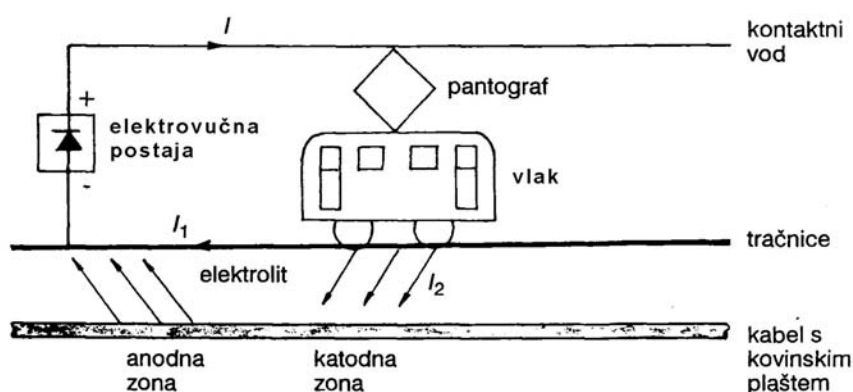


10. ZAŠTITA SIGNALNIH I TELEKOMUNIKACIJSKIH KABELA OD ELEKTROENERGETSKIH UTJECAJA I ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA

10.1. Zaštita TK vodova od lutajućih struja

Lutajuće struje nastaju obično u blizini postrojenja istosmjerne elektrovoče (na dijelu mreže HŽ je napon 3 kV), kada dio vozne struje napusti tračnice po kojima bi se ona trebala vratiti natrag u elektrovočnu postaju (sl. 10.1.) i “odluta” u susjedne podzemne kovinske instalacije (npr. kabel s kovinskim plaštem). Do toga dolazi zato što je električni otpor kabela često znatno manji od električnog otpora tračnica.

Lutajuća struja teče po kabele sve dotle dok je njegova trasa blizu tračnica. Čim se trasa kabela počne udaljavati od njih, lutajuća struja izlazi iz njega i vraća se natrag u tračnice.



Slika 10.1. Lutajuće struje uz kolosijek s istosmjernom vučom

Mjesto na kojemu lutajuća struja ulazi u kabel naziva se katodna zona a mjesto gdje ga ponovno napušta je anodna zona. Kovinski plašt kabela bit će uništen na mjestu anodne zone.

Elektrokemijska korozija očituje se u dugim brazdama, te u pojavi vlažnih providnih kristala na površini kovine.

Osnovni način zaštite kovinskih dijelova opreme TK vodova od elektrokemijske korozije je njihova izolacija prema okolnom zemljištu. Tako kabele u korozivnim sredinama moraju imati plašt od plastičnih masa, a kabela kanalizacija treba biti izvedena vodotijesno. Ta vrsta zaštite je pasivna.

Specifični način zaštite od lutajućih struja je tzv. električna drenaža, tj. galvansko povezivanje anodne zone na kabele s tračnicama. Drenaža može biti:

- neposredna
- polarizirana
- pojačana

Prve dvije zaštite su pasivne, a treća je aktivna.

Specifični način zaštite od stvaranja galvanskih elemenata je tzv. katodna zaštita. Ona zahtijeva primjenu vanjskog izvora istosmjerne struje, koji se pozitivnim polom veže na pomoćnu, tzv. “žrtvovanu” anodu, a negativnim na kabel tako da kabel cijelom svojom duljinom ima ulogu katode. Za “žrtvovane” anode najčešće se koriste obezvrjeđene kovine (tračnice, cijevi, odljevci i sl.) dovoljne mase da traju više godina. Ta zaštita je aktivna i prilično skupa jer zahtijeva struje i do više desetina ampera.

10.2. Zaštita TK vodova od pražnjenja atmosferskog elektriciteta

Atmosferski elektricitet je vrsta statičkog elektriciteta, koji nastaje u atmosferi. Statički elektricitet je onaj koji miruje. Kao pojava bio je poznat već davno.

Godine 1752. Amerikanac Franklin dokazuje pokusom s dječjim zmajem da je munja električna pojava, a godine 1758. konstruira prvi gromobran u obliku zašiljene kovinske palice, koja je galvanski povezana sa zemljom.

Do pražnjenja atmosferskog elektriciteta dolazi u slučaju kada se dva oblaka s različitim električnim nabojem približe jedan drugome (munje oblak-oblak), odnosno kada se naelektrizirani oblak približi zemlji (munje oblak-zemlja). Za TK vodove je opasan drugi slučaj. Oblaci su inače na vrlo različitim visinama od zemlje, od 500 do 10 000 m. Između naelektriziranog oblaka i zemlje stvara se električno polje čija jakost raste što se naelektrizirani oblak više približava zemlji. Sve što se nađe u tom električnom polju, dolazi pod utjecaj električnog naboja na oblaku.

U TK vodičima koji se nađu u tom električnom polju dolazi do podjele električnih naboja, pa preko izolatora nosača i stupova teku kapacitivne struje u zemlju. I u ljudima, koji se nađu u električnom polju između oblaka i zemlje, dolazi do podjele električnog naboja, pa oni osjećaju određeno nespokojstvo.

Kritična visina oblaka za njihovo pražnjenje je 500 do 3000 m. Tada jakost električnog polja između oblaka i zemlje postiže svoju kritičnu vrijednost, po Vilsonu 30 KV/cm, odnosno 3×10^6 V/m i dolazi do stvaranja ioniziranoga kanala, tzv. lidera od oblaka pa do zemlje.

Kada lider munje dosegne zemlju, dolazi do pražnjenja, električno polje iščezava, a električni naboj na TK vodu se oslobađa i dijeli na dva dijela koji se razilaze. Tom prilikom dolazi do oštećenja TK vodova i priključenih uređaja. Jakost struje pražnjenja iznosi od 1 do 250 KA (najčešće, tj. 85%, 60 KA). Pražnjenje ima aperiodičan karakter, pri čemu vrijeme trajanja fronta vala (od nule do maksimalne vrijednosti) iznosi 1,5 do 10 ms. Promjer kanala pražnjenja iznosi 3 do 60 cm, a temperatura u kanalu iznosi i do 20000 °C.

Pražnjenje prati optički efekt bljesak svjetlosti - munja, koji se vidi praktično u istom trenutku kada dođe do pražnjenja (brzina svjetlosti $c_0 = 3 \times 10^8$ m/s).

Nakon bljeska nešto sporije dopire do nas akustički efekt pražnjenja - prasak (grom) (brzina zvuka $v = 333$ m/s).

Pražnjenje atmosferskog elektriciteta na TK vodove može biti izravno ili posredno, a njegovo djelovanje može biti:

- elektromagnetsko - inducira u vodičima u blizini mjesta udara (kao i različitim drugim provodljivim konstrukcijama) električne napone i do 100 KV;
- toplinsko - zagrijava vodiče kroz koje teče do temperature kaljenja, taljenja odnosno isparenja (150 do 3000 Ws);
- mehaničko - kida vodiče i stupove, te ruši drveće i manje kamene zgrade, odnosno dimnjake od opeke.

10.2.1. Zaštita zračnih TK vodova

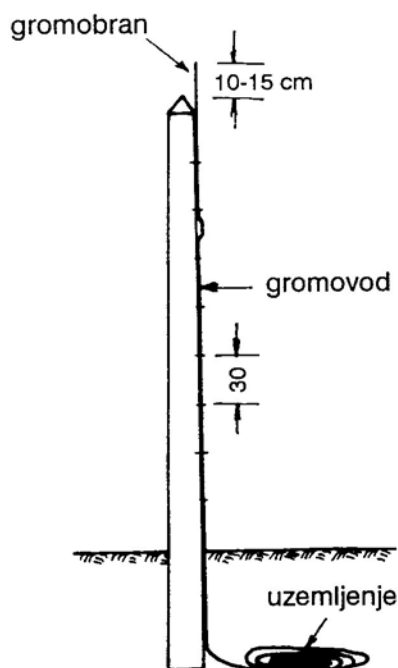
Posljedice pražnjenja atmosferskog elektriciteta na zračne TK vodove mogu biti vrlo različite:

- a. na uporištima
 - nagorijevanje uporišta
 - kidanje dijela uporišta

- prekinuće, odnosno lom uporišta;
- b. na vodovima
 - nagorijevanje izolacije ili plašta (zračni kabeli)
 - kratki spoj između vodiča (zračni kabeli)
 - taljenje vodiča na određenoj duljini (goli i izolirani).

Zaštita uporišta

S obzirom na vrstu zračne linije uporišta mogu biti prizemna, zidna i krovna. Prizemna uporišta obično su drvena, pa se od pražnjenja atmosferskog elektriciteta štite postavljanjem gromobrana. Gromobrani se obično izrađuju od jednoga komada pocinčane trake 4x30 mm, čiji se jedan kraj zašilji i postavi tako da nadvisi vrh stupa za 10 do 15 cm, a drugi pravocrtni, bez zavoja, spusti niz uporište i u zemlji napravi 5 do 6 zavoja promjera 1 m, ili se vijugavo ispruži po rovu (sl. 10.2.).



Slika 10.2. Postavljanje gromobrana na stup

Gromobran se ne postavlja na svako prizemno uporište, nego samo na ona koja su posebno izložena, a takvim se smatraju:

- svako uporište na kojemu je već došlo do atmosferskog pražnjenja;
- ona kod promjene pravca;
- kod promjene presjeka vodova;
- kod prelaska zračnih vodova na kabel (izvodna uporišta);
- ispitna uporišta;
- svako 10. do 15. uporište u ravnici.

Zidna i krovna uporišta obično su od željeza, a budući da se nalaze na izloženim mjestima na zgradama, sama po sebi predstavljaju gromobrane. Zato ih radi zaštite od pražnjenja atmosferskog elektriciteta treba uzemljiti.

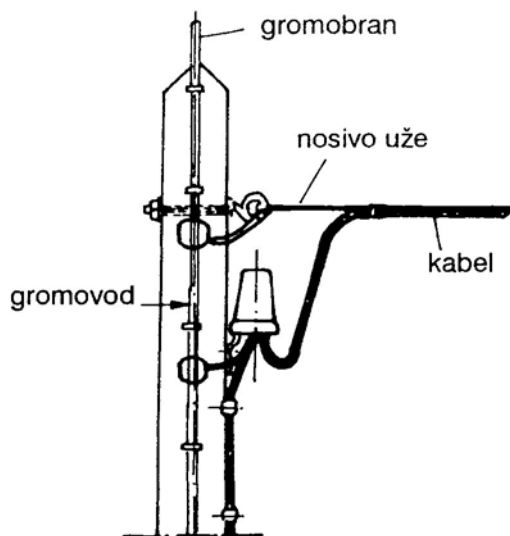
Otpor uzemljenja gromobrana ovisi o specifičnom otporu tla i iznosi:

- za $\rho < 250 \Omega\text{m}$ $R_z < 20 \Omega$
- za $\rho > 250 \Omega\text{m}$ $R_z < 8\% \rho$

Zaštita vodova

Goli zračni vodovi štite se od pražnjenja atmosferskog elektriciteta priključivanjem na njih prenaponskih odvodnika u određenim razmacima. To su zapravo iskrišta kojima je jedna elektroda spojena s vodom a druga sa zemljom.

Izolirani vodovi u zračnom kabelu mogu se štititi kao i goli s prenaponskim odvodnicima, s tim da kovinsko nosivo uže bude uzemljeno svakih 200 m, a kovinski ekran, odnosno plašt na krajevima dionice (sl. 10.3.).



Slika 10.3. Uzemljenje nosivog užeta i ekrana zračnog kabela

10.2.2. Zaštita podzemnih TK vodova

Posljedice pražnjenja atmosferskog elektriciteta na podzemne TK vodove mogu biti različite:

- udubljenja plašta;
- prožig kovinskih pokrova;
- proboj izolacije;
- prekid vodiča;
- taljenje vodiča.

Kada dođe do pražnjenja i munja udari u zemlju, ako je otpor tla manji ($\rho = 10$ do $100 \Omega\text{m}$), struja se dijeli u više pravaca. Ako je tlo pijesak ili stijena ($\rho > 1000 \Omega\text{m}$), ono se pod udarom munje topi i stvaraju se kanali do kabela. Tako nastaju kremene palice (u narodu nazvane "vražje" palice).

Od jednog pražnjenja mogu na kabelu nastati oštećenja na više mjesta (i do 20). Obično više stradaju simetrični kabeli, dok na nesimetričnim kabelima dolazi do znakovitih oštećenja (deformacija parice /tube/, dotik unutarnjeg i vanjskog vodiča). Obično više stradaju oni vodiči koji su bliže površini zemlje.

Razlikuju se normalna zaštita, koja se provodi pri polaganju podzemnih kabela, te posebna zaštita u slučaju veće izloženosti pražnjenju atmosferskog elektriciteta (viši predjeli, krševit teren i sl.).

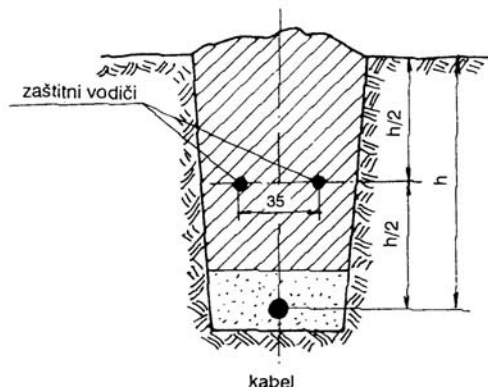
Normalna zaštita

- pažljivo trasiranje: izbjegavanje blizine zatega stupova podzemne mreže i usamljenog drveća. Ako se kabeli polažu pokraj drveća, valja voditi računa o tome da ono štiti kabele od izravnog pražnjenja na određenoj udaljenosti (zaštitna zona), ali se kabel ne smije polagati ni previše blizu, jer može doći do preskoka munje iz korijena drveća.
- opasivanje usamljenog drveća (ili skupine drveća) s uzemljenim zaštitnim vodičem;
- spajanje kablenskog plašta i armature u svakom nastavku;

- uzemljenje kablenskog plašta barem svakih 2 km.

Posebna zaštita

- bolja provodljivost (manji otpor) plašta i armature (bakar, aluminij);
- veća probojna čvrstoća (deblja pojasna izolacija);
- polaganje zaštitnih vodiča iznad kabela u zemlji (sl. 10.4.).



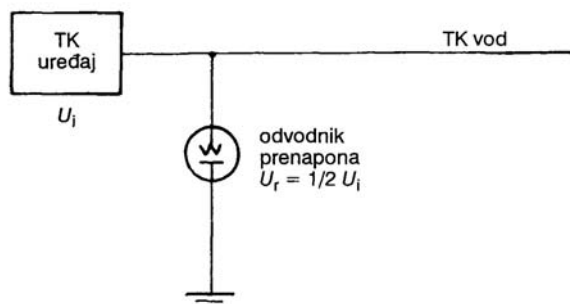
Slika 10.4. Polaganje zaštitnih vodiča iznad kabela u zemlji

Nije vrlo efikasno, ali je jeftino, pa se često koristi za veće duljine ako je vjerojatni broj oštećenja kabela od pražnjenja na 100 km duljine pri 20 olujnih dana u godini veći od dopuštenog.

10.2.3. Zaštita uređaja priključenih na TK vodove

Općenito se može reći da su TK vodovi mnogo manje osjetljivi na velike napone i struje, nego uređaji koji su priključeni na njih. Naime, TK vodovi imaju vrlo visoku izolaciju i probojnu čvrstoću i homogeni su, dok su uređaji nehomogeni i sadrže više elemenata koji su više ili manje osjetljivi na velike napone i struje. Uređaji obično imaju vlastitu zaštitu, ali je već uobičajeno da se bez obzira na zaštitu uređaja na samom prijelazu s TK voda na uređaj postavlja posebna zaštita, koja se realizira pomoću električnih osigurača - naponskih i strujnih.

Minimalna zaštita obavlja se postavljanjem odvodnika prenapona, čiji je radni napon dvaput manji od ispitnog napona uređaja (sl. 10.5.).



Slika 10.5. Minimalna električna zaštita TK uređaja

Električni osigurači

Električni osigurači su naprave koje služe tomu da prevelike napone odvedu u zemlju (naponski), odnosno da pri velikim strujama prekinu strujni krug (strujni). Zato se naponski osigurači uključuju u strujni krug paralelno, tj. između voda i zemlje, a strujni osigurači serijski.

Grubi naponski osigurači obično su izvedeni u obliku zračnog iskrišta s rasporedom (šiljak-ploča), a fini imaju iskrište (2 elektrode) u staklenom balonu, u kojemu je inertni plin pod sniženim tlakom.

Grubi strujni osigurači imaju rastalni vodič u staklenoj cjevčici, koja je ispunjena kvarcnim pijeskom, a na krajevima ima kovinske završne kape cilindričnog oblika s plosnatim ispustima - nožicama. Fini strujni osigurač ima jedan zagrijevni svitak, koji pri velikoj struji rastali lem, kojim je zalemljena palica i ona pod djelovanjem opruge iskoči van.

Zaštita terminalnih uređaja

Terminalni uređaji se štite u slučaju kada su vezani na zračni TK vod, i to, ako se radi o golim vodičima - obvezno, a ako se radi o izoliranim vodovima (zračni kabeli), u slučaju kada su dulji od 200 m. Električno osiguranje terminalnih uređaja je kombinirano:

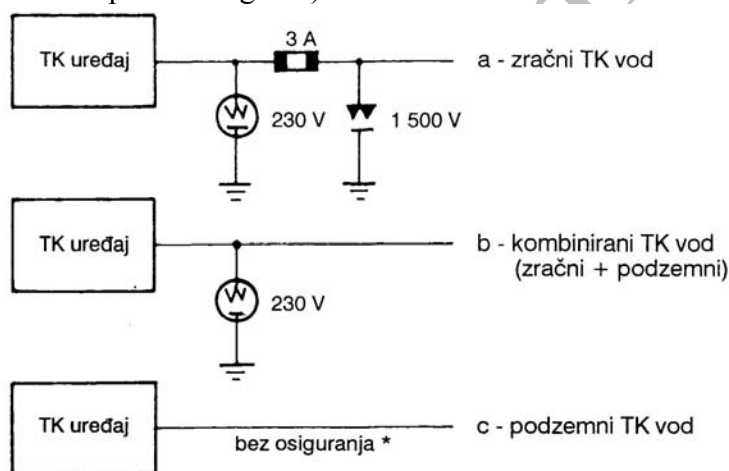
- grubi naponski (1500 V)
- grubi strujni (3 A)
- fini naponski (230 V).

Ako su terminalni uređaji vezani na podzemne TK vodove, ne štite se posebno.

Zaštita transmisijskih i komutacijskih uređaja

I kod transmisijskih i kod komutacijskih uređaja zaštita ovisi o vrsti voda na koji su vezani, pa se razlikuju sljedeći slučajevi električnog osiguranja (sl. 10.6.):

- čisti podzemni vod (u principu bez osiguranja, osim u slučaju elektronskih centrala kod kojih se primjenjuju fini naponski osigurači);
- kombinirani vod, podzemno - zračno (fini naponski osigurači);
- čisti zračni vod (kombinirano osiguranje: grubi naponski, grubi strujni i fini naponski osigurač).



Slika 10.6. Električno osiguranje transmisijskih i komutacijskih uređaja

10.3. Zaštita TK vodova od utjecaja elektroenergetskih postrojenja

Danas u svijetu jačaju tendencije, koje sve više zaoštravaju problematiku zaštite TK vodova od utjecaja elektroenergetskih (EE) postrojenja:

- EE postrojenja postaju sve jača (velike snage reda GW, visoki naponi reda nekoliko stotina KV, te velike struje reda KA, a pri dozemnom spoju još i znatno veće).
- TK postrojenja postaju sve osjetljivija (male otpremne i još manje prijamne snage, male otpremne i još manje prijamne struje, te mali otpremni i još manji prijamni naponi).

- I EE mreža i TK mreža postaju sve gušće, pa time postaje sve veća i njihova isprepletenost.

Vrste EE vodova

Simetrični

Simetrični vodovi imaju jednake primarne i sekundarne parametre. Ti vodovi uz uravnotežena opterećenja imaju po iznosu (modulu) jednake radne napone (struje), međusobno fazno pomaknute za 180° kod monofaznih, odnosno 120° kod trofaznih sustava. Nemaju rezidualne napone prema zemlji, niti homopolarne struje koje teku u zemlju.

Takvi su trofazni vodovi s uzemljenom (viši naponi) ili izoliranom (niži naponi) neutralnom točkom u normalnom pogonu.

Nesimetrični

Nesimetrični vodovi nemaju jednake primarne parametre. Naponi (struje) tih vodova nisu međusobno jednaki, niti fazno pomaknuti za 180° , odnosno 120° . Nesimetrični vodovi imaju rezidualne napone prema zemlji i homopolarne struje koje teku u zemlju. Takvi su monofazni vodovi sa zemljom kao povratnim vodom (npr. kontakti vodovi elektrovođe na HŽ 25 kV), te trofazni vodovi s uzemljenom ili izoliranom neutralnom točkom kada su u kvaru (dodir jedne ili dviju faza sa zemljom).

Napomena:

- rezidualni - preostali
- homopolarni sustav - sustav triju struja koje teku u vodičima trofaznog sustava i imaju jednake intenzitete i fazne pomake.

Vrste utjecaja

Postoje općenito tri moguće vrste utjecaja EE postrojenja na TK vodove s obzirom na mehanizam njihova djelovanja:

- a. galvanski (izravni dodir);
- b. induktivni (magnetsko polje);
- c. kapacitivni (električno polje).

Posljedice utjecaja

Posljedice utjecaja EE postrojenja na TK vodove dijele se u dvije osnovne skupine:

- a. opasnost za život osoba koje dodiruju vod ili uređaje priključene na njih, te za integritet TK postrojenja i njihovih dijelova;
- b. smetnja, tj. smanjenje kvalitete prijenosa informacija.

Smetnje

Smetnja za kontinuirane signale definirana je elektromotornom silom šuma, a to je dvostruka vrijednost napona šuma na TK vodu uz završni otpor 600Ω . Napon šuma je frekventno ponderiran napon smetnje, koji se mjeri tzv. psfometrom. Psfometar je elektronički voltmetar koji mjeri EMS šuma preko filtera, čija karakteristika prigušenja odgovara osjetljivosti ljudskog uha, tj. obavlja frekventno ponderiranje napona smetnje.

Dopuštene vrijednosti EMS šuma iznose:

- za kabelsku javnu TK mrežu 1 mV
- za zračnu javnu TK mrežu 5 mV
- za zračnu poslovnu mrežu 10 mV.

Smetnja za diskontinuirane signale (telegrafija i slično) definira se obično kao postotak od radne struje.

Dopuštena struja smetnje ne smije biti veća od 5% radne struje.

Regulativa iz područja zaštite TK postrojenja od utjecaja EE postrojenja u nas
Problematika utjecaja EE postrojenja na TK postrojenja uvijek je delikatna, pa se zato nastoji definirati odgovarajućim propisima, odnosno regulativom.

Danas još uvijek vrijede dosta zastarjeli propisi Generalne direkcije PTT iz 1952. godine, koji se sastoje od dva dijela:

- a. Naredba o mjerama za zaštitu vodova elektroveza od električnih vodova, u kojoj je definiran postupak dobivanja suglasnosti za gradnju EE postrojenja
- b. Tehnički propisi o zaštiti vodova elektroveza od električnih vodova. Ti se propisi sastoje dalje od četiri dijela, i to:
 - Zaštita vodova elektroveza od neposrednog ili posrednog dodira s električnim vodovima
 - Zaštitne mjere pri približavanju i križanju vodova elektroveza s vodovima za električnu vuču
 - Zaštita vodova elektroveza od induktivnog utjecaja električnih vodova
 - Zaštita vodova elektroveza od induktivnog utjecaja vodova električne vuče (izmjenične i istosmjerne).

Godine 1978. pri tadašnjem Zavodu za standardizaciju utemeljena je radna grupa od predstavnika svih zainteresiranih institucija sa zadatkom da izradi norme, koje će zamijeniti spomenutu Naredbu i Tehničke propise. Objavljeno je ukupno pet normi, i to:

- N.CO.101 Zaštita TK postrojenja od opasnog utjecaja EE postrojenja
- N.CO.102 Zaštita TK postrojenja od smetajućeg utjecaja EE postrojenja
- N.CO.103 Zaštita TK postrojenja od utjecaja postrojenja elektrovuče
- N.CO.104 Zaštita TK vodova pri uvođenju u EE postrojenja
- N.CO.105 Zaštita podzemnih kovinskih cjevovoda od utjecaja EE postrojenja

Što se tiče postupka dobivanja suglasnosti za gradnju EE postrojenja koji je bio definiran u spomenutoj Naredbi njega bi trebalo regulirati posebnim sporazumom, koji bi sklopili svi zainteresirani.

10.3.1. Proračun utjecaja

Parametri utjecaja

Razmak između EE voda i TK voda

Utjecaj je veći što je razmak manji. Određuje se na ovaj način:

- pri paralelnom vođenju, tj. uz promjenu razmaka $< 5\%$ - okomiti razmak,
- pri kosom približavanju izračunava se srednji razmak.

Duljina dionice približavanja - l

Utjecaj je veći što je duljina dionice približavanja veća.

Specifični otpor zemljišta - ρ

Ovisi o dubini prodiranja, a ona dalje ovisi o frekvenciji ometajuće struje. Što je frekvencija te struje veća, dubina prodiranja je manja, a specifični otpor zemljišta veći. U slučajevima kada je teško odrediti vrstu zemljišta, specifični otpor zemljišta se određuje prema građevinskoj kategoriji zemljišta.

Parametri induktivnog utjecaja

Jakost struje kratkog spoja, odnosno normalnog režima rada

Jakost struje kratkog spoja je jakost *struje* koja teče po EE vodu u režimu kratkog spoja. Ovisi o mjestu nastanka kratkog spoja na vodu, te o električnim karakteristikama voda. Daje se obično u obliku dijagrama, u ovisnosti o udaljenosti napojnog EE postrojenja.

Jakost struje u normalnom režimu rada je struja koja teče po EE vodu u normalnom režimu rada, a daje se uvijek za najnepovoljnije opterećenje.

Međuinduktivitet - M

tj. induktivna sprega na $f = 50$ Hz. Općenito ovisi o srednjem razmaku "a", specifičnom otporu zemljišta "r", te o frekvenciji "f".

Redukcijski faktor - r

To je faktor koji pokazuje koliko se smanjuje induktivni utjecaj ako se između EE voda i TK voda postavi treći vodič uzemljen najmanje na krajevima dionice približavanja, a otpor tih uzemljenja je mali u odnosu na njegov uzdužni otpor. Veličina redukcijskog faktora ovisi o električnim karakteristikama trećeg vodiča, te o njegovu položaju u odnosu na vodiče, koji utječu jedan na drugi.

– Redukcijski faktor kabela - r_k

$$r_k = \frac{R'_p}{Z_p} = \frac{R'_p}{R_p + j \cdot \omega \cdot L_p} \quad [\Omega]$$

gdje su:

R'_p - otpor kovinskoga kablenskog plašta na istosmjernu struju [Ω]

Z_p - prividni otpor kablenskog plašta i armature sa zemljom kao povratnim vodom [W]

R_p - aktivni otpor plašta i armature [W]

L_p - induktivitet kablenskog plašta i armature sa zemljom kao povratnim vodom [H]

Što je R_p manji, odnosno što je L_p veći, redukcijski faktor r_k je bolji (manji).

Praktično se to postiže na dva načina:

- primjenom kablenskog plašta s malim uzdužnim otporom (na primjer aluminijski plašt);
- primjenom čelične armature.

Vrijednosti redukcijskih faktora kabela za tehničke frekvencije 50 Hz daju se obično u obliku dijagrama ili tablično.

– Redukcijski faktor tračnica r_t

Redukcijsko djelovanje tračnica u neposrednoj blizini TK vodova ovisi u znatnoj mjeri o prijelaznom otporu na spojevima tračnica.

Ako se taj otpor može zanemariti u odnosu na uzdužni otpor tračnice, vrijede navedene vrijednosti redukcijskog faktora. Inače je redukcijski faktor tračnica približno nezavisan od frekvencije:

– neelektrificirane željeznice:

velike postaje 0,6

jedan ili više kolosijeka 0,8

– elektrificirane željeznice:

velike postaje 0,2

tri ili više kolosijeka 0,35

jedan do dva kolosijeka 0,5

Navedene vrijednosti redukcijskih faktora tračnica vrijede za zemljišta srednjega specifičnog otpora oko 200 Ω m. Za zemljišta većega specifičnog otpora redukcijski faktor će biti manji i obrnuto.

Redukcijski faktor zaštitnog užeta - ru

Redukcijsko djelovanje uzemljene zaštitne užadi ovisi o vrsti materijala od kojega je uže te o broju užadi. Vrijednosti redukcijskih faktora zaštitnog užeta za tehničke frekvencije daju se obično tablično, a u rasponu su od 0,4 do 0,95.

Također je približno nezavisan od frekvencije.

Ekvivalentna ometajuća struja - I_e

Određuje se množenjem vrijednosti ometajuće (nazivne, pogonske) struje u EEvodu telefonskim faktorom oblika (form faktor). Za različite napone EE mreže uzimaju se različite vrijednosti ekvivalentne struje.

Za ekvivalentnu vrijednost ometajuće struje vodova elektrovođe uzima se faktor 0,01.

Međuinduktivitet - M_d

Međuinduktivitet je zapravo induktivna sprega na $f = 800$ Hz. Ovisi o razmaku, specifičnog otpora zemljišta te o frekvenciji.

Redukcijski faktor - r

– Redukcijski faktor kabela - r_k

Za govorne frekvencije (300-3400 Hz) vrijednost redukcijskog faktora kabela određuje se prema tablici 10.1.

Tablica 10.1. Redukcijski faktor r_k u ovisnosti o vrsti kabela

Vrsta materijala plašta	Bez armature	S armaturom od čeličnih vrpci
Olovo	$\frac{20 \text{ mm}^2}{Q}$	$\frac{14 \text{ mm}^2}{Q}$
Aluminij	$\frac{3 \text{ mm}^2}{Q}$	$\frac{2 \text{ mm}^2}{Q}$

gdje je

Q – površina kovinskog plašta [mm^2].

Redukcijski faktor tračnica i zaštitne užadi

Budući da su ovi faktori nezavisni od frekvencije, vrijede iste vrijednosti kao i za $f = 50$ Hz.

Karakteristična impedancija - Z_k

To je prividni otpor na koji nailazi signal pri širenju po TKvodu. Ovisi isključivo o primarnim parametrima prijenosa voda i frekvencije struje. Vrijednost karakteristične impedancije simetričnih TKvodova na frekvenciji 800 Hz u rasponu je od 500 do 1200 Ω .

Parametri kapacitivnog utjecaja

Za opasni kapacitivni utjecaj relevantni su sljedeći parametri:

– Napon - U

je napon EE postrojenja prema zemlji. Što je taj napon veći, veći je i njegov kapacitivni utjecaj.

– Međukapacitet - C

tj. kapacitivna sprega ovisi uglavnom o međusobnom razmaku vodiča te o visini od zemlje. Proračun je dosta složen.

– Ekranirajući faktor - e

je onaj koji pokazuje za koliko se umanjuje kapacitivni utjecaj ako između EE voda i TK voda postoji uzemljeni ekran bilo koje vrste. Npr.

– ako se u neposrednoj blizini (< 3 m) trase TK voda ili trase EE voda nalazi neprekidan drvored: $e = 0,7$;

– ako je EE vod opskrbljen zaštitnim užetom: $e = 0,75$.

Za smetajući kapacitivni utjecaj relevantni su sljedeći parametri:

– Ekvivalentni ometajući napon - U_e

Određuje se množenjem vrijednosti ometajućeg (nazivnog, pogonskog) napona EE voda s telefonskim faktorom oblika (form faktor):

$$U_e = U \cdot F_u$$

- Telefonski faktor oblika - F_u
 - za mreže do 110 KV bez uređaja koji stvaraju harmonike: 0,005 - 0,007
 - za mreže do 110 KV s uređajima koji stvaraju harmonike: 0,01 - 0,02
 - za mreže iznad 110 KV s izravno uzemljenom neutralnom točkom ili preko malog otpora: 0,005 - 0,007.

10.3.2. Proračun opasnosti

Induktivni utjecaj

Podužna inducirana EMS (E_i) izračunava se pomoću izraza:

$$E_i = \omega \cdot M \cdot I \cdot l \cdot r \cdot 10^{-3} \quad [\text{V}]$$

gdje su:

ω - kružna frekvencija ometajuće struje [Hz]

M - međuinduktivitet na $f = 50$ Hz [mH/km]

I - jakost inducirajuće struje [KA]

l - duljina dionice približavanja [km]

r - redukcijski faktor, odnosno proizvod više redukcijskih faktora (npr.).

Napomena: Ovaj proračun obično se obavlja za udaljenosti:

– do 1 km, ako je $\rho < 500 \Omega\text{m}$

– do 2 km, ako je $\rho > 500 \Omega\text{m}$

– do 3 km, ako je $\rho > 3000 \Omega\text{m}$

Kapacitivni utjecaj

Kapacitivna struja pražnjenja izračunava se pomoću izraza:

$$i = \omega \cdot C \cdot U \cdot l \cdot e \cdot 10^{-6} \quad [\text{mA}]$$

gdje su:

ω - kružna frekvencija ometajuće struje [Hz]

C - međukapacitet [nF/km]

U - napon EE postrojenja prema zemlji [V]

l - duljina dionice približavanja [km]

e - ekranirajući faktor, odnosno proizvod više ekranirajućih faktora (npr. $e=pq$).

Proračun smetnji

a. Induktivni utjecaj

Podužna EMS šuma izračunava se pomoću izraza:

$$e_{s0} = \omega' \cdot M_{zz} \cdot I_e \cdot l \cdot r \quad [\text{mV}]$$

gdje su:

$\omega' = 2\pi f$ – kružna frekvencija ometajuće struje [Hz]

M_{zz} - međuinduktivitet na $f = 800$ Hz [mH/km] između TK voda (zemni krug) i EE voda (zemni krug)

I_e - ekvivalentna vrijednost jakosti inducirane struje [A]

l - duljina dionice približavanja [km]

r - redukcijski faktor (odnosno proizvod više redukcijskih faktora)

EMS šuma prouzročena izravnim djelovanjem iznosi:

$$e_{s1} = \omega' \cdot M_{zp} \cdot I_e \cdot l \cdot r \cdot \sqrt{\frac{600}{Z}} \quad [\text{mV}]$$

gdje je:

Mzp - međuinuktivitet na ref. frekvenciji između TK voda (petlja) i EE voda (zemni krug) [mH/km]

Z - karakteristična impedancija TK voda na $f = 800$ Hz [W]

EMS šuma zbog nesimetrije TK voda prema zemlji iznosi:

$$e_{s2} = e_{s0} \cdot \sqrt{\lambda_m^2 + S_n^2} \text{ [mV]}$$

gdje su:

λ_m – faktor osjetljivosti TK voda pri induktivnom utjecaju

S_n – stupanj nesimetrije priključenih TK uređaja

Napomena: Ovaj proračun obavlja se obično za udaljenosti:

– 250 m u naseljenim mjestima

– 1000 m u nenaseljenim područjima.

b. Kapacitivni utjecaj

EMS šuma prouzrokovana izravnim djelovanjem iznosi:

$$e_{s3} = \omega' \cdot C \cdot U_e \cdot l \cdot e \cdot \sqrt{600 \cdot Z} \text{ [mV]}$$

gdje su:

$\omega' = 2\pi f$ – kružna frekvencija ometajuće struje [Hz]

C – međukapacitet [nF/km]

U_e – ekvivalentna vrijednost smetajućeg napona [V]

l – duljina dionice približavanja [km]

e – ekranirajući faktor (odnosno proizvod više ekranirajućih faktora)

Z – karakteristična impedancija TK voda na $f = 800$ Hz/W

EMS šuma zbog nesimetrije TK voda prema zemlji iznosi:

$$e_{s4} = U_p \cdot \sqrt{\lambda_c^2 + S_n^2} \text{ [mV]}$$

gdje su:

$$U_p = U_e \cdot \frac{C_{zt}}{C_{tz}}$$

λ_e – faktor osjetljivosti TK voda pri kapacitivnom utjecaju

S_n – stupanj nesimetrije priključenih TK uređaja

c. Ukupni utjecaj

Ukupna EMS šuma u pojedinim vrstama TK vodova izračunava se ovim izrazima:

Simetrični zračni goli vodovi:

$$e_s = \sqrt{e_{s1}^2 + e_{s2}^2 + e_{s3}^2 + e_{s4}^2} \text{ [mV]}$$

Simetrični zračni kabelski vodovi bez kovinskog plašta:

$$e_s = \sqrt{e_{s2}^2 + e_{s4}^2} \text{ [mV]}$$

Simetrični podzemni kabelski vodovi, odnosno simetrični zračni kabelski vodovi s kovinskim plaštem:

$$e_s = e_{s2} \text{ [mV]}$$

10.3.3. Zaštita od utjecaja

Općenito

Prvo će biti opisane opće mjere zaštite od utjecaja EE postrojenja.

a. U slučaju opasnih i smetajućih utjecaja svih vrsta (galvanski, induktivni i kapacitivni) treba težiti sljedećem:

– razmak između TK i EE trase - što veći;

– duljina paralelnog vođenja TK i EE voda - što manja;

- vrlo pažljivo određivanje trase, i u slučaju potrebe - korekcija.
- b. U slučaju opasnih utjecaja svih vrsta treba na TK vodu na prikladnim mjestima označiti postojanje opasnosti propisanom oznakom (isprekidana izlomljena strelica crvene boje) kao upozorenje neupućenim. Stručno osoblje koje održava TK vod pod utjecajem mora obvezno koristiti sredstva osobne zaštite (izolacijske rukavice, obuću, alat i sl.).
- c. U slučaju smetajućih utjecaja svih vrsta vrlo je važno izmjeriti simetričnost TK voda i, koliko je to moguće, poboljšati je.

Zaštita od galvanskog utjecaja

a. Zaštita zračnih TK vodova

a.1. Pri paralelnom vođenju

- najmanji horizontalni razmak vodiča u pravilu visina višeg uporišta + 3 m, odnosno

u naseljenim mjestima za < 250 V	> 1 m
za > 250 V	> 4 m
od voda električne vuče	> 2 m

a.2. Pri križanjima

- križanje u rasponu
- EE vodovi u pravilu iznad TK vodova (jer su deblji, a time i čvršći), iznimno u naseljenim mjestima za napone do 250 V mogu biti i ispod, s tim da je razmak barem 1 m, a EE vod izoliran
- stup TK linije što dalje od EE linije, a nikako ne manje od 5 m
- stup EE linije što bliže TK liniji, ali ne manje od 2 m
- na uporištima TK linije s obje strane križanja - gromobrani (otpor < 25 Ω)
- vertikalni razmak pri najnepovoljnijim uvjetima (+ 40°C ili -5°C, s dodatnim teretom od leda ili snijega):
- za vodove elektroprijenosa do

250 V ...	1 m
1 KV ...	2 m
1-35 KV ...	2,5 m
35-110 KV ...	3,0 m
110-150 KV ..	3,5 m
iznad 150 KV ...	4,0 m
- za vodiče elektrovuče ... 2,0 m
(zaštitne žice paralelno s pravcem voda elektrovuče 50 cm iznad njega, ne manje od 3 zaštitne žice, od kojih jedna iznad TK voda, a druge dvije s obje strane na razmaku 50 cm)
- EE vodovi moraju imati na križanju smanjeni raspon, te biti bez nastavaka i dvostruko zavješeni
- kut križanja između 45 i 90°.

b. Zaštita kablskih TK vodova

b.1. Pri paralelnom vođenju

- najmanji horizontalni razmak između TK i EE kabela:

za < 10 KV	> 0,5 m
za > 10 KV	> 1 m bez zaštite
	0,5 < d < 1 m sa zaštitom

Napomena: Zaštita se sastoji od uvlačenja EE kabela u željeznu cijev, a TK kabela u betonsku cijev.

- najmanji horizontalni razmak između uporišta EE linije i TK kabela mora biti:

- za 110 KV > 10 m
- za 220 KV > 15 m
- za 400 KV > 25 m

b.2. Pri križanjima

– najmanji vertikalni razmak između TK i EE kabela:

- za < 250 V > 0,3 m
- za > 250 V > 0,5 m bez zaštite
- 0,3 < h < 0,5 m sa zaštitom

Napomena: Zaštita je ista kao i pri paralelnom vođenju, samo su zaštitne cijevi duljine 2-3 m.

– kut križanja između 45 i 90o

Zaštita od induktivnog utjecaja

a. *Zaštitne mjere na EE vodovima*

Za smanjenje opasnog utjecaja koriste se:

- simetrično opterećenje vodova
- transpozicija (upredanje) vodova
- smanjenje struje u režimu normalnog rada i u režimu kratkog spoja
- skraćanje vremena struje kratkog spoja (brzi rastavljači, manje od 1 s)
- primjena zaštitnog užeta s boljim redukcijskim faktorom
- primjena odsisnih transformatora, koji prisiljavaju povratnu struju da sva teče po tračnicama, čime se povećava njihovo ekranirajuće djelovanje
- zamjena zračnog EE voda kabelskim.

Za smanjenje smetajućeg utjecaja koriste se ove mjere:

- smanjenje snage kojom upravljaju tiristori
- ugradnja rezonantnih filtera za eliminiranje harmonike.

b. *Zaštita zračnih TK vodova*

b.1. Pri paralelnom vođenju

Za smanjenje opasnih utjecaja koriste se sljedeće mjere:

- ugradnja u TK vodove odvodnika prenapona kojim se TK vod dijeli u više dionica, u kojima inducirana EMS ne prelazi dopuštenu vrijednost;
- ugradnja u TK vodove razdvojnih separacijskih transformatora kojima se TK vod dijeli u više dionica, u kojima opet inducirana EMS ne prelazi dopuštenu vrijednost;
- ugradnja u TK vodove uzemljujućih prigušnih svitaka;
- zamjena zračnih TK vodova kabelskim.

Za smanjenje smetajućih utjecaja koriste se ove mjere:

- prijelaz sa NF na VF rad;
- primjena komandora;
- povećanje razine korisnog signala;
- zamjena zračnih TK vodova kabelskim.

b.2. Pri križanjima

Kut između TK trase i EE trase treba biti što bliži 90°, jer je u tom slučaju međuinduktivitet između vodova jednak 0, a time i induktivni utjecaj EE vodova najmanji.

c. *Zaštita kabelskih TK vodova*

c.1. Pri paralelnom vođenju

Za smanjenje opasnih utjecaja koriste se sljedeće mjere:

- ugradnja u TK vodove odvodnika prenapona;
- ugradnja u TK vodove razdvojnih transformatora;

- ugradnja na TK kabel redukcijских transformatora u kojih je na primarni namotaj priključen kovinski plašt TK kabela, a na sekundarne namotaje vodovi u tom kabelu. Na taj se način u TK vodovima EMS inducirane zbog vanjskih utjecaja kompenziraju s EMS induciranom od kabelskog plašta preko redukcijског transformatora. Konačni učinak odgovara smanjenju redukcijског faktora kabela. U tom slučaju radi se o pasivnoj zaštiti;
- ugradnja na TK kabel neutralizirajućih transformatora, u kojih je na primarni namotaj priključen tzv. pilotski vodič, a na sekundarne namotaje TK vodovi u kabelu. EMS inducirana u pilotskom vodiču pojačava se u posebnom pojačalu i zatim transformira u TK vodove, gdje neutralizira EMS inducirane zbog vanjskih utjecaja. U tom slučaju radi se o aktivnoj zaštiti (ARS - njemački Aktive Reduktionsschutzeinrichtung);
- polaganje paralelno s TK kabelom uzemljenog tzv. kompenzacijskog vodiča;
- primjena TK kabela s boljim redukcijским faktorom;
- zamjena žičnog sustava prijenosa optičkim ili bežičnim (radio).

Za smanjenje smetajućih utjecaja koriste se ove mjere:

- prijelaz sa NF na VF rad;
- primjena komandora;
- povećanje razine korisnog signala;
- primjena TK kabela s boljim redukcijским faktorom;
- zamjena žičnog sustava prijenosa optičkim ili bežičnim (radio).

c.2. Pri križanjima

Kao i kod zračne TK linije kut između trase TK kabela i EE trase treba biti što bliži 90°, da bi međuinduktivitet a time i induktivni utjecaj EE vodova bili što manji.

D. Zaštita od kapacitivnog utjecaja

a. Zaštitne mjere na EE vodovima

Osim povećanja razmaka i smanjenja duljine približavanja, jedna od najefikasnijih mjera je sniženje napona na EE vodu.

b. Zaštita zračnih TK vodova

Za smanjenje opasnih kapacitivnih utjecaja koriste se sljedeće mjere:

- ugradnja u TK vodove odvodnika prenapona;
- ugradnja u TK vodove uzemljujućih prigušnih svitaka;
- zamjena zračnih TK vodova podzemnim.

E. Zaštita pri uvođenju u EE postrojenja

a. Slučajevi

TK vodovi koji se polažu u blizini EE postrojenja štite se u sljedećim slučajevima:

- kada dolaze iz bezopasnog sektora i završavaju u sektoru visokog napona;
- kada izlaze iz sektora visokog napona i završavaju u bezopasnom sektoru;
- kada prolaze kroz sektor visokog napona.

b. Opće mjere

- svi TK kabeли koji se uvode u sektor visokog napona moraju biti podzemni, a oni koji samo prolaze mogu biti ili podzemni ili zračni;
- u sektoru visokog napona TK kabeли moraju imati vanjski plašt od plastičnih masa, a uvlače se u cijevi također od plastičnih masa;
- ormari s kućištem od plastičnih masa, a ako su kovinski, moraju se uzemljiti;
- upozorenje "pažnja, visoki napon".

c. Tipovi zaštite

- $U_z < 430 \text{ V}$ - ne treba posebna zaštita;
- $U_z < 1200 \text{ V}$ - primjena odvodnika prenapona i eventualno strujnih osigurača ;

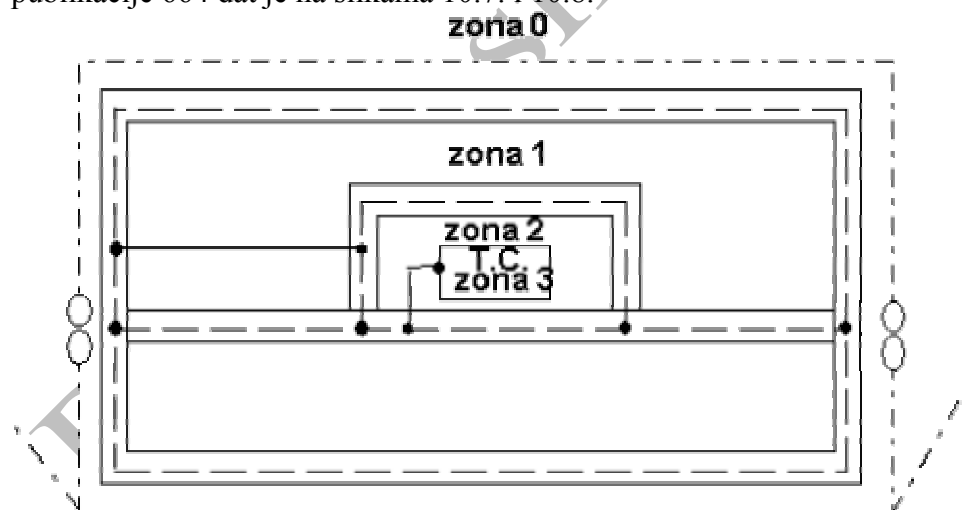
- $U_z < 4 \text{ KV}$ - primjena serijskog induktiviteta, odvodnika prenapona i eventualno strujnih osigurača;
- $U_z < 18 \text{ KV}$ - primjena razdvojnih transformatora, te eventualno odvodnika prenapona i strujnih osigurača.

10.4. Prenaponska zaštita digitalnih telefonskih centrala

Uvođenje elektroničkih i digitalnih telefonskih centrala u telekomunikacijski sustav osim mnogobrojnih prednosti donijelo je i neke nedostatke, a prije svega osjetljivost na prenapone. Osim mogućih oštećenja organa centrale prenaponski udari uzrokuju ispade elektroničkih osigurača ugrađenih u centrale za zaštitu hardware-a, čime se povećavaju prometni gubici. Iz tog razloga međunarodne institucije uvele su mnogobrojne tehničke mjere kojima se smanjuje porast šteta od prenapona. Propisi i standardi koji su se bavili gromobrnskom i prenaponskom zaštitom prošireni su i dopunjeni novim spoznajama i specifičnim zahtijevima. Osnova novih preporuka CCITT, CEI i IEC, kao i VDE standarda temelji se na usklađenosti vanjske i unutrašnje prenaponske zaštite, te raspodjeli prenapona po stupnjevima i zonama.

10.4.1. Vanjska prenaponska zaštita

Vanjska prenaponska zaštita u pravilu se dijeli na četiri zone (Faraday-eva kaveza). Prva zona omeđena je klasičnom gromobrnskom instalacijom, s time da se preporuča odvod na svakih 5m (telefonske centrale i računarski centri). Drugu zonu definira armaturna mreža prostorije u kojoj je smještena telefonska centrala. Treću zonu predstavlja je samo kućište telefonske centrale. Sukladno tome, vanjski neštićeni prostor predstavlja zonu 0. Pojednostavljeni prikaz standarda VDE 0110 i IEC publikacije 664 dat je na slikama 10.7. i 10.8.



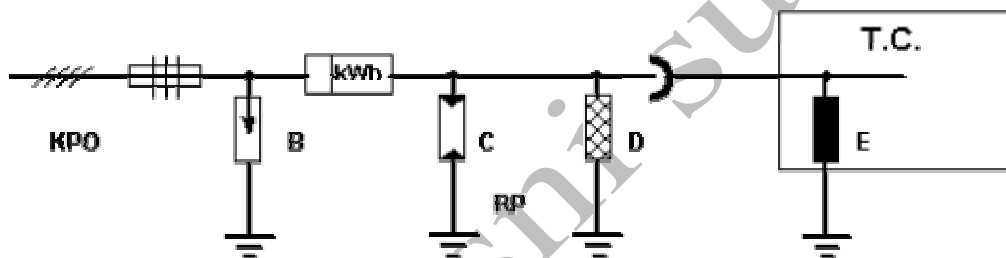
Slika 10.7. Vanjska prenaponska zaštita

U svakoj zoni treba predvidjeti sabirnice za izjednačenje potencijala koje se spajaju međusobno i na gromobrnski uzemljivač. Otpor uzemljenja trebao bi po mogućnosti biti manji od 2 odnosno 5 ohm-a. Međutim, ako ispravno izvedemo izjednačenje potencijala i gromobrnsku zaštitu (čime dobijemo lokalno "plivajuće" uzemljenje, koje onemogućava pojavu naponskih razlika), tada vrijednost otpora i nije toliko bitna.

10.4.2. Unutarnja prenaponska zaštita

Unutrašnju prenaponsku zaštitu potrebno je ugraditi na svim mjestima gdje energetski ili telekomunikacijski kabeli prolaze kroz zone. Prenaponska unutarnja zaštita mora biti koordinirana s izolacijskom čvrstoćom primjenjenih elemenata i uređaja kao i sa osjetljivošću sustava elektronske prenaponske i prekostrujne zaštite u samoj centrali. U pravilu ljude i opremu štitimo od posljedica udara groma čija struja doseže do 200kA. 50% struje groma odvodi gromobranska zaštita, a preostalih 100kA štitimo posebnim sustavom prenaponske zaštite. Taj sustav mora sniziti prenapon ispod 6kV i tako redom do zone uređaja kojeg štitimo. Selektivnu prenaponsku zaštitu energetskog dijela potrebno je predvidjeti na prijelazima iz zone u zonu, poštujući koordinaciju čvrstoće izolacije, prema narednoj shemi:

ZONA	0	1	2	3
IZOLACIJSKI NIVO	6 kV	4 kV	2,5 kV	1,5 kV



slika 10.8. Zaštitni elementi prenaponske zaštite

ZAŠTITNI ELEMENTI

- B 100 kA <6 kV
- C 10=15 Ka <4 kV
- D 2,5=5 kA <2,5 kV
- E zaštita u samom uređaju (centrali odnosno RSS-u)

Gornji shematski prikaz ujedno daje i koncept rješenja zaštite energetskog dijela digitalne telefonske centrale odnosno njenih izdvojenih dijelova (RSS-ova i RSM-ova). Selektivnom prekostrujnom i prenaponskom zaštitom postizemo da do telefonske centrale stignu prenaponi koji su niži od izolacijske čvrstoće centrale (uobičajeno 1-1,5kV), čime se ostvaruje zaštita organa centrale u krugu napajanja.

Koncept zaštite na strani TK mreže podrazumijeva također rasterećenja prenaponskih razina na mjestima prolaza kroz zone. Kod izgradnje novih mreža ti se problemi rješavaju već u projektivi pravilnim odabirom tipa kabela odnosno njegovog redukcionog faktora, dopunskog zaštitnog uzemljivača ili štita, odabirom mjesta rasteretnih uzemljenja plašta te postizanjem što nižih vrijednosti dinamičkih otpora uzemljivača u suhim uvjetima pravilnim odabirom tipa uzemljivača. Kada se, međutim, nova digitalna centrala implementira na postojeći TK sustav, naknadni zahvati na postojećoj mreži obično nisu isplativi pogotovo ako zahtijevaju zamjenu kabela ili iskope poradi polaganja zaštitne trake. U takvim slučajevima na prolazima kroz zone potrebno je postaviti rasteretna mjesta sa autoregenerativnim zaštitnim

sklopovima koji će obaviti zadaću smanjenja prenapona na TK vodovima prije ulaska u centralu i u samoj centrali.

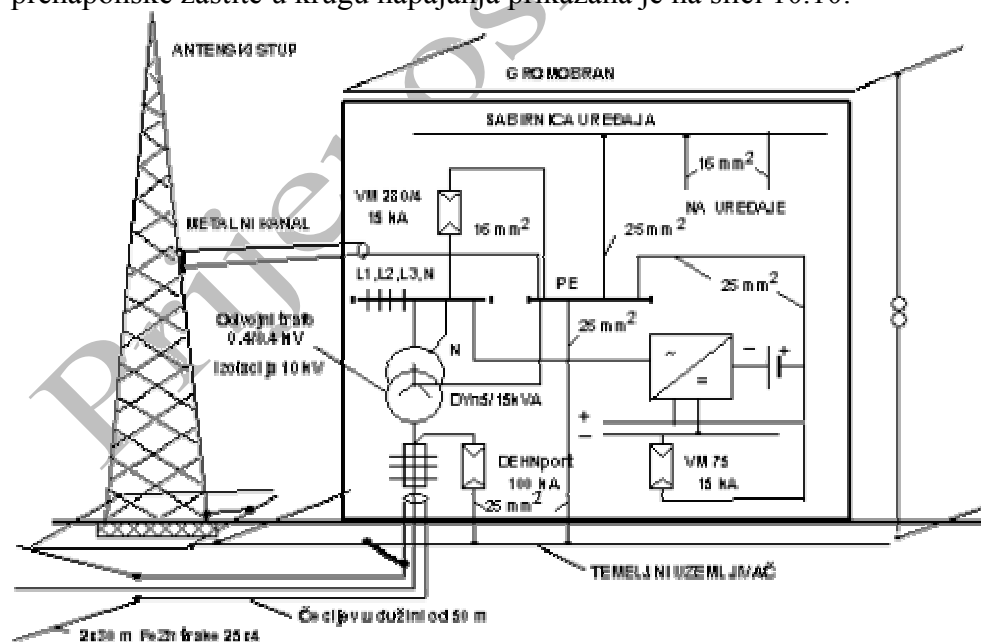
Pravilnim odabirom tipa i stupnja prenaponske zaštite moguće je realizirati učinkovit sustav prenaponske zaštite digitalnih centrala i ostalih elemenata TK sustava osjetljivih na prenapone (kao što su malokanalni i višekanalni PCM uređaji, javne govornice, telefax i modem uređaji te elektronski telefoni) na tehnički i ekonomski optimalan način.

10.4.3. Prenaponska zaštita u krugu napajanja

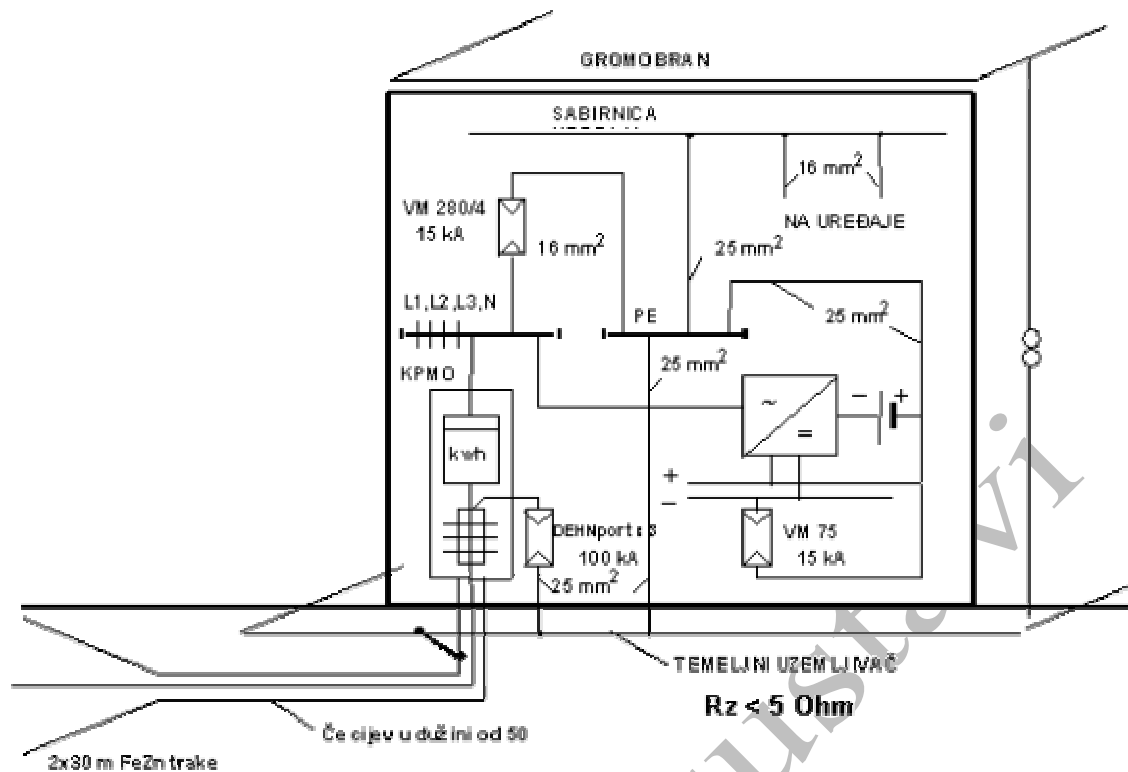
Glede broja grmljavinskih dana, mogućnosti direktnog udara groma, važnosti objekta i drugih elemenata određuju se tehnička rješenja energetske zaštite objekata digitalnih telefonskih centrala odnosno RSS-ova. Analize pokazuju da su najviše izložene elektronske i digitalne telefonske centrale (RSS, RSM) u samostojećim objektima na područjima s brojem grmljavinskih dana iznad 10, antenskim stupom i velikom mogućnošću direktnog udara groma, što se može svrstati u ekstremne uvjete ugroženosti atmosferskim pražnjenjima. U ovakvim i sličnim slučajevima preporučuje se zaštita energetskog dijela centrale prenaponskim sustavom prikazanim na slici br. 10.9.

Poradi ekstremnih uvjeta i direktne izloženosti udaru groma, tehničko rješenje zaštite uključuje odvojni transformator, a vrijednosti otpora uzemljenja ne smiju prijeći 2 Ohma u suhim uvjetima. Ukoliko se te vrijednosti poradi velikog specifičnog otpora tla u suhim uvjetima ne mogu postići klasičnim trakastim i zvjezdastim uzemljivačima, potrebno je instalirati mrežu klasičnih sondi ili primijeniti specijalnu kemijsku sondu. Podaci o zaštitnim prenaponskim elementima VGA i VM dani su u prilogu ove studije.

Za objekte sa manjim stupnjem izloženosti dostatna konfiguracija sustava prenaponske zaštite u krugu napajanja prikazana je na slici 10.10.



Slika 10.9. Gromobranska zaštita telekomunikacijskog čvora



Slika 10.10. Sustav prenaponske zaštite napajanja

Napomena: U manjim objektima koji nisu izloženi direktnim atmosferskim pražnjenjima, umjesto zaštite sa DEHNport i VM 280 može se primjeniti kombinirana zaštita VGA 280/100 kA .

10.4.4. Prenaponska zaštita na strani TK mreže

Analize ispada elektronskih osigurača (EMRP 0-n) koji osiguravaju osnovni blok ("policu") od 128 pretplatničkih brojeva unutar RSS-a pokazuje da je mogući uzrok ispada pojedinih EMRP-a prenaponski udar unesen sa strane TK mreže. Prenaponske smetnje posljedica su prijelaznih pojava susjednih energetske sistema, željezničkih pruga, trafostanica, prolaza ispod visokonaponskih dalekovoda, slabih ili nikakvih uzemljenja susjednih objekata i objekata TK mreže i sl. Pogotovo se očituju na kabelskim dionicama sa prijelazom sa podzemnog kabela na zračni (samonosivi) kabel odnosno u mrežama sa zračnim instalacijama dužim od 40 m u prosjeku. Smetnje se prenose konduktivnim, induktivnim ili kapacitativnim putem. Samo adekvatno primjenjena vanjska i unutrašnja selektivna prenaponska zaštita, kvalitetni armirani kabeli i ispravna uzemljenja čine djelotvoran sustav potpune prenaponske zaštite telefonske centrale. Ukoliko bilo koji od navedenih elemenata sustava ne udovoljava kriterijima , neophodna je sanacija za koju se predlaže slijedeća procedura:

Provesti analizu zauzeća TK mreže za blokove od 128 priključaka čiji elektronski osigurači (EMRP) po statistici najčešće ispadaju i odrediti kabelske pravce i izvode koji potencijalno mogu uzrokovati ispad pojedinih EMRP-a;

Obaviti kontrolu i sanaciju svih uzemljivača na izvodima TK mreže na koje ukaže rezultat analize iz točke 1. na način da se postigne vrijednost otpora uzemljivača manja od 30 Ohma u suhim uvjetima;

Obaviti kontrolu i sanaciju prespoja i uzemljenja zaštitnih plaštova TK kabela te potpunosti i ispravnosti zaštite na svim (zauzetim i slobodnim) paricama

obuhvaćenih izvoda, a na instalacije duže od 50 metara obavezno ugraditi zaštitu 3. stupnja;

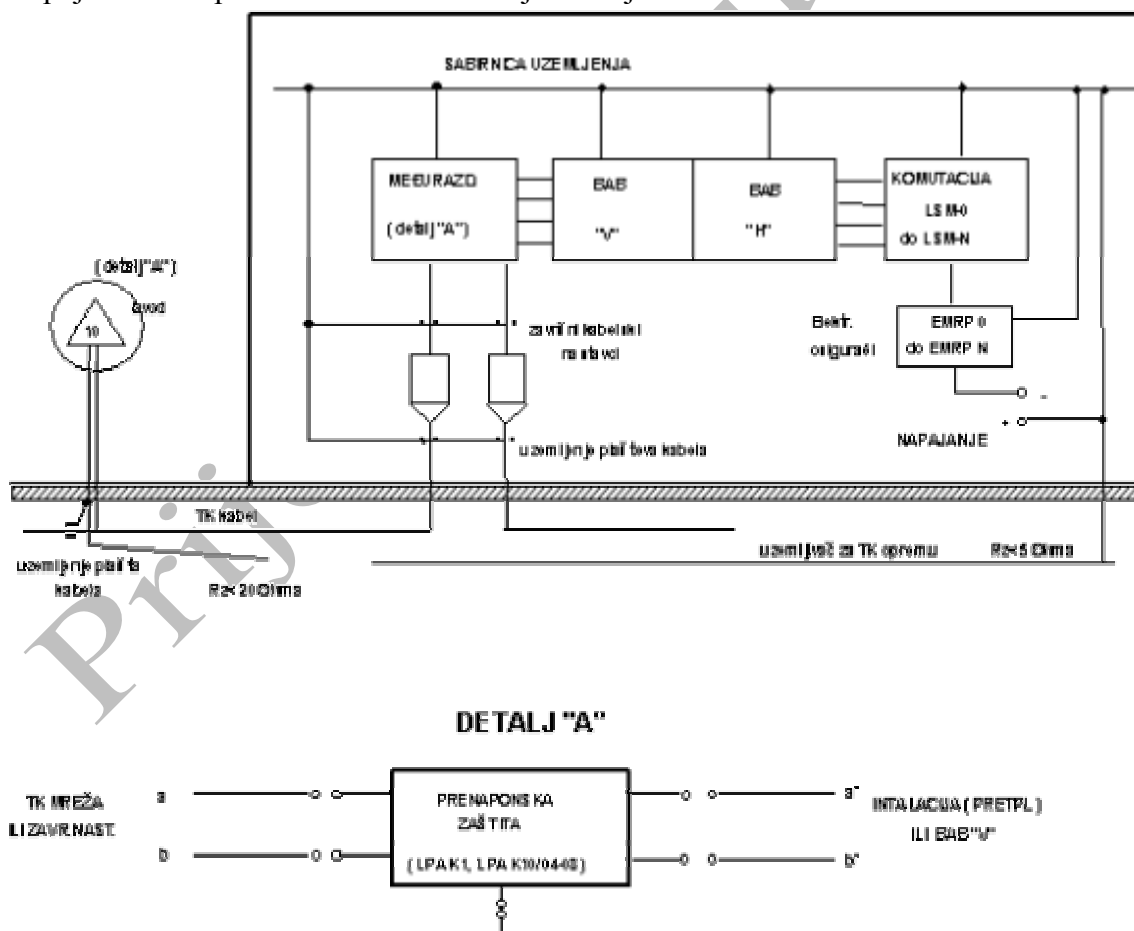
Obaviti kontrolu i po potrebi sanaciju radnog i zaštitnog uzemljenja objekta centrale i instalacija u objektu uz postizanje maksimalnog otpora uzemljivača od 5 Ohm-a u suhim uvjetima; obaviti kontrolu prespoja metalnih masa na sabirnicu za izjednačenje potencijala i korigirati moguće induktivne petlje ;

Na mjestima prijelaza sa podzemnih kabela na samonosive - zračne kabele obavezno ugraditi zaštitu 2. a po potrebi i 3. stupnja te rasteretna mjesta na svakih 300-500 m duž zračne kablске dionice;

Na svim mjestima prolaza ispod visokonaponskih dalekovoda i u blizini trafostanica te elektro postrojenja željeznice ugraditi rasteretna mjesta sa zaštitnim modulima 3. stupnja i dopunskim uzemljivačem ukoliko po podacima iz dokumentacije na tim dionicama nije ugrađen TK kabel sa maksimalnim redukcionim faktorom ili realizirana dopunska zaštita trakom ili metalnom cijevi;

U naročito ugroženim područjima Na kablским dionicama bez izvoda koje su duže od 1000 m bez usputnih rasteretnih uzemljenja u nastavcima postaviti rasteretno mjesto 3. stupnja sa uzemljivačem do 20 Ohma na svim paricama (ulaz-izlaz) na udaljenosti ne većoj od 200 m od centrale;

U centrali na glavnom razdjelniku ili međurazdjelniku ugraditi zaštitne module 3. stupnja na svim paricama GM kabela koji su dulji od 1000 m.



Slika 10.11. Prenaponska zaštita TK kabela

10.4.5. Prenaponski zaštitni elementi i moduli

Većina telefonskih centrala izdrži prenaponske udare do 1 kV. Linijski ulaz obično je štićen osiguračem i varistorom. Međutim, varistor nakon 100 prenaponskih udara

oslabi za 10 puta (od 1200A na 120A) što znači da centrala ostane nezaštićena. Iz tog razloga potrebno je ugraditi LPA module, koji su tako konstruirani da osiguravaju puno dulji "životni vijek" varistora.

Prenaponski moduli konstruktivno su prilagođeni za sve letvice (PAP, KRONE, ELIS, KAPSCH), sastoje se od najkvalitetnijih elemenata i štite u longitudinalnom i transvezalnom smjeru. Tropolni simetrični plinski odvodnik u uključenom stanju istovremeno djeluje na obje grane i prema zemlji. Plinski odvodnik opremljen je termo klipom za zaštitu pri dodiru telekomunikacijskog i energetskog voda. Varistori predstavljaju finu prenaponsku zaštitu s brzim odzivnim vremenom. Varistori su u modulu štićeni impendancijom prigušnice. Prigušnice sa kapacitetom plinskog odvodnika u dinamičnim uvjetima tvore efikasan LC filter i prigušuju amplituda impulsa, te podržavaju varistore u stanju provodnosti do uključanja plinskog odvodnika. Sinhronizirano djelovanje svih zaštitnih elemenata u LPA modulu osnovni je kvalitativni zahtijev.

Za razdjelnike tipa BAB (proizvodnje TESLA-ERICSSON) razvijen je novi prenaponski zaštitni modul oznake BE-x04, koji se ugrađuje direktno na razdjelnik i štiti četiri parice. Prenaponski zaštitni modul dopunjuje postojeću zaštitu standardno ugrađivanu na BAB reglete (dvopolne plinske odvodnike).

Ugrađena kombinacija najmodernijih komponenata danas dostupnih na tržištu (samoobnovljivi prekostrujni osigurači, varistori i suppressor diode velike provodnosti) garantiraju efikasnost modula do 10 kA za standardni impuls 8/20 msec odnosno mogućnost maksimalnog opterećenja do 100 A za "dugi val" (standardni impuls 10/1000 msec). Brzina reagiranja zaštite je do 25 nsec (a,b-zemlja) odnosno do 1 nsec (a-b).