

Atmosfersko električno pražnjenje i prenaponska zaštita: Praktično iskustvo

Milan Paripović, Telekomunikacije RS a.d. Banja Luka

Sadržaj - S ciljem osiguranja što kvalitetnijeg prijema signala, RR (Radio Relejne) infrastrukture i bazne stanice mobilne telefonije su locirane na udaljenim lokacijama, brdima u ruralnim područjima ili visokim zgradama u urbanim područjima. Intenzitet atmosferskih pražnjenja prema RR (Radio Relejnim) infrastrukturama i baznim stanicama je značajnije veći nego prema ostalim objektima u njihovoj blizini.. Rad predstavlja moderna rješenja za prenaponsku zaštitu RR (Radio Relejne) infrastrukture, uključujući kako vanjsku tako i unutrašnju prenaponsku zaštitu.

Ključne riječi - prenapon, prenaponski zaštitni uređaji, aktivni sistem, naponski nivo, energetska kordinacija, prenaponski talas, odvodnik prenapona.

I. UVOD

Bežični prenos govora, videa i podataka predstavlja jednu od ključnih oblasti u razvoju telekomunikacionog sektora. Brzi razvoj telekomunikacionih sistema za bežični prenos i prihvatanje novih usluga od strane pretplatnika, intenzivan razvoj mobilnih komunikacijskih sistema te širok prijem od strane korisnika utjecao na izgradnju široke mreže baznih stanica. Na taj način se željela postići što veća geografska pokrivenost signalom koji koriste mobilni telekomunikacijski sistemi. RR (Radio Relejna) infrastruktura i bazne stanice su potencijalne tačke atmosferskog električnog pražnjenja.

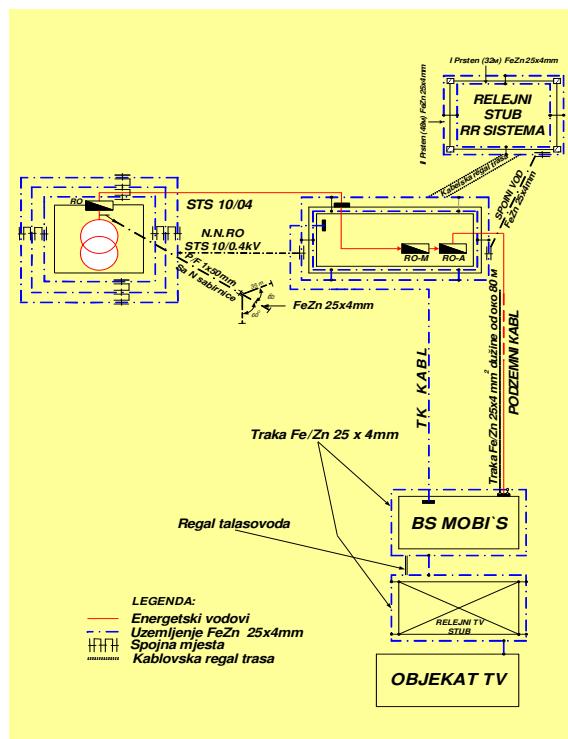
Struja direktnog udara i indukovani prenaponi mogu oštetiti osjetljivu telekomunikacijsku opremu napajanu iz lokalne energetske mreže, te spojenu preko koaksijalnih kablova na antenski sistem postavljen na stubu. Lokacija objekta sa telekomunikacijskom opremom mora biti u zoni zaštite stuba kako bi se izbjegli direktni udari groma u objekat.

Pouzdana prenaponska zaštita je značajna zbog mogućnosti prekida pružanja usluga korisnicima uslijed direktnog ili indirektnog udara groma i nastanka većih finansijskih gubitaka.

II. TEHNIČKI OPIS

Na jednoj lokaciji Telekom RS nalazi se bazna stanica mobilne telefonije koju čine kontejner sa opremom, dok

se antenski sistem nalazi na stubu visine oko 70m za potrebe TV-a. U neposrednoj blizini nalazi se objekat TV-a. Niže od bazne stanice na udaljenosti 1000 m nalazi se objekta Telekoma RS sa opremom i u neposrednoj blizini relejni antenski stub. U blizini objekta Telekoma prolazi dalekovod na kome se nalazi stubna transformatorica za napajanje Telekoma. Napajanje se vrši preko podzemnog kabla od STS-e do DO dužine 80m. U objektu Telekoma se nalazi agregat kao rezervno napajanje. Napajanje bazne stanice se vrši podzemnim kablom iz objekta Telekoma sa agregatskog ormara. Iz objekta Telekoma položena su dva telekomunikaciona kabla (jedan višeparični i jedan optički) za potrebe TV i mobilne. Njihove trase ne idu zajedno sa energetskim kablom za napajanje bazne stanice. Napajanje TV-a ide posebnom trasom preko vazdušne linije. Svi objekti su zaštićeni od atmosferskog pražnjenja klasičnom gromobranskom instalacijom i uzemljenjem metalnih masa u cilju izjednačavanja potencijala.



Sl 1. Situacioni plan objekta Telekoma i bazne stanice

Uzemljivač je izведен Fe/Zn trakom $25 \times 4 \text{ mm}^2$ u obliku prstenastih uzemljivača kao i više radikalnih krakova. Jedan od krakova ide od DO bazne stanice u kanalu sa napojnim energetskim kablom. Rešetkasti relejni stub je povezan sa metalnom konstrukcijom kontejnera preko metalnih regala talasovoda i antenskog sistema, kao i preko trake za uzemljavanje.

III. OPIS DOGAĐAJA I PROCJENA UZROKA

Na jednoj lokaciji Telekoma došlo je do jačeg udara groma koji je doveo do prekida saobraćaja preko Radio Relejnog sistema, također mobilne telefonije kao i TV programa. Našim izlaskom mi smo načinili fotografije zatečenog stanja. Ustanovili smo oštećenja na pojedinim kablovima i pregaranje većeg broja osigurača, a naročito na odvodnom napojnom kablu za baznu stanicu. Također je veći broj automatskih osigurača zatečen u položaju isključeno. Automatika agregata i ispravljač nisu bili u funkciji za koju su namjenjeni.. Na osnovu opisanog događaja, pregledanog stanja te mesta nastalih kvarova i njihovih tragova pretpostavke navode na slijedeće. Najvjerojatnije je došlo do velikog atmosferskog električnog pražnjenja (udara groma) u veliki antenski TV stubna kome se nalazi GSM antenski sistem. Preko metalnih dijelova i uzemljivačkih provodnika velike struje pražnjenjasu se širile većim dijelom i prema kućici bazne stanice, a odatle sistemom uzemljivača dalje prema zemlji. Kako jedan krak uzemljivačke trake ide kanalom zajedno sa napojnim kablom (paralelno na malom razdijelu), to su napojnom kablu struje pražnjenja koje su bile znatne mogle indukovati veliki prenaponski talas.



Sl. 2. Štete nastale uslijed atmosferskog električnog pražnjenja na Radio Relejnog objektu

Tako nastao prenaponski talas širi se duž kabla na obe strane nastojeći da se zatvori prema zemlji u RO bazne stanice preko varistora probio je prema zemlji tako da su u tom dijelu pregorili svи osigurači, a i varistori oštećeni. Drugi dio talasa koji se širio prema RR objektu na kraju kabla probio je prema masi preko rastavljača-osigurača tako da se osim što su osigurači pregorili samo kućiste je znatno oštećeno (izgorjelo). Uslijed toga manji prenapon se preko ormara prenio i dalje što je dovelo do izbacivanja pojedinih osigurača i oštećenja tanjih kablova. Kako su primjetne posljedice prenapona i na krajevima telekomunikacionog kabla i to na obe strane logično je predpostaviti da je u njemu došlo do sličnog indukovanih prenapona samo manjeg intenziteta. Kako se pouzdano ne zna za njegovu trasu očekivati je da negdje prelazi u

blizinu energetskim kablom ili u blizini relejnog stuba pravi prevjes ili ide paralelno sa uzemljivačkom trakom.

IV. TEHNIČKO RJEŠENJE

Vanjska gromobranska zaštita se zasniva na privlačenju munje u nekom štićenom području i kontrolisanog pražnjenja u izabranu tačku. Za ostvarivanje ovog cilja može se koristiti vertikalni (Frenkljinov) štap ili Interceptor SI 25, odnosno aktivni terminal sa rano emisijom strimera. Interceptor SI 25 je aktivni (ali ne i radioaktivni) terminal sa osobinom koncentracije električnog polja u vremenskom trenutku (reda milisekunde) kada se down-leader približava zemlji, i ona postaje konkurentna u prihvatanju down-leadera te sigurno odvodi energiju atmosferskog pražnjenja u zemlju. Poslije uspješnog hvatanja down-leadera, struja groma se mora sigurno sprovesti i disipovati u zemlju. Ovaj zadatak ostvaruju posebno dizajnirani odvodni provodnici. Hvataljke se moraju spojiti sa sistemom uzemljenja najkraćim putem na način da se osigura minimalan porast potencijala u odnosu na zemlju tokom trajanja čela prenaponskog talasa.

Struja groma koja teče od hvataljke prema sistemu uzemljenja uzrokuje elektromagnetske smetnje za telekomunikacijsku opremu u RR stanici.

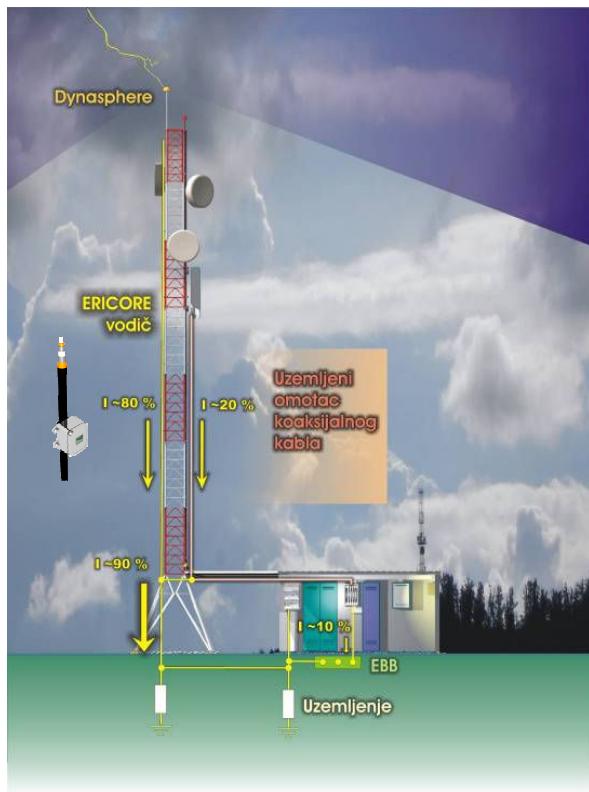
Da bi se spriječili negativni utjecaji konvencionalnih odvodnih vodova, razvijeni su posebni, oklopljeni i izolovani kablovi. Proizvođač ERICO je razvio oklopljene i izolovane kablove pod nazivom „ERICORE”, sa značajno manjom vrijednošću karakteristične impedancije od bakanih traka i manjim negativnim utjecajem na ostale vodove. Glavne karakteristike ovih kablova su :

- niska karakteristična impedancija,
- mala podužna induktivnost,
- velika podužna kapacitivnost,
- metalni oklop i unutrašnja raspodjela električnog polja osigurava smanjena naprezanja i indukciju u toku trajanja prednje ivice prenaponskoga talasa [1].

Završetak ERICORE kabla u samom Intercepteru SI 25 je posebno projektovan i prilagođen Intercepteru SI 25. Instalacija kablova sa navedenim karakteristikama osigurava da se indukovani naponi u energetskim i telekomunikacijskim kablovima značajno smanjuju. Smanjenje indukovanih naponi implikuje instalaciju prenaponskih zaštitnih uređaja (SPD) sa manjom odvodnom energetskom moći. Raspodjela struja u slučaju primjene izolovanih i oklopljenih kablova predstavljena je na slici 4. U primjeru oklopljenih i izoliranih kablova napon između unutrašnjeg provodnika i vanjskog omotača zavisi od karakteristične impedancije kabla

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

gdje je L podužna induktivnost a C podužni kapacitet kabla. Pad napona na kablu je određen sa ova tri parametra. Za efikasnu vanjsku gromobransku zaštitu (kao i unutrašnju prenaponsku zaštitu) potrebno je osigurati da svi odvodni vodovi, metalni stub i kontejner budu dobro uzemljeni (mala impedancija uzemljenja). Ovo se obično



Sl.4. Raspodjela struje groma u slučaju primjene oklopnog i izolovanog kabla

postiže korištenjem metalnih elektroda (štapova) ili prstenaste elektrode oko stuba i metalnog kontejnera. Ovaj zahtjev je veoma teško ispuniti jer su RR stanicu i bazne stanice mobilne telefonije obično postavljene na brdima da bi se ostvarila što veća rastojanja između RR stanice i terminala uz postizanje prijema visokog kvaliteta. Zemljiste je na ovim brdovitim lokacijama često kamenito i veoma je slab provodnik. U takvim okolnostima teško je postići nizak otpor uzemljenja. Ovaj problem se rješava primjenom dodatnih materijala u neposrednoj okolini uzemljivača koji povećavaju provodnost tla i smanjuju otpor uzemljenja.

VI INTERCEPTOR SI 25

Aktivni sistem 1000 ESE, izrađen je na principu ranog emitiranja elektrona, ESE (Early Streamer Emission), za generiranje suprotnog udara groma (up lider). Interceptor može se koristiti za zaštitu otvorenih prostora od udara groma, u skladu sa zahtjevima NFC 17-102/95, UNE 21186/98).

Aktivni sistem sastoji se od sledećih sklopova:

- Hvataljka - Interceptor SI 25
- spusni provodnici (traka ili kabel)
- uzemljenje

Aktivna hvataljka Interceptor SI 25 sistema 1000 ESE firme Erico, koristi se za zaštitu stambenih zgrada, industrijskih objekata, otvorenih površina (npr. sportski tereni i sl.), antenskih stubova, plovnih objekata i dr. Glavne karakteristike Interceptor-a SI 25 su: veliko po-

druće pokrivanja, visoki nivi zaštite, bez napajanja i djelovanje u svim atmosverskim uslovima.

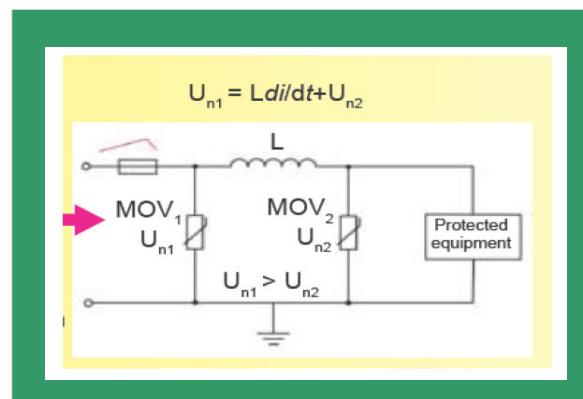


Sl.5. Interceptor SI 25

Namjena Interceptor-a SI 25 je, prestrezanje vodećeg čela groma (down leader), na udaljenosti 25μs prije očekivanog udara. Na taj način, definira se zaštitna zona iznad objekta, gdje dolazi do susreta, silaznog i uzlaznog udara groma (generisanog), odnosno stvara se ionizacijski kanal, na unaprijed određenoj udaljenosti, za odvođenje struje groma u tačno određenu tačku [1,2].

VII. UNUTRAŠNJA ZAŠTITA OD UDARA GROMA

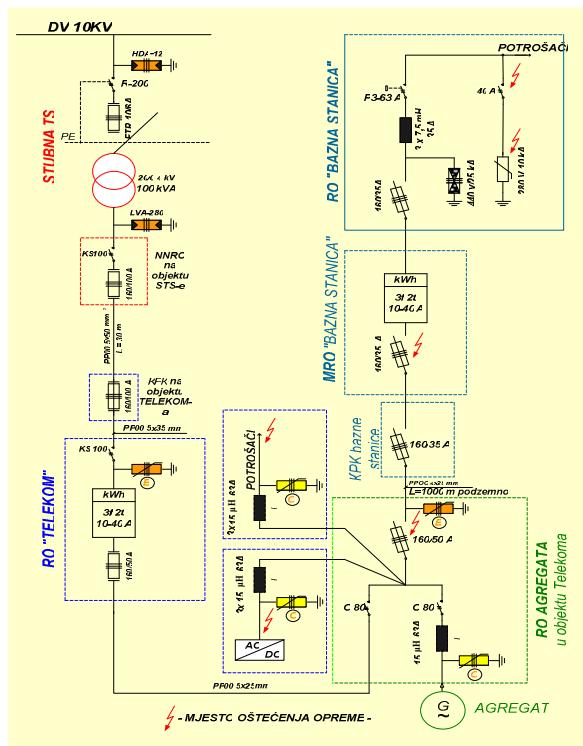
Električnu instalaciju je potrebno posmatrati kao cijelovit sistemski treba zaštititi od prenapona. Standardni impuls talasnog oblika 10/350 μs maksimalne vrijednosti 200 kA ima naboј 100 As i specifičnu energiju od 6.25MJ/Ω. Zadatak je odvodnika struje groma i prenapona postepeno (ulančanim koordinovanim djelovanjem) smanje naponske i energetske nivoa na neškodljive veličine.



Sl. 9 Odvodnik u oba stepena jedino MOV

Postepeno smanjenje naponskih nivoa i odvođenje energije diktirano je tehničkom nemogućnosti kreiranje univerzalnog odvodnika sa velikom brzinom odziva (malim preostalim naponom) i velikom energetskom provodnosti. Zbog toga se ovaj problem rješava koordinovanim djelovanjem nekoliko (običajeno: 3) tipova ili klase odvodnika. Varistori ne stvaraju kratki spoj za vrijeme trajanja prenaponskog impulsa te prestaju voditi sa prestankom prenaponskog impulsa. Na taj način je riješen ogroman problem koji nastaje zbog pratećih struja

(follow-up) struja i problema gašenja iskrišta. Postavljanjem iskrišta na prvo mjesto ono pravi kratki spoj što povlači veliku struju iz mreže i dolazi do pregorjevanja osigurača. Mi smo se opredjelili da je vari-stor na prvom i drugom mjestu [4].



Sl. 10. Jednopolna šema napajanja telekomunikacionih objekata i postavljanje uređaja za zaštitu od prenapona

Kod primjene klasičnih otvorenih iskrišta u funkciji odvodnoka prenapona klase I neophodno je osigurati sigurnosne razmake jer izduv plazme kod paljenja otvorenog iskrišta može oštetići instalaciju u ormaru i u ekstremnim slučajevima izazvati požar. Klasično otvoreno iskrišta imaju još jedan nedostatak: u momentu paljenja praktički predstavljaju kratki spoj na instalaciji i nakon prestanka smetnje uzrokovane prenaponom ostaje problem podržavanja luka prisutnim naponom napajanja. Te naknadne struje (follow current) mogu biti znatne, otežati gašenje iskrišta i njihovo nepotrebno zagrijavanje (ubrzano starenje), te česte ispade glavnih osigurača. Ako su dva ili više odvodnika ugrađena u električnu instalaciju između njih dolazi do međudjelovanja. Ako nisu ispravno izabrani (međusobno koordinirani) postoji opasnost da se jedan od njih preoptereti. Osnovni zahtjev koordinacije može se iskazati u sljedećem. Dva odvodnika koja su priključena na električnu mrežu su energetski koordinirana ako provede prije odvodnik tipa I pa nakon njega odvodnik tipa II. Nasuprot tome dolazi do uništenja energetski slabijeg odvodnika, odnosno onih sa nižim naponskim nivoom. Svremenom se iskristalisa osnovni princip za koordinaciju između više odvodnika. Ako je udaljenost između dva odvodnika u objektu manja od 10 m između odvodnika tip I i odvodnika tip II treba postaviti induktivitet [5].

VIII. ZAKLJUČAK

U članku su predstavljeni osnovni elementi prenaponske zaštite RR strukture. U RR objekti su izuzetno osjetljive tačke komunikacijslog sistema kada je u pitanju izloženost prenaponskim impulsima uzrokovanim atmosferskim električnim pražnjenjima te prenaponima iz mreže. Pravilnim izvođenjem vanjske zaštite smanjuju se indukovane struje u komunikacijskim i energetskim vodovima RR objektu. Posebna pažnja je posvećena prenaponskoj zaštiti energetskih vodova te pravilnom izboru elemenata u ovim sistemima prenaponske zaštite. Predložena je primjena varistora. Slijedeći korak koji se nameće je postaviti osnovne zahtjeve da se to rijši. Zadatak induktivnog elementa je dvostruk. On ograničava struju kroz odvodnik i osigurava dodatni pad naponu koji sabira sa nominalnim naponom odvodnika više klase dostiže prag provođenja odvodnika niže klase.

LITERATURA

- [1] D.W. Edwards and P.M. Wherrett, "A six point protection approach for lightning protection, surge protection and single point grounding for low voltage facilities", ERICO Lightning Technologies Pty Ltd, available at www.erico.com.
- [2] Andreas Beutel, John Van Coller, "Surge protection of low voltage power systems for cellular telecommunications sites", IEEE Bologna PowerTech Conference, June 23-26. 2003, Bologna, Italy
- [3] IEC 61643-12, "Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles", 2002.
- [4] V. Murko, A. Stagoj, A. Mujcic, N. Suljanovic, "Coordinating Surge Protective Devices with Metal-oxide Varistors at Direct Lightning Stroke. Application Note", International Conference on Lightning Protection ICLP, Kanazawa, 2006.

ABSTRACT

In order to ensure high-quality reception at mobile terminals, RR (Radio Relay) infrastructure and the cellular base stations are mainly located in remote regions and on exposed hillsides in rural areas or high buildings in urban areas. The intensity of atmospheric discharge on RR (Radio Relay) structure and base stations towers is significantly higher than on the other objects in their vicinity. The aim of this paper is to present modern solutions for the protection of RR (Radio Relay) structure, including external and internal lightning and overvoltage protection.

STATIC ELECTRICALLY DISCHARGE AND OVERVOLTAGE PROTECTION : PRACTICAL EXPERIENCE

Paripović Milan