ă R Î R E cu privire la aprobarea Instrucțiunii privind calcularea pierderilor de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului nr. 246 din 02.05.2007
6. <http://www.rasfoiesc.com/inginerie/electronica/BUCLAREA-SI-DEBUCLAREA-RETELEL56.php>
7. Stratan, I., Iapții R. – Teză de licență cu Tema: *Debuclarea Optimală a Rețelelor Electrice de Medie Tensiune în Prezența Generării Distribuite*
8. - *Prescripții pentru instalații de micro-generare destinate pentru a fi conectate în paralel cu rețele electrice de distribuție de joasă tensiune, de interes public*, SR EN 50438.
9. - *Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 1: Connection to a LV distribution network above 16 A*, CLC/TS 50549-1, European Committee for Electrotechnical Standardization, January 2015.
10. Miculescu, Th., Bazaciu, G. - *Optimizări în sistemele energetice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
11. – *Connection criteria at the distribution network for distributed generation*, CIGRE Task Force C6.04.01, October 2005.
12. Florea, A.M. – *Elemente de Inteligență Artificială*, Vol. I – *Principii și Modele*, Litografia U.P.B. , București, 1993.
14. - *Caracteristici ale tensiunii în rețelele electrice publice*, SR EN 50160.
15. - Badea, A., Necula, H. (coordonatori) – *Surse regenerabile de energie*, Editura AGIR, București, 2013.
16. - *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Countries*, International Energy Agency, France, 2004.

17. - *IEEE Guide for Interfacing Dispersed Storage and Generation Facilities with Electric Utility Systems*, American National Standards Institute/ Institute of Electrical and Electronics Engineering, Std 1001-1988, 3 April 1989.
- 18.- Mandiș, Al. – *Reglajul tensiunii în rețelele electrice de distribuție în prezența generării distribuite*, Teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA București, 2013.
19. - *Renewables 2016, Global Status Report*, Renewable Energy Policy Network For The 21st Century.
20. - *The European offshore wind industry statistics - key trends and 2015*, European Wind Energy Association, February 2016.
21. - Triștiu, I., Eremia, M., Bulac, C., Toma, L. *L'influence de l'introduction de la production décentralisée sur les pertes de puissance dans les réseaux électriques de distribution*, Conferința Internațională Energie-Mediu, București, 20-22 octombrie 2005.22.-
22. - *Technical guide to the connection of generation to the distribution network*, www.distributed-generation.gov.uk.
- 23.– *Prescripții pentru conectarea micro-generatoarelor în paralel cu rețelele electrice publice de distribuție de joasă tensiune*, SR EN 50438:2008.