

**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**

**Evaluarea influenței comutatoarelor  
de reglaj al tensiunii sub sarcină a transformatoarelor  
de putere asupra regimului de funcționare a rețelei  
electrice**

**Teza de master**

**Student:** \_\_\_\_\_ **GORAȘ Serghei**  
gr. EM-19M

**Conducător:** \_\_\_\_\_ **STRATAN Ion**  
prof. univ., dr.

**Chișinău, 2020**

## ADNOTARE

**Autor** – GORAȘ Serghei. **Titlul** – *Analiza influenței comutatoarelor de reglaj al tensiunii sub sarcină a transformatoarelor de putere asupra regimului de funcționare a rețelei electice.*

**Structura lucrării:** lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din 4 titlu și 9 link-uri utilizate, 59 pagini, 39 figuri, 6 tabele.

**Cuvinte-cheie:** plot, priză, transformator, comutator de tensiune, selector, ruptor, mecanism de acționare, treaptă de tensiune, raport de transformare, pierderi de tensiune, pierderi de putere.

**Scopul lucrării:** determinarea influenței comutatorului de reglaj a tensiunii sub sarcină asupra rețelei electrice.

**Obiectivele generale:** analiza influenței comutatorului de reglaj a tensiunii sub sarcină asupra rețelei electrice, determinarea plotului optim pentru minimizarea pierderilor de putere.

**Rezultate obținute:** în urma studiului s-a demonstrat impactul comutatorului de reglaj a tensiunii sub sarcină asupra rețelei electrice, au fost obținute pierderile de putere activă și reactivă sumare în rețea și s-a demonstrat că pierderile depind total de plotul transformatorului

## ABSTRACT

**Author** – GORAȘ Serghei. **Title** – *Evaluation of the influence of on-load voltage control switches of the power transformers on the operating mode of the electrical network.*

**Thesis structure:** the paper contains an introduction, four chapters, conclusions, bibliography of 4 titles and 9 links used, 58 pages, 39 figures, 6 tables.

**Keywords:** plot, socket, transformer, voltage switch, selector, breaker, drive, voltage stage, transformation ratio, voltage loss, power loss.

**The scope of the work:** determining the influence of the on-load tap-changer on the mains.

**General objectives:** analysis of the influence of the voltage control switch under load on the electrical network, determination of the optimal plot to minimize power losses

**Result obtained:** the study demonstrated the impact of the on-load voltage control switch on the mains, the losses of active active and reactive power in the network were obtained and it was shown that the losses depend entirely on the transformer plot

## CUPRINS

Pag.

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>9</b>
<b>1. CONSTRUCȚIA ȘI CARACTERISTICA COMUTATOARELOR DE REGLAJ A TENIUNEI SUB SARCINĂ.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Comutatorul de reglaj a tensiunii sub sarcină, tip RS.....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Construcția dispozitivului de comutare.....	10
1.1.2. Procesul de comutare .....	14
1.1.3. Caracteristicile comutatorului sub sarcină, tip RS .....	15
<b>1.2. Comutatorul de reglaj a tensiunii sub sarcină, tip RNT .....</b>	<b>16</b>
1.2.1. Construcția dispozitivului de comutare.....	16
1.2.2. Procesul de comutare .....	18
<b>1.3. Comutatorul de reglaj a tensiunii sub sarcină VACUTAP, tip VV .....</b>	<b>19</b>
1.3.1. Procesul de comutare .....	20
1.3.2. Caracteristicile comutatorului sub sarcină VACUTAP, tip VV .....	26
<b>1.4. Comutatorul de reglaj a tensiunii sub sarcină VACUTAP, tip VR .....</b>	<b>27</b>
1.4.1. Procesul de comutare .....	27
1.4.2. Caracteristica comutatorului .....	30
<b>2. ALEGEREA PLOTULUI TRANSFORMATORULUI ÎN REȚELELE ELECTRICE.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Alegerea plotului pentru transformatorul cu două înfășurări .....</b>	<b>32</b>
2.1.1. În cazul instalării comutatorului de tensiune sub sarcină în teutul înfășurării de înaltă tensiune a transformatorului.....	33
2.1.2. În cazul instalării comutatorului de tensiune sub sarcină pe partea de joasă tensiune a transformatorului .....	34
<b>2.2. Alegerea plotului pentru transformatorul cu trei înfășurări.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3. Schemele echivalente ale transformatoarelor .....</b>	<b>39</b>
2.3.1. Schema echivalentă a transformatorului cu două înfășurări .....	40
2.3.2. Schema echivalentă a transformatorului cu trei înfășurări.....	41
<b>3 INFLUENȚA COMUTATORULUI DE TENSIUNE SUB SARCINĂ ASUPRA REGIMULUI DE FUNCȚIONARE A REȚELEI.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. Influența comutatorului de tensiune sub sarcină asupra pierderilor de putere activă și reactivă în transformator .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Influența comutatorului de tensiune sub sarcină asupra pierderilor de putere activă și reactivă în rețea.....</b>	<b>47</b>
<b>4 PROTECȚIA ȘI AUTOMATIZAREA COMUTATORULUI DE TENSIUNE SUB SARCINĂ .....</b>	<b>51</b>

<b>4.1. Dispozitivul de automatizare și control „TOR-200” .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Sistemul de protecție a firmei Maschinenfabrik Reishausen (MR).....</b>	<b>55</b>
4.2.1. Releul de protecție RS 2001.....	55
4.2.2. Utilizarea diafragmei reductoare de presiune.....	56
<b>CONCLUZIE .....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>59</b>

## INTRODUCERE

Evoluția societății omenești a fost permanent legată de creșterea consumului de energie de diverse forme. Electroenergetica reprezintă astăzi unul dintre cei mai intensi utilizatori te tehnică de calcul. Comportarea sistemelor electroenergetice (SEE) moderne, de dimensiuni mari și interconectate, impune abordări și tehnici de studii specifice și determină ca probleme privind proiectarea, exploatarea, conducerea și controlul SEE să devină extrem de complexe și pretențioase. În acest context, dezvoltarea și implementarea unor sisteme informatice integrate competitive și flexibile, dotate cu echipamente și funcții software puternice reprezintă soluții eficiente și absolut necesare în conducerea și managementul SEE.

Introducerea comutatoarelor de reglaj a tensiunii sub sarcină îmbunătățește eficiența funcționării sistemului electric în mod considerabil, această tehnică fiind acceptată în lumea întreagă. În general procentul de transformatoare ce sunt echipate cu comutatoare de reglaj a tensiunii sub sarcină crește odată cu creșterea densității sarcinilor și interconexiunilor la rețeaua electrică de distribuție.

De-a lungul deceniilor, comutatoarele de reglaj a tensiunii sub sarcină au fost îmbunătățite devenind aparate fiabile, disponibile într-o largă gamă de aplicații pentru diverse valori ale curenților și tensiunilor, domeniul ce acoperă necesitățile rețelelor actuale și transformatoarelor din diverse procese industriale și asigură un sistem de control optim.

Plecând de la aceste considerente, lucrarea de față își propune o analiză a diverselor tipuri de comutatoare de reglaj a tensiunii sub sarcină utilizate în prezent în sistemul energetic al Republicii Moldova, o descriere succintă privind construcția acestora și modul de funcționare și desigur o analiză a impactul acestora asupra sistemului energetic.

## BIBLIOGRAFIE

1. VACUTAP® VV® Technical Data (TD 203/05). Disponibil: <https://www.reinhausen.com/>
2. *On-Load Tap-Changers for Power Transformers*, autor: Dr. Dieter Dohnal. Disponibil: <https://www.reinhausen.com/>
3. <https://leg.co.ua/info/transformatory/rpn.html>
4. <https://lider-energo.ru/rpn-tipa-rs-41>
5. <https://leg.co.ua/info/transformatory/konstrukciya-i-princip-deystviya-pereklyuchayuschih-ustroystv-rnt.html>
6. [http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/16173/1/conference\\_tpu-2015-C43-V3-017.pdf](http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/16173/1/conference_tpu-2015-C43-V3-017.pdf)
7. <https://leg.co.ua/info/transformatory/konstrukciya-i-princip-deystviya-pereklyuchayuschih-ustroystv-rnt.html>
8. [https://www.reinhausen.com/ru/desktopdefault.aspx/tabid-54/19\\_read-13/](https://www.reinhausen.com/ru/desktopdefault.aspx/tabid-54/19_read-13/)
9. [https://www.reinhausen.com/ru/desktopdefault.aspx/tabid-1976/2891\\_read-8131/](https://www.reinhausen.com/ru/desktopdefault.aspx/tabid-1976/2891_read-8131/)
10. PROȚUC I. POGORA V. *Alimentarea cu energie electrica: ciclul de prelegeri*. Vol. 1 / Univ. Tehnica a Moldovei. Fac. Energetica (Ch.). Catedra Electoenergetica - Ch.: U.T.M., 2010.
11. BICĂ Dorin „*Sisteme informatice moderne în electrotehnică*” Editura Universității „Petru Maior,, - Târgu – Mureș, 2005.
12. PLEȘCA A.T. LICĂU M. „*Comutatoare de reglaj pentru transformatoarele electrice de putere*,, Iași, 2003.
13. СТРАТАН И.П. НЕРЕТИН В.И. СПИВАК В.Л. „*Расчет и анализ режимов электроэнергетических систем*,, Кишинев „Штиинца,, 1990.
14. ALEXANDRESCU Virgil „*Analiza sistemelor electroenergetice în regim permanent*,, Iași, 1997.