

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Sveučilišni studij

**PRORAČUN ELEKTROMAGNETSKIH POLJA
KORIŠTENJEM NUMERIČKIH POSTUPAKA**

Diplomski rad

Kristijan Schoblocher

Osijek, 2015.

1. UVOD	1
1.1 Zadatak diplomskog rada.....	1
2. MAXWELLOVE JEDNADŽBE	2
2.1. Maxwellove jednadžbe u integralnom obliku	2
2.1.1. Prva Maxwellova jednadžba – Gaussov zakon	2
2.1.2. Druga Maxwellova jednadžba – Gaussov zakon za magnetizam	3
2.1.3. Treća Maxwellova jednadžba – Faradayev zakon	4
2.1.4. Četvrta Maxwellova jednadžba – Prošireni Amperov zakon.....	5
2.2. Diferencijalni oblik Maxwellovih jednadžbi.....	7
2.2.1. Gaussov zakon u diferencijalnom obliku	7
2.2.2. Gaussov zakon za magnetsko polje u diferencijalnom obliku	8
2.2.3. Faraday - Maxwellov zakon elektromagnetske indukcije u diferencijalnom obliku	8
2.2.4. Amperov zakon u diferencijalnom obliku.....	8
3. SKIN EFEKT	10
3.1. Objašnjenje sa stajališta različite reaktancije unutar vodiča	10
3.2. Objašnjenje sa stajališta elektromagnetskih valova	11
4. NUMERIČKI PRORAČUNI U PROGRAMU MAXWELL - ANSYS.....	15
4.1. Općenito o programu.....	15
4.2. Modeliranje Skin efekta	16
4.2.1. Modeliranje u 3D	16
4.2.2. Modeliranje u 2D	18
4.3. Modeliranje blizinskog efekta	27
4.4. Modeliranje električnog polja oko dalekovoda.....	31
4.5. Modeliranje magnetskog polja oko dalekovoda.....	35
5. ZAKLJUČAK	38
POPIS UPOTREBLJENE LITERATURE I IZVORA INFORMACIJA	39
SAŽETAK.....	40
ABSTRACT	40
ŽIVOTOPIS	41
PRILOZI.....	42
Prilog P.4.....	42
P.4.1 Detaljnije upute za izvođenje simulacije skin efekta	42
P.4.2. Detaljnije upute za modeliranje električnog polja oko 110 kV dalekovoda	51

SAŽETAK

U diplomskom radu najprije su opisane Maxwellove jednačbe u integralnom obliku. Zatim su napisane Maxwellove jednačbe u diferencijalnom obliku budući da ih program Maxwell Ansoft koristi pri proračunu. Objasnjen je skin efekt sa 2 stajališta. Sa stajališta različitih reaktancija strujnica i sa stajališta elektromagnetskih valova. Nakon teorijskog dijela, izvedeni su numerički proračuni u programu Maxwell Ansoft. Modelira se skin efekt okruglog vodiča, blizinski efekt 3 vodiča pri različitim frekvencijama i materijalima. Zatim se modelira električno i magnetsko polje oko 110 kV dalekovoda.

Ključne riječi: Maxwell Ansys, skin efekt, efekt blizine, metoda konačnih elemenata, Maxwellove jednačbe

ABSTRACT

In final thesis Maxwell equations in diferencial form is firstly described. Then, Maxwell equations in differential form are described because Maxwell Ansoft using them doing calculations. Skin effect is explained from two points of view. From streamline different reactance point and from electromagnetic waves point. After theoretical part, numerical calculation are done in Maxwell Ansys software. Skin effect of round wire and proximity effect with 3 wires are modeled at different frequencies and materials. Then electric and magnetic field from 110 kV overhead line are modeled.

Key words : Maxwell Ansys, skin effect, proximity effect, finite element method, maxwells Equations