**Fakultet elektrotehnike i računarstva**

**Unska 3, 10000 Zagreb**

**Laboratorij elektroenergetika 1**

**Vježba 3**

*Zagreb, listopad 2010.*

## Untitled.jpgOpis mjerne metode

Opis mjerenja koje smo proveli prikazan je na sljedećoj slici:

*Slika 1: Mjerenje raspodjele potencijala U-I metodom*

Pri čemu je:

A mjereni uzemljivač

B pomoćni uzemljivač

C naponska sonda

D promjenljivi otpornik za ograničavanje struje kratkog spoja.

Za ovu metodu bitno je da udaljenost između pomoćnog i glavnog uzemljivača bude najmanje 2.5 puta veća od najdulje dimenzije glavnog uzemljivača. Dimenzije i svojstva kako pomoćnog tako i zadanog uzemljivača nam nisu bila poznata. Znali smo samo da je ukopan trakasti uzemljivač nepoznatih dimenzija. Možemo samo pretpostaviti da je ovaj uvjet u našem slučaju ispunjen.

Između pomoćnog i glavnog uzemljivača narine se napon koji je u stanju protjerati struju simuliranog kratkog spoja. U našem slučaju narinuli smo napon V pomoću kućnog transformatora, te dobili struju simuliranog kratkog spoja A. To je ujedno i struja kroz uzemljivač jer na njega u našem slučaju nije bilo priključenih zaštitnih užadi dalekovoda i podzemnih kabela pa je redukcijski faktor .

Pomoću voltmetra mjerili smo pad napona između glavnog uzemljivača i naponske sonde koja je povezana s uzemljivačem. Naponsku sondu odmicali smo od uzemljivača dok nismo došli do točke na kojoj je voltmetar prikazivao dosta malu razliku napona naspram prethodne točke. Tu točku uzeli smo kao referentnu zemlju gdje je potencijal na površini jednak 0, a voltmetar prikazuje tada napon uzemljivača. Taj napon iznosio je V.

Mjerenja smo vršili u tri pravca od uzemljivača:

1: Jugozapad

2: Sjeverozapad

3: Istok.

Vrijeme tijekom mjerenja bilo je oblačno, dan nakon obilnih kiša. Kiše su utjecale na vlažnost zemlje, s time i na vrijednost specifičnog otpora tla, i konačno na izmjereni potencijal na površini zemlje, koji je u našem slučaju bio puno manji od najnepovoljnijeg tijekom godine. Zato smo konačne vrijednosti pomnožili sa korekcijskim faktorom U konačnici dali smo pretpostavku kako bi se uzemljivač ponašao u nekim realnim uvjetima, primjerice da se koristi kao zaštitno uzemljenje neke srednjenaponske transformatorske stanice, gdje su struje zemljospoja ograničene na vrijednosti A, te prikazali raspodjelu potencijala na površini zemlje za takvu situaciju. Rezultati mjerenja dani su u sljedećim tablicama:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vrijeme: oblačno, mokro | | | |
| Objekt: FER | | (A) | (A) |
| Pravac: sjeverozapadzapad | |
| Udaljenost od središta uzemljivača, (m) | Napon koji pokazuje voltmetar, (V) | Potencijal na površini zemlje, (V) | Potencijal na površini zemlje sa uračunatim korekcijskim faktorom, (V) |
| 0 | 0 | 60,95 | 4418,875 |
| 0,3 | 45 | 15,95 | 1156,375 |
| 1 | 49 | 11,95 | 866,375 |
| 2 | 52,9 | 8,05 | 583,625 |
| 3 | 55,25 | 5,70 | 413,25 |
| 4 | 57 | 3,95 | 286,375 |
| 5 | 58 | 2,95 | 213,875 |
| 6 | 58,8 | 2,15 | 155,875 |
| 7 | 59,25 | 1,60 | 116 |
| 8 | 59,8 | 1,15 | 83,375 |
| 9 | 60,3 | 0,65 | 47,125 |
| 10 | 60,7 | 0,25 | 18,125 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vrijeme: oblačno, mokro | | | |
| Objekt: FER | | (A) | (A) |
| Pravac: jugozapad | |
| Udaljenost od središta uzemljivača, (m) | Napon koji pokazuje voltmetar, (V) | Potencijal na površini zemlje, (V) | Potencijal na površini zemlje sa uračunatim korekcijskim faktorom, (V) |
| 0 | 0 | 60,95 | 4418,875 |
| 0,3 | 45 | 15,95 | 1156,375 |
| 1 | 49,5 | 11,45 | 830,125 |
| 2 | 52,85 | 8,1 | 587,25 |
| 3 | 55,15 | 5,8 | 420,5 |
| 4 | 56,4 | 4,55 | 329,875 |
| 5 | 57,75 | 3,2 | 232 |
| 6 | 58,95 | 2 | 145 |
| 7 | 60 | 0,95 | 68,875 |
| 8 | 60,45 | 0,5 | 36,25 |
| 9 | 60,95 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vrijeme: oblačno, mokro | | | |
| Objekt: FER | | (A) | (A) |
| Pravac: istok | |
| Udaljenost od središta uzemljivača, (m) | Napon koji pokazuje voltmetar, (V) | Potencijal na površini zemlje, (V) | Potencijal na površini zemlje sa uračunatim korekcijskim faktorom, (V) |
| 0 | 0 | 60,95 | 4418,875 |
| 0,3 | 45 | 15,95 | 1156,375 |
| 1 | 50,1 | 10,85 | 786,625 |
| 2 | 53,9 | 7,05 | 511,125 |
| 3 | 56,7 | 4,25 | 308,125 |
| 4 | 59,05 | 1,9 | 137,75 |
| 5 | 59,35 | 1,6 | 116 |
| 6 | 59,4 | 1,55 | 112,375 |
| 7 | 59,5 | 1,45 | 105,125 |
| 8 | 59,6 | 1,35 | 97,875 |
| 9 | 60,6 | 0,35 | 25,375 |

Pri čemu je:

,

.

Otpor našeg uzemljivača iznosi:  
.

Ako uračunamo korekcijski faktor zbog mjerenja po vlažnom vremenu, tada otpor iznosi:

.

Kao što vidimo, otpor našeg uzemljivača ima jako veliku vrijednost, što rezultira velikim potencijalima na površini zemlje čak i za male vrijednosti struje zemljospoja. Tako velika vrijednost otpora nemože se nikako opravdati, posebice jer je uzemljivač ukopan u tlu ne tako velike specifične otpornosti tla, sa dosta velikom vlažnosti.

Formula za izračun otpora trakastog uzemljivača je:

Gdje je:

specifični otpor tla (Ωm),

*l* duljina trakastog uzemljivača,

h dubina ukopa trakastog uzemljivača,

d širina trake uzemljivača *.*

Iz toga zaključujemo (ako pretpostavimo da je uzemljivač ukopan na standardnoj dubini m) da se radi o uzemljivaču malih dimenzija duljine ispod 1 m. Dotični uzemljivač jako teško može zadovoljiti propise o dopuštenim naponima dodira i koraka norme HRN HD 637, te zadovoljiti svoju svrhu zaštite ljudi i imovine. Potencijal uzemljivača čak je 40 puta veći od dopuštenog napona dodira, tako da se dodatne mjere koje propisuje norma za poboljšanje učinkovitosti uzemljivača i zadovoljenje propisa (ukopavanje dodatnih prstenastih uzemljivača za oblikovanje potencijala, mijenjanje karakteristika tla, nasipavanje šljunka na površinu itd. ) uopće ne isplati provoditi. Najbolje bi bilo ukopati novi uzemljivač većih dimenzija.

Uzemljivač bi se jedino mogao koristiti u niskonaponskim objektima gdje struja zemljospoja ne prelazi vrijednosti A.

Grafovi raspodjele potencijala za pokusnu struju kratkog spoja A dani su na sljedećim slikama:

*Raspodjela potencijala za pravac sjeverozapad*

*Raspodjela potencijala za pravac istok*

*Raspodjela potencijala za pravac jugozapad*