

# Utjecaj uzemljenja zvjezdišta elektroenergetskih mreža na struje jednopolnog kvara

---

Tokić, Željko

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:200:964002>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-19**

*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Diplomski studij**

**UTJECAJ UZEMLJENJA ZVJEZDIŠTA  
ELEKTROENERGETSKIH MREŽA NA STRUJE  
JEDNOFAZNOG KVARA**

**Diplomski rad**

**Željko Tokić**

**Osijek, 2015.**

# SADRŽAJ:

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1.      | UVOD.....  | 1  |
| 1.1     | Zadatak diplomskog rada.....   | 1  |
| 2.      | KRATKI SPOJ.....   | 2  |
| 2.1     | Općenito o kratkom spoju .....   | 2  |
| 2.2     | Fizikalne osnove kratkog spoja.....  | 3  |
| 2.3     | Udarna struja kratkog spoja ( $i_p$ ) .....  | 6  |
| 2.4     | Rasklopna struja kratkog spoja ( $I_b$ ).....  | 7  |
| 3.      | PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA.....   | 9  |
| 3.1     | Metoda simetričnih komponenata.....  | 9  |
| 3.2     | Definiranje impedancija kratkog spoja simetričnih mreža .....                          | 11 |
| 3.3     | Faktor napona (c) .....  | 14 |
| 3.4     | Nadomjesni naponski izvor na mjestu kratkog spoja .....                                | 15 |
| 3.5     | Impedancije elemenata sustava u direktnom, inverznom i nultom sustavu .....            | 16 |
| 3.5.1   | Pojna mreža.....   | 16 |
| 3.5.2   | Transformatori.....  | 18 |
| 3.5.2.1 | Dvonamotni transformator .....   | 18 |
| 3.5.2.2 | Tronamotni transformator .....   | 19 |
| 3.5.2.3 | Korekcijski faktor za dvo i tronamotne transformatore.....                             | 20 |
| 3.5.2.4 | Nadomjesne sheme transformatora pri različitim grupama spoja.....                      | 21 |
|         | Tablica 3.2. Nadomjesne sheme transformatora pri različitim grupama spoja [6].....     | 21 |
| 3.5.3   | Nadzemni vodovi .....  | 24 |
| 3.5.4   | Kabeli.....  | 25 |
| 3.5.5   | Sinkroni generator .....   | 26 |
| 3.5.6   | Blok spoj generator- transformator s regulacijskom preklopkom.....                     | 28 |
| 3.5.7   | Blok spoj generator–transformator (SO) bez regulacijske preklopke.....                 | 29 |
| 3.5.8   | Asinkroni motori .....   | 30 |
| 3.5.8.1 | Doprinos asinkronih motora struji kratkog spoja .....                                  | 31 |
| 4.      | JEDNOFAZNI KRATKI SPOJ.....  | 33 |
| 4.1     | Matematički model jednofaznog kratkog spoja.....                                       | 33 |
| 4.2     | Tretman zvjezdišta.....  | 35 |
| 4.2.1   | Mreže s neuzemljenim (izoliranim) zvjezdištem.....                                     | 36 |
| 4.2.2   | Neposredno (kruto) uzemljene mreže.....  | 39 |
| 4.2.3   | Posredno, niskoomsko uzemljenje mreže preko induktivnog svitka ili djelatnog otpora .. | 41 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.4 | Posredno rezonantno uzemljenje mreže preko Petersenovog svitka .....               | 42 |
| 5.    | EKSPERIMENTALNI DIO .....  | 43 |
| 5.1   | Ručni proračun jednopolnog kvara .....   | 46 |
| 5.2   | Analiza osjetljivosti jednopolnog kvara o tretmanu zvjezdišta transformatora ..... | 68 |
|       | ZAKLJUČAK .....  | 76 |
|       | LITERATURA.....  | 77 |
|       | SAŽETAK .....  | 78 |
|       | ŽIVOTOPIS .....  | 79 |

## SAŽETAK

Glavni zadatak rada bio je opisati utjecaj uzemljenja zvjezdišta transformatora na struju jednofaznog kvara. Nakon uvodnog poglavlja, opisuje se kratki spoj, njegove fizikalne osnove te vremenski tijek struje kvara u ovisnosti o mjestu nastanka kratkog spoja. Treće poglavlje opisuje proračun kratkog spoja, postupak pretvaranja nesimetričnog sustava u simetrični, čime se olakšava proračun i prikazan je način određivanja nadomjesnih impedancija pojedinih elemenata elektroenergetskog sustava. Kroz četvrto poglavlje opisan je matematički model jednofaznog kvara te prednosti i nedostaci pri različitim tretmanima zvjezdišta. Zadnje poglavlje sastoji se od dva dijela. U prvom dijelu prikazan je ručni proračun struje jednofaznog kvara na sabirnici, a u drugom dijelu izvršena je analiza osjetljivosti jednofaznog kvara u ovisnosti o tretmanu zvjezdišta. Odabir načina uzemljenja ovisi o konkretnoj situaciji za pojedino postrojenje te se moraju promatrati prednosti i nedostaci pojedinih načina uzemljenja.

## ABSTRACT

The main goal of the thesis was to describe the effects of grounded Y connection of the transformer on the short circuit single phase current. After the introduction chapter, the short circuit is described, its physical preferences and the time diagram of the current in correlation with the place of the shortening. Third chapter describes the short circuit calculations, the transformation of a non-symmetrical system to a symmetrical one, which in turn simplifies calculations. A way of determining impedance of elements of the grid system is also shown. Throughout the forth chapter a mathematical model of a single phase short circuit is described, and advantages and disadvantages of different connection types are shown. The last chapter consists of two parts. The first part shows a calculation of single phase short circuit current on the bus bar, and the second part shows the analysis of sensitivity of the short circuit depending on the connection type. The selection of method used to ground a transformer depends of the situation of each individual transformer and advantages and limitations of each must be considered.