

Primjena linijskih odvodnika prenapona za zaštitu dalekovoda od atmosferskih prenapona

Jovana Tuševljak, Mladen Banjanin

Elektrotehnički fakultet

Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

jovanatusevljak@gmail.com, banjanin@ymail.com,

Sadržaj—U radu su predstavljeni modeli elemenata elektroenergetskog sistema, predloženi u međunarodnim standardima koji se mogu koristiti za proračune visokofrekventnih prenaponskih pojava u elektroenergetskom sistemu. Ova vrsta prenapona se javlja kao posljedica atmosferskih pražnjenja u dalekovod. Za proračun je korišten program EMTP-ATP u kome je realizovan model preskoka na linijskoj izolaciji, kao i trofazni modeli stubova. Izračunata je struja u kanalu groma pri kojoj dolazi do pojave povratnog preskoka. Proračuni su rađeni za slučaj kada je gornja faza dalekovoda zaštićena linijskim odvodnicima prenapona i kada to nije slučaj. Pokazano je da se na faznim provodnicima, koji su zaštićeni linijskim odvodnikom prenapona, preskok ne može dogoditi. Sa porastom izolacionog nivoa dalekovoda vrijednost struje kvara značajno raste.

Ključne riječi—EMTP-ATP; preskok; linijski odvodnici prenapona;

I. UVOD

Udar groma u nadzemne visokonaponske vodove često izaziva privremene poremećaje ili prekide napajanja potrošača. Udar groma u dalekovod, kategorisan po mjestu udara, može biti:

- udar groma u fazni provodnik,
- udar groma u zaštitno uže ili stub.

Na sl. 1 [1] je prikazan primjer atmosferskog pražnjenja u visokonaponske vodove, praćeno pojavom povratnog preskoka.



Slika 1. Atmosfersko pražnjenje u visokonaponske vodove praćeno pojavom kvara

U okviru problematike zaštite od atmosferskih prenapona, visokonaponski vod se može štititi na sljedeće načine:

- postavljanjem zaštitnog užeta na vrh dalekovoda,
- izborom odgovarajućeg izolacionog nivoa dalekovoda i adekvatnim uzemljenjem stubova,
- ugradnjom linijskih odvodnika prenapona,
- primjenom dodatnih zaštitnih užadi ispod faznih provodnika (eng. “underbuilt shield wire”).

Ugradnja zaštitne užadi na vrh stuba dalekovoda je najstariji i najšire primjenjen sistem zaštite dalekovoda od atmosferskih prenapona. Suština zaštite je da se pražnjenje odvija u zaštitno uže, a ne u fazni provodnik.

U novije vrijeme se za smanjenje broja ispada dalekovoda usljed udara groma paralelno izolatorskim lancima postavljaju linijski odvodnici prenapona. Linijski odvodnici prenapona sprječavaju pojavu preskoka na štice izolatorskim lancima.

II. MODELI ELEMENATA KORIŠTENI PRILIKOM IZRADE PRORAČUNA

Modelovanje elemenata elektroenergetskog sistema prilikom proračuna atmosferskih prenapona na dalekovodima je izvršeno u programskom paketu EMTP-ATP (The Electromagnetic Transients Program-The Alternative Transients Program) [2], a u skladu sa standardom IEC 60071.

Simulacije su rađene sa ciljem da se odredi struja u kanalu groma koja prouzrokuje pojavu povratnih preskoka na dalekovodima.

A. Modeli elemenata korišteni prilikom proračuna u programskom paketu EMTP-ATP

Simulacije u programu EMTP-ATP su izvršene sa sljedećim modelima elemenata:

- Preskok na stubu dalekovoda se modeluje preko metode progresivnog lidera, jer ona modeluje fizikalne procese koji se dešavaju u vazduhu prije pojave preskoka na izolatoru. Najopštiji izraz za proračun brzine razvoja lidera u međuelektrodnom rastojanju je predložen u [3] i prihvaćen u [4] i u [5]. On se kao najopštiji najčešće i koristi i ima oblik:

$$v = 170 \cdot d \cdot \left(\frac{u(t)}{x(t)} - 545 \right) \cdot e^{0.0015 \cdot \frac{u(t)}{d}}, \quad (1)$$

gdje je:

d – dužina međuelektrodnog rastojanja [m],

x – dužina nepremoštenog međuelektrodnog rastojanja [m].

- Udar groma modeluje se kao realni strujni izvor oblika talasa 10/350 $\mu\text{s}/\mu\text{s}$ koji je predložen u standardu EN 62305-1:2006-02.
- Za talasni oblik struje groma uzet je talas linearno rastućeg čela i linearno opadajućeg začelja, koji je predložen u standardu IEC:2006 60071-4.
- Karakteristična impedansa zaštitnog užeta i faznog provodnika se prema [6] računa preko izraza:

$$Z_t = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \ln\left(\frac{2 \cdot h}{r}\right) = 60 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot h}{r}\right), \quad (2)$$

gdje je:

h – efektivna visina užeta iznad zemlje [m],

r – poluprečnik užeta [m].

- Stub dalekovoda tipa jela se prema [7] modeluje karakterističnom impedansom, koja se računa preko izraza (3):

$$Z_t = 30 \cdot \ln\left(\frac{2(h^2 + r^2)}{r^2}\right), \quad (3)$$

gdje je:

h – visina stuba [m]

r – poluprečnik osnove stuba [m].

- Stub dalekovoda tipa jela se prema [7] modeluje karakterističnom impedansom, koja se računa preko izraza (4):

$$Z_t = 60 \left[\ln\left(\frac{2H\sqrt{2}}{R}\right) - 1 \right], \quad (4)$$

gdje je :

R – ekvivalentni poluprečnik stuba na najužem mjestu,

H – visina stuba.

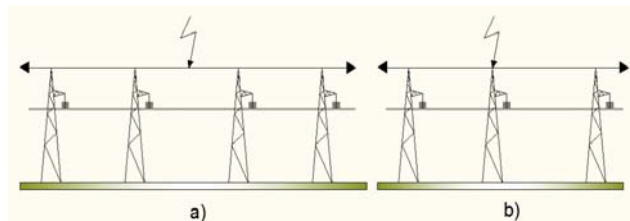
- Uzemljivač stuba je modelovan preko konstantne otpornosti.

III. REZULTATI PRORAČUNA

Pomoću prethodno opisanih modela, realizovani su trofazni modeli stubova nazivnih napona 110 kV, 220 kV i 400 kV. Na osnovu tih modela izvršeno je računanje struje groma pri kojoj se javlja preskok na dalekovodu. Proračun je urađen za slučaj kada se udar groma odvija u sredinu raspona i za slučaj kada se udar groma odvija u vrh stuba, pri različitim vrijednostima struje groma.

A. Optimalne zamjenske šeme dalekovoda

Analiza osjetljivosti rezultata na posmatrani broj stubova i raspona dalekovoda pokazuje da je optimalan broj stubova, odnosno optimalan broj raspona dalekovoda za proračun četiri stuba u slučaju udara groma u raspon, odnosno tri stuba za slučaj udara groma u vrh stuba. Na sl. 2 je prikazan optimalan broj stubova i optimalan broj raspona koji su korišteni u proračunu..

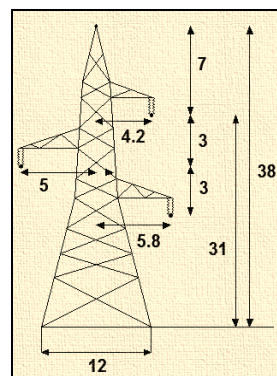


Slika 2. Optimalna zamjenska šema dalekovoda: a) za slučaj udara groma u sredini raspona i b) za slučaj udara groma u vrh stuba dalekovoda

B. Stub dalekovoda nazivnog napona 110 kV i 220 kV

Stub dalekovoda nazivnog napona 110 kV i 220 kV, koji je korišten prilikom proračuna, je tipa jela i prikazan je na sl. 3. Dimenzije stuba su date na osnovu realnih podataka za stubove dalekovoda. Parametri elemenata koji se koriste za proračun dati su u tabeli I. Sve vrijednosti iz tabele I su realne vrijednosti parametara za sistem nazivnog napona 220 kV.

Kod modelovanja 110 kV dalekovoda mijenjano je samo međuelektroдно rastojanje (korištene su vrijednosti iz tabele I), dok su ostali parametri isti kao za dalekovod nazivnog napona 220 kV.



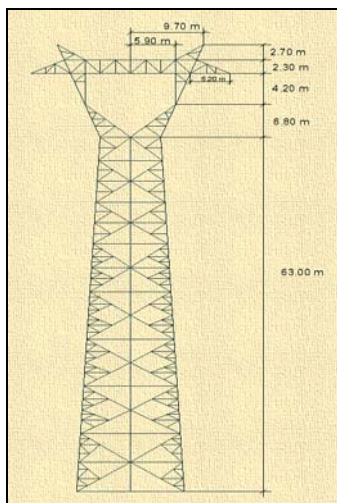
Slika 3. Izgled i dimenzije stuba 220 kV dalekovoda koji je korišten za proračun

TABELA I. ULAZNI PODACI ZA PRORAČUN U PROGRAMSKOM PAKETU EMTP-ATP

Veličina	Vrijednost
Broj zaštitnih užadi	1
Broj faznih provodnika u snopu	1
Horizontalno rastojanje osa stuba – faza I [m]	4.2
Vertikalno rastojanje zaštitno uže – faza I [m]	7
Međuelektrodno rastojanje [m] [400 kV]	2.5
Međuelektrodno rastojanje [m] [220 kV]	1.91
Međuelektrodno rastojanje [m] [110 kV]	0.958
Visina stuba i zaštitnog užeta - H_g [m]	38
Ugib zaštitnog užeta [m]	10
Ugib faznog provodnika [m]	12
Poluprečnik zaštitnog užeta [mm]	4.725
Poluprečnik faznog provodnika [mm]	14.31
Visina faznog provodnika – H_{ph} [m]	31
Poluprečnik osnove stuba – R [m]	6
Otpornost uzemljenja stuba [Ω]	15
Karakteristična impedansa stuba – Z_t [Ω]	135
Brzina prostiranja talasa kroz stub – [m/μs]	255
Karakteristična impedansa faznog provodnika [Ω]	482
Karakteristična impedansa zaštitnog užeta [Ω]	573
Dužina raspona [m]	200

C. Stub dalekovoda nazivnog napona 400 kV

Stub dalekovoda nazivnog napona 400 kV je Y stub, prikazan na sl. 4. Dimenzije stuba su date na osnovu realnih podataka za stubove dalekovoda.



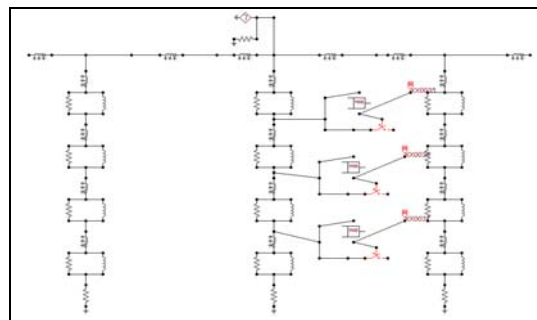
Slika 4. Izgled i dimenzije stuba 400 kV dalekovoda koji je korišten za proračun

D. Ispitivanje pojave preskoka na dalekovodu nazivnog napona 110 kV

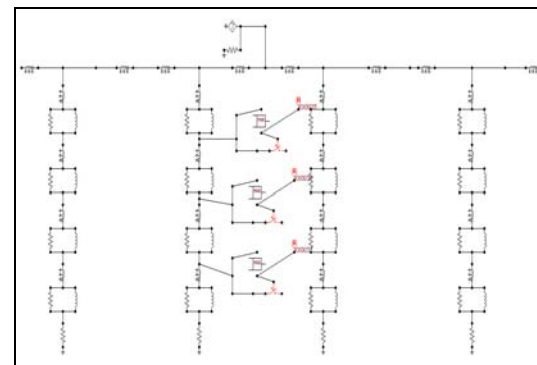
Ispitivanje pojave preskoka na dalekovodu je izvršeno za dva slučaja:

- pri udaru groma u vrh stuba,
- pri udaru groma u raspon.

Na sl. 5 i 6 su prikazane električne šeme pri udaru groma u vrh stuba i u raspon dalekovoda nazivnog napona 110 kV, dok su rezultati proračuna dati u tabeli II.



Slika 5. Električna šema razvijena u programskom okruženju EMTP-ATP – Udar groma u vrh stuba nazivnog napona 110 kV



Slika 6. Električna šema razvijena u programskom okruženju EMTR-ATP – Udar groma u raspon dalekovoda nazivnog napona 110 kV

TABELA II. REZULTATI PRORAČUNA, DOBIJENI PRI UDARU GROMA U VRH STUBA I U RASPON DALEKOVODA NAZIVNOG NAPONA 110 kV

Mjesto udara	Struja kanala groma [kA]	Faze na kojima nije došlo do preskoka	Redoslijed pojavljivanja preskoka na fazama
Vrh stuba	77	SF - DF	GF
	78	DF	GF - SF
	80	---	GF - SF - DF
Raspon dalekovoda	93	SF - DF	GF
	93.5	DF	GF - SF
	94	---	GF - SF - DF

Oznake iz tabele II, koje se javljaju i u ostalim tabelama, imaju sljedeće značenje: DF – donja faza, SF – srednja faza, GF – gornja faza.

Pri ovim proračunima, modelovana su zaštitna užad, koja predstavljaju najčešće korišten način zaštite dalekovoda od atmosferskih pražnjenja. Na osnovu prikazanih rezultata proračuna vidi se da se kritičniji rezultati dobijaju pri udaru groma u vrh stuba.

E. Ispitivanje pojave preskoka na dalekovodu nazivnog napona 220 kV

Kod modelovanja 220 kV dalekovoda promijenjeno je samo međuelektrodno rastojanje (korištene su vrijednosti iz tabele I), dok su ostale vrijednosti ostale nepromijenjene. Odgovarajuće električne šeme koje su realizovane za udar groma u vrh stuba i raspon dalekovoda nazivnog napona 220

kV, identične su električnim šemama prikazanim na sl. 5 i 6, respektivno. Rezultati proračuna su dati u tabeli III.

TABELA III. REZULTATI PRORAČUNA, DOBIJENI PRI UDARU GROMA U VRH STUBA I U RASPON DALEKOVODA NAZIVNOG NAPONA 220 kV

Mjesto udara	Struja kanala groma [kA]	Faze na kojima nije došlo do preskoka	Redoslijed pojavljivanja preskoka na fazama
Vrh stuba	117	SF - DF	GF
	118	DF	GF - SF
	120	---	GF - SF - DF
Raspon dalekovoda	184	SF - DF	GF
	186	DF	GF - SF
	188	---	GF - SF - DF

Ukoliko se uporede vrijednosti struja kanala groma pri kojima dolazi do preskoka na fazama dalekovoda nazivnog napona 110 kV i nazivnog napona 220 kV izvodi se zaključak da se vrijednosti struja u kanalu groma koje izazivaju kvar povećavaju sa povećanjem izolacionog nivoa dalekovoda.

F. Ispitivanje pojave preskoka na dalekovodu nazivnog napona 400 kV

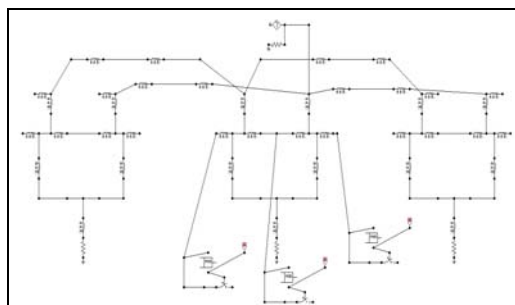
Električna šema koja je razvijena u programu EMTP-ATP za ispitivanje pojave kvarova na dalekovodu pri udaru groma u vrh stuba nazivnog napona 400 kV prikazana je na sl. 7.

Svi proračuni su izvršeni za dvije dužine raspona dalekovoda:

- za dužinu raspona od 300 m,
- za dužinu raspona od 600 m.

Rezultati ispitivanja pojave preskoka na fazama su prikazani u tabeli IV.

Do preskoka uvijek dolazi prvo na onoj spoljašnjoj fazi koja je najbliža mjestu udara. Za dužinu raspona dalekovoda 600 m dobijaju se kritičniji rezultati, odnosno dolazi do pojave preskoka na fazama pri nižim vrijednostima struja u kanalu groma. To se dešava jer se reflektovani talasi od uzemljivača, kod dalekovoda sa dugim rasponima i za slučaj udara groma u sredinu raspona, javljaju sa većim kašnjenjem. Struje kvara 400 kV dalekovoda su veoma velike tako da je godišnji broj ispada dalekovoda usljed udara groma mali. Iz prikazanih rezultata se zaključuje da se sa povećanjem izolacionog nivoa dalekovoda i sa smanjenjem dužine raspona dalekovoda povećava struja u kanalu groma koja izaziva kvar na dalekovodu.



Slika 7. Električna šema razvijena u programskom okruženju EMTP-ATP - Ispitivanje pojave preskoka na dalekovodu nazivnog napona 400 kV pri udaru groma u vrh stuba

TABELA IV. REZULTATI PRORAČUNA, DOBIJENI PRI UDARU GROMA U VRH STUBA NAZIVNOG NAPONA 400 kV

Mjesto udara	Dužina raspona [m]	Struja kanala groma [kA]	Vrsta kvara koji se pojavljuje	Faze na kojima je došlo do preskoka
Vrh stuba	300	160	jednofazni kvar	SPF
		161	dvofazni kvar	SPF - SRF
		164	trofazni kvar	SPF - SRF - NDF
	600	130.5	jednofazni kvar	SPF
		131	dvofazni kvar	SPF - SRF
		132	trofazni kvar	SPF - SRF - NDF

Oznake iz tabele IV imaju sljedeće značenje: SPF - spoljašnja faza koja je najbliža mjestu udara, SRF - srednja faza, NDF - najudaljenija faza od mjesta udara.

IV. LINIJSKI ODVODNICI PRENAPONA

Od svih uređaja koji se koriste za zaštitu od prenapona, odvodnik predstavlja najpouzadaniju zaštitu. Linijski odvodnici prenapona postavljaju se paralelno izolatorima, radi sprječavanja pojave preskoka na linijskoj izolaciji. Postoje dvije vrste linijskih odvodnika prenapona:

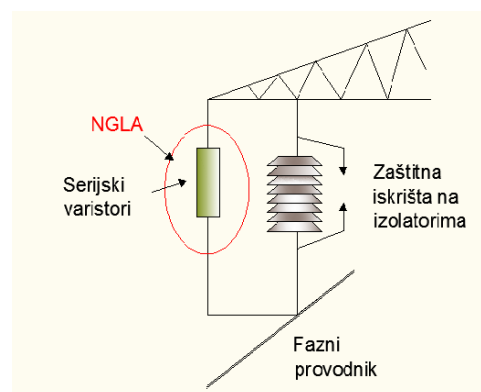
- odvodnici sa spoljašnjim iskrištem (EGLA od eng. External Gapped Lightning Arresters),
- odvodnici bez iskrišta (NGLA od eng. Non Gapped Lightning Arresters).

A. Odvodnici bez serijskog iskrišta

Odvodnici prenapona bez eksternog iskrišta se direktno povezuju na fazni provodnik. Na sl. 8 je ilustrovano postavljanje linijskog odvodnika prenapona bez eksternog iskrišta paralelno linijskom izolatoru na stubu.

Osnovne prednosti odvodnika bez eksternog iskrišta su [8]:

- lako postavljanje, u nekim slučajevima i pri radu pod naponom,
- mogu se koristiti za ograničavanje sklopnih prenapona,
- kvar ovakvih odvodnika može se lako uočiti pomoću helikoptera i sa velike udaljenosti,
- svi odvodnici učestvuju u raspodjeli energije, jer su u paralelnoj vezi, pa ne dolazi do pojedinačnog termičkog preopterećenja.



Slika 8. Šema postavljanja linijskog odvodnika prenapona bez eksternog iskrišta

Osnovni nedostaci su:

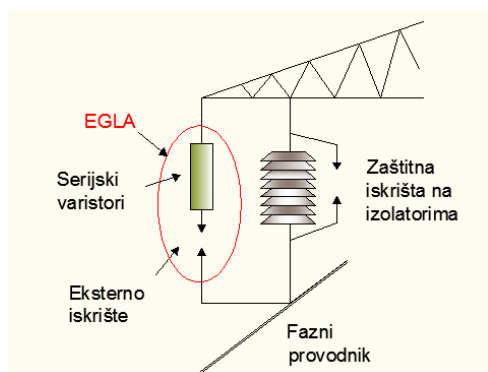
- mrežni odvajač i fleksibilni provodnik koji odvaja odvodnik od provodnika pod naponom u slučaju kvara odvodnika su slabe tačke, mrežni odvajač se često kvari usljed mehaničkih vibracija,
- mrežni odvajač može imati unutrašnji eksplozivni uređaj, koji je problematičan za transport,
- metal-oksadni blokovi su povremeno napregnuti privremenim prenaponima i sklopnim prenaponima,
- u mnogo zagađenim oblastima može doći do kontaminacije spoljašnjosti kućišta,
- nagomilavanje snijega i leda u oblastima sa hladnom klimom.

B. Odvodnici sa serijskim iskrištem

Kod ovog tipa linijskih odvodnika prenapona postoji serijski vezano spoljašnje iskrište na kome dolazi do preskoka samo kada na vodu dođe do atmosferskog prenapona koji može da izazove preskok na iskrištu. Na sl. 9 je ilustrovano postavljanje linijskog odvodnika prenapona sa eksternim iskrištem.

Prednosti primjene ovog tipa odvodnika prenapona su sljedeće [8]:

- odsustvo trajnog naprezanja metal-oksadnog otpornika na radnom naponu,
- ukoliko dođe do kvara metal-oksadnog otpornika, nelinearni rezistor će postati provodan, što će predstavljati prolazni kvar za vod, koji se eliminiše operacijom automatskog ponovnog uključenja (APU-a). Nakon ponovnog uključenja, eksterno iskrište odvaja neispravan odvodnik od mreže, tako da vod nastavlja nesmetano da radi.
- linijski odvodnici nisu napregnuti sklopnim ili privremenim prenaponima.



Slika 9. Šema postavljanja linijskog odvodnika prenapona sa eksternim iskrištem

Osnovni nedostaci ovog tipa linijskih odvodnika prenapona su:

- komplikovano postavljanje i potreba za dimenzionisanjem razmaka eksternog iskrišta,

- u slučaju udara groma, ne dijele energiju ravnomjerno, jer odvodnik koji prvi reaguje preuzima svu energiju na sebe,
- tehnički je teško locirati odvodnik sa eksternim iskrištem koji ima kvar metal-oksadnog otpornika,
- ne mogu se koristiti za ograničavanje sklopnih prenapona.

V. ISPITIVANJE POJAVE PRESKOKA NA DALEKOVODIMA NAZIVNIH NAPONA 110 kV, 220 kV, SA PRIMJENOM LINIJSKIH ODVODNIKA PRENAPONA

Proračun je ponovljen za dalekovode nazivnih napona 110 kV i 220 kV. U ovom slučaju je najviši fazni provodnik (gornji) zaštićen linijskim odvodnikom prenapona. Izvršeno je ispitivanje pri kojim vrijednostima struje u kanalu groma dolazi do pojave preskoka na neštićenim fazama. Rezultati proračuna su prikazani u tabelama V i VI.

TABELA V. REZULTATI PRORAČUNA DOBIJENI PRI UDARU GROMA U VRH STUBA I RASPON DALEKOVODA NAZIVNOG NAPONA 110 kV, SA UPOTREBOM LINIJSKOG ODVODNIKA PRENAPONA

Mjesto udara	Faze snabdjevene linijskim odvodnicima prenapona	Struja kanala groma [kA]	Faze na kojima nije došlo do preskoka	Redoslijed pojavljivanja preskoka na fazama
Vrh stuba	GF	80	GF	SF
		81	GF	SF - DF
Raspon dalekovoda	GF	95.5	GF	SF
		96	GF	SF - DF

TABELA VI. REZULTATI PRORAČUNA DOBIJENI PRI UDARU GROMA U VRH STUBA I RASPON DALEKOVODA NAZIVNOG NAPONA 220 kV, SA UPOTREBOM LINIJSKOG ODVODNIKA PRENAPONA

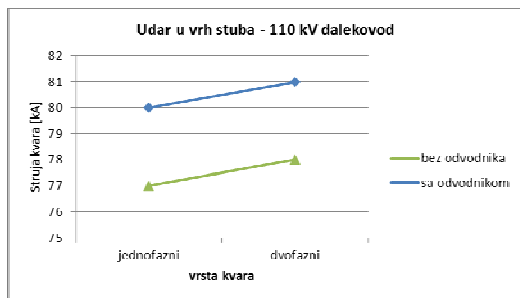
Mjesto udara	Faze snabdjevene linijskim odvodnicima prenapona	Struja kanala groma [kA]	Faze na kojima nije došlo do preskoka	Redoslijed pojavljivanja preskoka na fazama
Vrh stuba	GF	120	GF	SF
		122	GF	SF - DF
Raspon dalekovoda	GF	190	GF	SF
		191	GF	SF - DF

Gornji fazni provodnik je zaštićen linijskim odvodnikom prenapona i na njemu ne dolazi do preskoka pri bilo kojoj vrijednosti struje groma. Do preskoka će doći na srednjem i donjem provodniku.

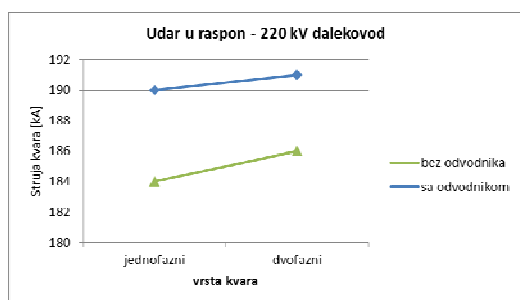
VI. POREĐENJE VRIJEDNOSTI STRUJA JEDNOFAZNOG I DVOFAZNOG KVARA ZA 110 kV I 220 kV DALEKOVODE, SA I BEZ PRIMJENE LINIJSKIH ODVODNIKA PRENAPONA

Primjenom linijskog odvodnika prenapona preskok na šticenoj fazi se ne može pojaviti. U prethodno prikazanim proračunima za dalekovode nazivnih napona 110 kV i 220 kV je šticejna samo gornja faza. Dakle, u tom slučaju može doći samo do jednofaznog ili dvofaznog kvara. Na sl. 10 i 11 je dato poređenje struja jednofaznog i dvofaznog kvara za 110 kV i

220 kV dalekovode, sa i bez primjene linijskih odvodnika prenapona.



Slika 10. Poređenje struja jednofaznog i dvofaznog kvara pri udaru groma u vrh stuba nazivnog napona 110 kV, sa i bez primjene linijskog odvodnika prenapona



Slika 11. Poređenje struja jednofaznog i dvofaznog kvara pri udaru groma u raspon dalekovoda nazivnog napona 220 kV, sa i bez primjene linijskog odvodnika prenapona

Na osnovu prikazanih grafika može se zaključiti da primjenom odvodnika prenapona struja jednofaznog i dvofaznog kvara ima nešto veću vrijednost u odnosu na onu vrijednost koja se dobija bez primjene linijskog odvodnika prenapona na gornjoj fazi.

VII. ZAKLJUČAK

U radu su dati modeli elemenata u sistemu koji su potrebni za proračun prenapona koji se javljaju na dalekovodu prilikom udara groma u dalekovod. Modeli elemenata su preuzimani iz međunarodnih standarda. Pored modela elemenata elektroenergetskog sistema, u programskom paketu EMTP-ATP realizovani su trofazni modeli stubova nazivnih napona 110 kV, 220 kV i 400 kV, na kojima je ispitano pri kojoj vrijednosti struje groma dolazi do preskoka na dalekovodima. Simulacije su rađene za slučaj udara groma u vrh stuba i u raspon dalekovoda.

Rezultati koji su dobijeni pokazuju da za stubove nazivnih napona 220 kV i 400 kV struje groma pri kojima dolazi do preskoka imaju velike vrijednosti, koje se rijetko javljaju u prirodi, pa su ovi stubovi mnogo manje ugroženi u odnosu na dalekovode nazivnog napona 110 kV, gdje se preskoci javljaju pri nižim vrijednostima struja groma. Urađeni i proračuni za dalekovode nazivnih napona 110 kV i 220 kV, sa primjenom linijskih odvodnika prenapona. Rezultati su pokazali da se na onim fazama koje su zaštićene linijskim odvodnicima prenapona preskok neće desiti.

LITERATURA

- [1] Bengt Johnnerfelt, Line Arrester applications, New Delphi, 2012,
- [2] Canadian-American EMTP User Group: ATP Rule Book, distributed by the European EMTP – ATP Users Group Association, 2011,
- [3] A. Pignini, G. Rizzi, E. Nati, A. Porrino, G. Baldo, G. Pesavento, "Performance of large air gaps under lightning overvoltages: experimental study and analysis of accuracy of predetermination methods", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 4, No. 2, April 1989,
- [4] International standard IEC 60071, Eight edition, 2006,
- [5] CIGRE Working Group 33.07 "Guide to Procedures for Estimating the Lightning Performance of Transmission Lines", CIGRE Technical Brochure No. 63, 1991,
- [6] L. V. Bewley: Traveling waves on transmission systems, *Transaction AIEE*, Volume 50, pp. 532 – 550, 1931,
- [7] Working group IEEE: A Simplified Method for Estimating Lightning Performance of Transmission Lines; *IEEE Tran. on Power App. and Systems*, Vol. PAS-104, No.4, April 1985, pp 919-927,
- [8] Working Group C4.301: Use of Surge Arresters for Lightning Protection of Transmission Lines, December 2010.

ABSTRACT

The paper presents models of power system elements, proposed in international standards that can be used for calculations of high frequency overvoltage phenomenas in power system. This type of overvoltage occurs as a result of lightning in the transmission line. For calculations is used program EMTP-ATP, where is implemented model of flashover on line isolation as well as three-phase models of transmission towers. Current in lightning channel, which cause back flashover, was calculated. The calculations were made for the case when the upper phase of transmission line is protected by transmission line arresters and when it is not the case. With the increase of the level of insulation lines the value of current which cause the defect increases significantly.

APPLICATION OF LINE SURGE ARRESTERS FOR PROTECTION OF POWER LINES FROM LIGHTNING OVERVOLTAGE

Jovana Tuševljak, Mladen Banjanin