

# Analiza utjecaja prenapona na rad energetskih transformatora

---

Šanje, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:477957>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-29**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**ANALIZA UTJECAJA PRENAPONA NA RAD**  
**ENERGETSKIH TRANSFORMATORA**

**Diplomski rad**

**Tomislav Šanje**

**Osijek, 2015.**

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| <b>1. UVOD</b> .....   | 1  |
| <b>2. PRENAPONI</b> .....                                      | 2  |
| 2.1. Općenito o prenaponima .....                              | 2  |
| 2.2. Podjela prenapona .....                                   | 3  |
| 2.3. Karakteristike prenapona .....                            | 5  |
| 2.4. Unutrašnji prenaponi .....                                | 7  |
| 2.5. Atmosferski prenaponi .....                               | 9  |
| 2.5.1. Mehanizam nastanka atmosferskih pražnjenja .....        | 11 |
| 2.5.1.1. Točkasto pražnjenje .....                             | 11 |
| 2.5.1.2. Skokoviti lider .....                                 | 12 |
| 2.5.1.3. Glavno pražnjenje.....                                | 13 |
| 2.5.1.4. Višestruki udari.....                                 | 13 |
| 2.5.2. Energija groma .....                                    | 14 |
| 2.5.3. Parametri atmosferskih pražnjenja .....                 | 14 |
| 2.5.3.1. Električni parametri .....                            | 15 |
| 2.5.3.2. Meteorološki parametri atmosferskih pražnjenja .....  | 17 |
| 2.5.4. Gustoća atmosferskih pražnjenja u zemlju .....          | 19 |
| 2.6. Podjela zaštitnih uređaja od atmosferskih prenapona ..... | 19 |
| 2.6.1. Gromobrani .....  | 20 |
| 2.6.2. Zaštitno uže .....                                      | 21 |
| 2.6.3. Zaštitno iskrište .....                                 | 22 |
| 2.6.4. Odvodnici prenapona .....                               | 22 |
| <b>3. GRAĐA TRANSFORMATORA</b> .....                           | 23 |
| 3.1. Općenito o transformatorima .....                         | 23 |
| 3.2. Konstrukcijski elementi transformatora.....               | 24 |
| 3.3. Elementarna teorija transformatora .....                  | 26 |
| 3.4. Opterećenje idealnog transformatora .....                 | 29 |
| 3.5. Analiza realnog transformatora .....                      | 31 |
| 3.6. Ispitivanje transformatora.....                           | 33 |
| 3.6.1. Pokus praznog hoda .....                                | 33 |
| 3.6.2. Pokus kratkog spoja.....                                | 35 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4. PRIJELAZNE POJAVE NA TRANSFORMATORU ZA VRIJEME PRENAPONA .....</b>            | <b>36</b> |
| 4.1. Model transformatora za analizu prenapona .....                                | 36        |
| 4.2. Model transformatora za analizu prenetih prenapona s primara na sekundar ..... | 40        |
| 4.2.1. Kapacitivno prenošenje prenapona s jednog na drugi namot .....               | 41        |
| 4.2.2. Induktivno prenošenje prenapona s jednog na drugi namot.....                 | 43        |
| <b>5. PRORAČUN PRENAPONA TRANSFORMATORA.....</b>                                    | <b>44</b> |
| 5.1. Važnost proračun transformatora.....   | 44        |
| 5.2. Pobuda.....  | 44        |
| 5.3. Osnovni principi modeliranja prenapona.....                                    | 46        |
| 5.4. Početna raspodjela .....   | 47        |
| 5.5. Konačna raspodjela .....   | 52        |
| 5.6. Prijelazna pojava.....   | 54        |
| <b>6. ZAKLJUČAK .....</b>   | <b>58</b> |
| <b>7. LITERATURA .....</b>  | <b>59</b> |
| <b>8. SAŽETAK .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>9. ŽIVOTOPIS .....</b>   | <b>62</b> |

## 8. SAŽETAK

U radu je bilo potrebno analizirati utjecaj prenapona na energetski transformator, to jest, što se događa unutar transformatora kada na njega nailazi prenaponski val. Zbog svoje prirode, vrlo strmog čela vala, ali vrlo kratkog trajanja, prenaponi su specifični jer sadrže puno više frekvencije od standardnih napona prisutnih u transformatoru. Nakon upoznavanja pojave prenapona i njegovog utjecaja, bilo je potrebno prije same analize modelirati transformator. On je u ovom radu modeliran kapacitetom između namota i kapacitetom prema zemlji. Prenaponski val modelira je pravokutnim valom koja je u ovom slučaju relativno dobra aproksimacija događanja. Simulacija je rađena u Matlabu. Iz rezultata se vidi da prenaponski val puno više utječe na raspodjelu napona unutra transformatora kada je njegove zvjezdište neuzemljeno, jer praktički udvostručava napona unutar transformatora.

**Ključne riječi:** Energetski transformator, prenapon, atmosferski prenapon, kapacitet, raspodjela napona, amplituda, frekvencija

## **SUMMARAY**

This work is necessary to analyze the impact of surges in power transformer, that is, what is happening inside the transformer when it encounters the overvoltage wave. Because of its nature, a very steep wave front, but very short duration, voltages are specific because they contain much higher frequency than the standard voltage present in the transformer. After getting to know the voltage spikes and its impact, it was necessary prior to the analysis model transformer. It is in this paper modeled a capacity between windings and capacity to ground. The surge wave modeled by rectangular wave which is in this case a relatively good approximation of events. The simulation was conducted in Matlab. The results show that the surge wave is affecting the distribution of power in the transformer when its star-unearthed, because virtually doubles the voltage inside the transformer.

**Key words:** Power transformer, overvoltage, atmospheric overvoltage, capacity, distribution voltage, amplitude, frequency