# Modeliranje energetskog transformatora

**Markulić, Marko**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:620813

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**

*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

# MODELIRANJE ENERGETSKOG TRANSFORMATORA

**Diplomski rad**

**Marko Markulić**

**Osijek, 2015.**

# SADRŽAJ

**1.UVOD** ..... **1**

1.1.Zadatak završnog rada ..... 1

**2.OPIS MODELA I PARAMETARA** ..... **2**

2.1. Magnetski strujni krugovi ..... 2

2.2. Nadomjesna shema ..... 3

2.3. Naponske jednadžbe ..... 4

2.4. Model transformatora ..... 7

2.4.1. Jednofazni model s parametrima ..... 7

2.4.2. Clarkova transformacija ..... 12

2.4.3. Trofazni model ..... 16

2.5.4.Inverzna Clarkova transformacija ..... 17

**3.UTJECAJ PARAMETARA I SIMULACIJA KVAROVA** ..... **20**

3.1. Gubici u željezu ..... 20

3.2. Gubici u bakru ..... 22

3.3. Napon kratkog spoja $U_k$ ..... 25

3.4. Simulacija kvarova ..... 25

3.4.1. Podjela sekundara na dva segmenta ..... 26

3.4.2. Podjela sekundara na tri segmenta ..... 32

3.4.3. Podjela sekundara na četiri segmenta ..... 39

3.5. Primar transformatora ..... 46

3.5.1. Podjela primara na dva segmenta ..... 47

3.5.2. Podjela primara na tri segmenta ..... 49

**4.ANALIZA OSJETLJIVOSTI** ..... **52**

4.1. Modifikacija sekundara ..... 52

4.2. Parametri voda ..... 53

4.3. Simulacija jednofaznog kratkog spoja na vodu ..... 54

4.3.1. Jednofazni kratki spoj na početku voda ..... 54
4.3.2. Jednofazni kratki spoj na sredini voda ..... 56
4.3.3. Jednofazni kratki spoj na kraju voda ..... 58
4.4. Simulacija trofaznog kratkog spoja ..... 60
4.4.1. Trofazni kratki spoj na početku voda ..... 61
4.4.2. Trofazni kratki spoj na sredini voda ..... 62
4.4.3. Trofazni kratki spoj na kraju voda ..... 63
**5. ZAKLJUČAK ..... 65**
LITERATURA ..... 67
SAŽETAK ..... 68
ABSTRACT ..... 69
ŽIVOTOPIS ..... 70

# SAŽETAK

Zadatak diplomskog rada je detaljan opis modeliranja energetskog transformatora. Korištenjem Clarkove transformacije, model je prebačen iz trofaznog sustava (*abc*) u dvofazni (mirni) sustav ($\alpha$-$\beta$). Simuliranje kratkog spoja i praznog hoda provedeno je s ciljem ispitivanja ispravnosti rada transformatora. Nakon utvrđenog ispravnog rada transformatora, provedena je simulacija kvarova u pojedinim dijelovima energetskog transformatora. Simuliran je kratki spoj na različitim dijelovima (početak, sredina i kraj) namota sekundara koji je podijeljen na segmente (dva, tri i četiri). Povećanjem broja segmenata dolazi do smanjenja struje i napona zbog smanjenja namota po segmentu, odnosno, smanjenje otpora. U model sekundara umetnut je paralelni vod te je modeliran trofazni kratki spoj na početku, sredini i kraju voda. Simulacijom je utvrđen Ferrantijev efekt koji se javlja zbog podopterećenog voda.

Ključne riječi: energetski transformator, Clarkova transformacija, namot, segment, trofazni kratki spoj

## ABSTRACT

The task of thesis is a detailed description of the modeling power transformer. By using Clark's transformation, the model is transferred from the three-phase system (ABC) in a two-phase (quiet) system (α-β). Simulating a short circuit and idling was conducted to test the correctness of transformers. Once established the correct operation of the transformer, simulations of failures in some parts of the power transformer. A short circuit is simulated in different parts (beginning, middle and end) of secondary windings which is divided into segments (two, three and four). Increasing the number of segments, a decrease of current and voltage is occured due to reduced windings per segment. In the model of secondary is inserted parallel line and modeled three-phase short circuit at the beginning, middle and end of the line. Simulations have determined Ferranti effect that occurs because under loaded line.


Keywords: power transformer, Clark's transformation, winding, segment, three-phase short circuit