

# Proračun uzemljenja TS 400/110 kV i frekvencijski odziv uzemljivača

---

**Karmišević, Mario**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*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:200:292973>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**

*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Sveučilišni studij**

**PRORAČUN UZEMLJENJA TS 400/110 kV I  
FREKVENCIJSKI ODZIV UZEMLJIVAČA**

**Diplomski rad**

**Mario Karmišević**

**Osijek, 2014.**

## SADRŽAJ:

1.	UVOD.....	1
2.	OSNOVNE KARAKTERISTIKE UZEMLJIVAČA .....	2
2.1.	Općenito o uzemljenju .....	2
2.2.	Podjela uzemljivača.....	3
2.3.	Karakteristike uzemljivača .....	5
2.4.	Karakteristike tla.....	7
2.5.	Vrednovanje električne otpornosti tla na području Hrvatske.....	9
2.6.	Napon koraka i dodira .....	9
3.	Udar groma i sklopne operacije u VN mrežama .....	13
3.1.	Definicija prenapona .....	13
3.2.	Fenomen groma.....	14
3.3.	Struja groma i pobuda uzemljivača.....	15
4.	PRORAČUN UZEMLJENJA.....	16
4.1.	Trakasti uzemljivač .....	18
4.1.1.	Teorijske osnove.....	19
4.1.2.	Koeficijenti iskorištenja složenih trakastih uzemljivača .....	24
4.1.3.	Proračun otpora uzemljenja u jednoslojnom tlu uporabom schwartzove formule .....	24
5.	IMPULSNI UZEMLJIVAČI U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU .....	26
5.1.	Približni proračun impulsnog otpora trakastog i štapnog uzemljivača .....	27
5.2.	Približni proračun impulsnog otpora uzemljenja.....	29
5.3.	Dinamičko modeliranje impulsnih uzemljivača .....	32
5.4.	Proračun impulsnog otpora uzemljenja $R_i$ .....	35
5.5.	Analitičko modeliranje tranzijentnih karakteristika uzemljivača i proračun impulsne impedancije uzemljenja $Z_i$ .....	35
5.5.1.	Proračun impulsne impedancije uzemljenja $Z_i$ .....	36
5.5.2.	Utjecaj ionizacije tla oko uzemljivača na impulsnu impedanciju uzemljivača $Z_i$ .....	40
5.6.	Tranzijentne karakteristike impulsnih uzemljivača.....	42
5.6.1.	Opis modela.....	42
5.6.2.	Tranzijentna impedancija uzemljivačkog sustava $Z_t(t)$ .....	43
5.6.3.	Matematički model.....	44
5.7.	Sinteza odziva u vremenskoj domeni .....	47

6. SIMULACIJA FREKVENCIJSKOG ODZIVA UZEMLJIVAČA I OTPORA UZEMLJENJA NA UZEMLJIVAČU TRAFOSTANICE PRIMJENOM CDEGS PROGRAMSKOG PAKETA .....	48
6.1. Skalarni potencijal.....	50
6.2. Jakost električnog polja .....	55
6.3. Jakost magnetskog polja.....	61
6.4. Napon koraka i dodira .....	66
6.5. Proračun otpora uzemljenja.....	69
7. ZAKLJUČAK.....	70
8. LITERATURA .....	71
9. SAŽETAK .....	72
10. ŽIVOTOPIS.....	73

## 9. SAŽETAK

Ključne riječi:

struja munje, uzemljivački sustav, elektromagnetska polja.

Tranzijentno ponašanje uzemljenja transformatorske stanice prilikom udara groma istražuje se primjenom teorije polja. Prilikom udara groma u trafostanicu generiraju se velike struje u uzemljivačkom sustavu i disipiraju se u zemlju. Elektromagnetska polja uzrokovana takvim velikim strujama mogu uzrokovati štetu na opremi i mogu biti opasna za osoblje u transformatorskoj stanici. Teoriju polja treba koristiti za dobivanje točnog prikaza tranzijentnog ponašanja procesa udara munje u sustava uzemljenja trafostanice. U ovom radu modeliran je sustav uzemljenja trafostanice podvrgnut udaru munje u frekvencijskoj domeni. Numerički rezultati su prikazani u grafičkom obliku.

The transient behaviour of a transformer station grounding system subjected to a lightning strike is investigated using a field theory approach. When lightning strikes and transformer station, large currents generated by stroke flow in the grounding system and dissipate in the soil, The electromagnetic fields generated by such high currents may cause damage to equipment and may be dangerous to the personnel in transformer station. A field theory method should be used to obtain an accurate representation of the transient behaviour of the lightning process in the transformer station grounding system. In this paper, the frequency domain response of a transformer station grounding system subjected to a lightning strike have been modelled. numerical results are presented graphical form.

### **Abstract:**

Lightning current, grounding system, electromagnetic fields.