

ZAŠČITA PROTI STRELI IN PRENAPETOSTIM

V. Murko

Ključne besede: Zaščita pred strelo, zaščita prenapetostna, naprave elektronske, omrežje elektroenergetsko, omrežje telekomunikacijsko, omrežje informacijsko, predpisi tehniški, IEC standardi, CCITT priporočila, odvodniki prenapetostni

Povzetek: Zaradi vse večjega obsega škodnih primerov na sodobni elektroniki so se vzporedno z vse večjo integracijo polprevodnikov razvijali tudi zaščitni sistemi za obrambo pred posledicami strele in prenapetosti.

Stroka ne govori več le o strel vodih, temveč o številni zakonski regulativi ter sistemu zunanje in notranje zaščite. V članku so nakazani vzroki in obsegi škod zaradi prenapetosti in strele, zunanja strel vodna zaščita pred prenapetostmi ter osnovni splošni kriteriji za reševanje problemov na energetskem in telekomunikacijskem omrežju.

Lightning and Overvoltage Protection

Key words: lightning protection, surge protection, electronic devices, power network, telecommunication network, information network, technical regulations, IEC standards, CCITT recommendations, surge arresters

Abstract:

Due to increasing integration processes in the modern electronics in parallel also increase the damaging costs and insurance cases.

Industry followed with the surge lightning and overvoltage protection measures and devices. Lately also the international CCITT recommendations followed the advanced practice and theory.

The professional branch has over 106 years of regular international meetings at the VDE session. Every two years on the congress for discharge problems the top new scientific research results in merit are issued.

The branch is not speaking only about lightning - rod but includes large prevention system on external and internal lightning protection. It is only the teaching science and practice that is far behind the time.

The purpose of this article is to make the overview of the main lightning and overvoltage sources and protection systems and devices. How to avoid the damages of material and people is presented.

Dimensions of the damages from lightning and overvoltages

The modern enterprises, banks, hospitals, administration, laboratories, etc. and even homes are full of sensitive electronic equipment. Discharge damages form over 30% of all insurance cases, what 20 years ago on equipment was lower as 4%. Part of it is shown for the Stuttgart Insurance Company on the picture 1.

Average damages of one lightning stroke caused in a big company in USA in hardware was as high as 105.000 DEM. But the total average loss because of the temporarily non working informatic system in 24.000 people big company was in USA over 6 mio DEM.

Lightning and overvoltage protection system

Protection system is composed of the outside and inside protection and must correspond to the circumstances and protected devices. Planned before the building structure is done, will cause only 1% of the whole costs as the natural armoring material is used. Following measures on the already performed building cases of very sensitive equipment are up to 5 times more expensive.

Picture 2 shows the surge sources in the case of atmospheric discharge.

On picture 3 test current impulses that represent the direct stroke of the 100 kA lightning and more frequent secondary impulses of under 10 kA are shown. The secondary impulses cause over 400 times more damages as the direct stroke.

As the highest discharges are of 200 kA and half of the current stroke go through the lightning conductor to the earth, on the entrance of the building 100 kA, protective device on energetic side is needed. The informatic can be protected internally on 5 and 10 kA levels. Equipotential bar is the most important device to avoid different potential levels in the house as shows picture 4.

Outdoor lightning protection

In the design period of the lightning protection the ball practical prove is coming in the force in order to avoid large formula implementation. Building or a group of buildings are divided in protection classes. If the building is completed with electronics, 20 m radius ball will be applied. But for the industrial production hall the 40 m radius ball is the right one. The lightning test ball should never touch the building. It can touch only the lightning catching rod and conductors as it is shown on the pictures 5 and 6.

The building with highly sensitive electronics devices must be build as two Faraday cages. This cage is the metal case of the electronic protected device. So no high electromagnetic fields can penetrate up to the protected area and device. Picture no 7.

Internal protection

Internal protection must withstand conductive, inductive, capacitive surges and also crossover from technical information to power supply net. The destructive or disturbance surges can be sourced on sunny days from industry, electrical disturbance, electric train system and even from fluorescent lamp starter. Discharges of static electricity are also protected through overvoltage protection devices.

In these Faraday cages the electrical entrances over cables must be blocked for higher impulses as the internal conductors allow. This is done through cascades with overvoltage protection devices. Picture 9 shows the principle of the zone protection cascade system on the energetic 110 - 220 V, 50 - 60 Hz net. The first zone is protected on entrance of the building with 100 kA and 6 kV protection level device (category IV), the second cascade for 15 kA and under 2,5 kV (categories III and II) and the third under 1,5 kV and 2,5 kA. The last, fourth protection is in the protected apparatus itself.

Special attention is to be given on the possibility of the local floating ground or equipotential bar around the protected device as shown for the electronic terminals on picture 8. So the potential difference, in surge destructive impulse cases because of the protection devices that cut overvoltages between both entrances of the protected apparatus, is low, even if the ground potential is some kV high.

As the integration of the electronic transistors went to millions of pieces in one single chip, the distance between conductors went from millimeters to microns. Energies that CMOS still support are as low as 10^{-6} Ws. Picture 11 shows us the disturbance making energy and destructive energy on such largely used devices.

Some protection devices

On picture 12 is presented the response curve of the classical protection device in telecommunication the gas arrester. It can be compared to the response of modern lightning protection assembly LPA on the same 2 kV 0,3/50 s shaped voltage impulse. The LPA comes more and more in practice as it follows the DIN VDE 0845 prescription for the telecommunication protection devices. At the 3 kV impulses the rest voltage at gas arrester is over 1400 V, in the case of LPA is only around 420 V. The telephone public exchange Iskra 2000 for example withstands 800 V without damage.

Lower voltage and current surge cuts can be achieved with supplementary cascade with the second fine protection what is necessary in the cases of more delicate electronics as it is in the telephone exchanges.

The last paragraph shows with its pictures some cases of the computer protection. In this short preview article we have not touched outside measures of cathode, cable and net protection that should be done by the energy distributor or telephone, TV and other companies and lots of particular problems.

Uvod

Pred nedavnim je na Inštitutu "Milan Vidmar" potekal "Kolokvij o atmosferskih razelektritvah in zaščit pred posledicami". Na kolokviju je predavalo več priznanih strokovnjakov, med katerimi je bil najvidnejši prof.dr.Viktor Ščuka z Inštituta za visokonapetostne raziskave švedske Univerze v Upsali. Iz nekaterih predavanj in razprav je bilo razvidno, da premnogi udeleženci niso seznanjeni s problematiko prenapetostnih zaščit, večina pa ne z zadnjim stanjem mednarodnih standardov IEC - 1024/I-1.

Zaradi prodiranja sodobnih elektronskih naprav v vsa področja gospodarstva in splošnih dejavnosti je komaj dopustno, da ni slovenskega univerzitetnega znanja v strokah, ki neposredno vplivajo na varnost delovanja elektronskih naprav in s tem vsakega sistema v gospodarstvu ali drugod, o problemih zaradi prenapetosti in strele ter o obrambi pred njima.

O prenapetosti in streli ter obrambo pred njimi ni ustreznih minimalnih ur predavanj niti na arhitekturi, niti na gradbeni fakulteti, pa tudi na fakulteti za elektrotehniko in računalništvo ne.

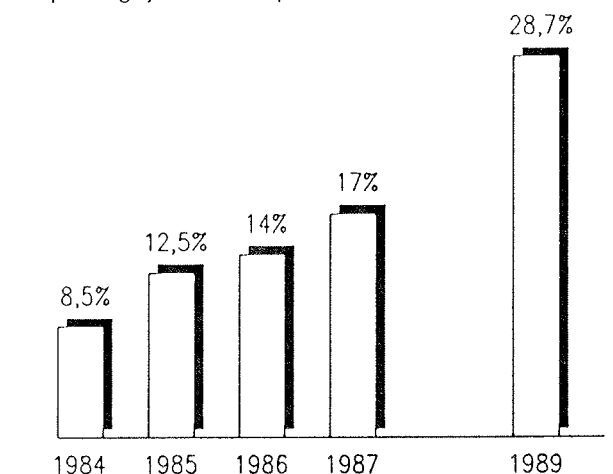
Obsegi škod zaradi prenapetosti in strele

V ZDA so izračunali, da v povprečnem podjetju, ki je tako veliko kot je ISKRA s 24.000 zaposlenimi povzroči ena strela za cca 105.000 DEM škode na opremi. Zaradi izpada celotnega elektronskega sistema pa je še nadaljnjih 6.1 mio DEM škode. Izpade elektronsko načrtovanje, finančni tokovi se ustavijo, računovodstvo ne knjiži, priprava dela stoji, skladišča ne izdajajo repromateriala in blaga, ustavlja se proizvodnja, ni naročanja, prekinejo se telekomunikacijske povezave znotraj in z zunanjim svetom in drugo. V kolikor sistem ni ponovno vzpostavl-

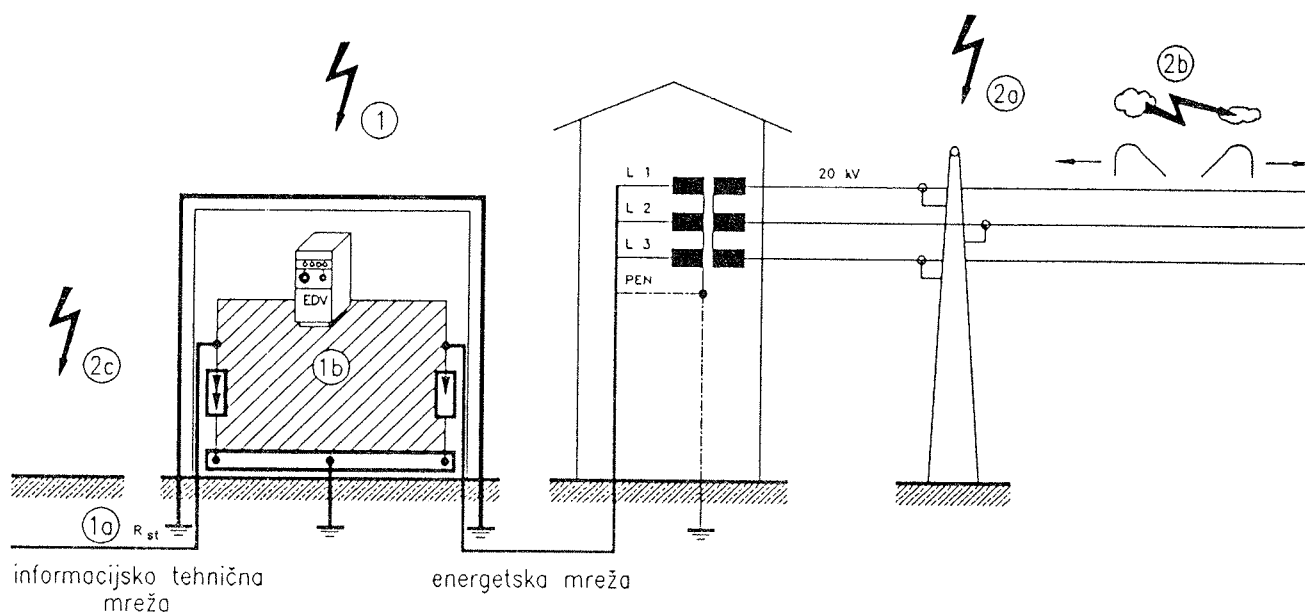
jen v 4 dneh, grozi podjetju stečaj. Za banke velja podobno. Obseg škode zaradi strele se v relativno urejeni Nemčiji ceni na prek 1 milijarde DEM letno. Pri tem število škod, zaradi pomankljivo uporabljenih metod prenapetostne zaščite, ki jih beležijo zavarovalnice, raste iz leta v leto po eksponencialni krivulji (Slika 1).

Škode se ne povečujejo zaradi direktnih udarov strele. Te celo upadajo. Rastejo škode v radijusu do 1,5 km od udarca strele in škode, ki jih povzročajo prenapetosti iz energetske mreže pri vkapljanju in izklapljanju večjih porabnikov (točkovnih aparatov, peči, zbiralk, velikih motorjev, celo fluorescentnih svetilk itd). Na sliki 2 so prikazani vzroki prenapetosti pri atmosferskih praznilih.

Znaten je tudi vpliv elektrovleke in bližine električnih central, da ne govorimo o vplivih atomske eksplozije. Na eno direktno škodo zaradi udarca strele prihaja od 400 do 800 indirektno povzročenih škod, kjer tokovne špice ne presegajo 10 kA impulz standardne oblike.

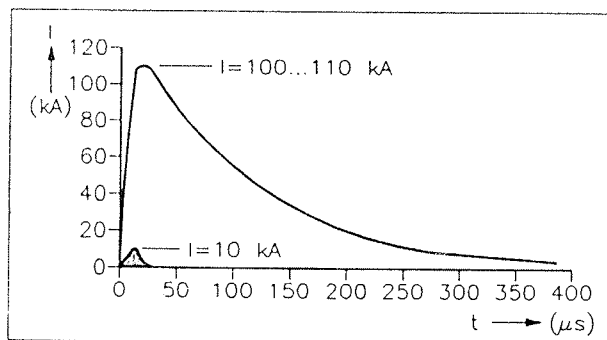


Slika 1: Porast odškodninskih stroškov zaradi prenapetostnih vzrokov v delu vseh škod na elektronskih napravah.



Slika 2: Vzroki prenapetosti pri atmosferskih praznitvah 1- Direktni bližnji udar, 1a-Padec napetosti na ozemljitvenem uporu, 1b-Inducirano polje med energijsko in informacijsko mrežo (di/dt)_{max} 2- Oddaljeni udar, 2a-Udarec v sredino proste linije, 2b-Oblak - oblak, 2c-Polje kanalne strele

Za preverjanje vzdržljivosti zaščite proti strelu obstoja niz standardiziranih impulzov, s katerimi improviziramo strelo in prenapetosti v laboratoriju. Najbolj pomembna sta dva tokovna impulza, 100 kA, ki izzveni v 350 mikrosekundah in impulz 8/20, kjer je vzpon 8 mikrosekund in padec na polovično vrednost v 20 mikrosekund (Slika 3).



Slika 3: Primerjava testnega tokovnega impulza za direktni udarec strele in sekundarni udarec toka strele po DIN 48810

Napetostni preiskusni impulzi zavise od namena ščitenih naprav, vrste naprav in njihove uporabe. Šele hitri dinamični impulzi iz dragih napetostnih in tokovnih impulznih generatorjev in meritve z zelo hitrimi spominskimi osciloskopi, dajejo praktične vrednosti preizkusov.

Ker pa so udarci strele, po jakosti toka, naboju in moči različni se po njih ravnaajo tudi zaščitni razredi.

Da bi se pravilno dimenzioniralo zaščitne mere za stroje in naprave, je potrebno poznati, kako se porazdelijo tokovi strele v stavbi.

Tabela 1: Odvisnost zaščitnih razredov od jakosti strele

ZAŠČITNI RAZRED			
PARAMETER	I	II	III - IV
I (kA)	200	150	100
W/R (MJ/Ω)	10	5,6	2,5
Q _{impulzni} (C)	100	75	50
Q _{dolgotrajni} (C)	200	150	100

I - tok, W - energija, R - upornost, Q - naboj

Iz predhodnega je razvidno, da za obrambo pred največjimi strelami, ki so tudi do 200 kA, zadostuje na vходу v zgradbo zaščitna naprava, ki bo prenesla 100 kA udare strele, saj 50 % toka odvede strelovod. Ostalih 50 % se prerazporedi po raznih kovinskih zankah in ceveh tako, da v povprečno informacijsko verigo pridejo motnje (standardni impulz 8/20) do 10 kA.

Stara regulativa v Sloveniji s področja elementov strelovodnih naprav je še iz časov SFRJ in izpred 20 let in več.

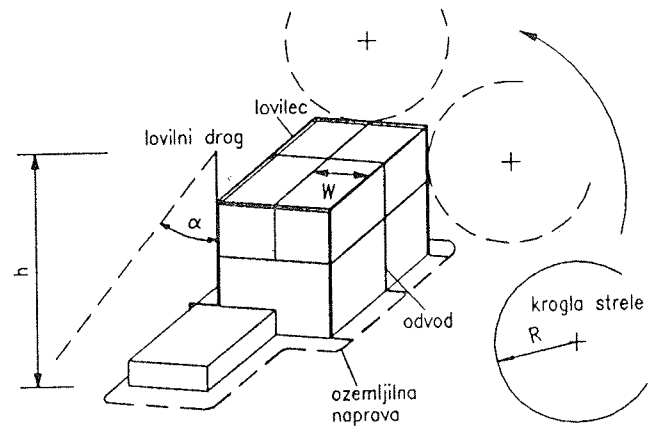
PREDPISI: tehniški predpisi za strelovode (Ur.list SFRJ št. 13/68) tehniški predpisi za zaščito elektroenergetskih postrojev pred prenapetostjo (Ur.list SFRJ št. 7/71).

Novo prenapetostno regulativo, ki jo je za ves svet sprejel IEC s standardom 1024-1 iz 03. 1990, bo treba pri nas še uveljaviti prek "Tehničnega odbora za strelovodno zaščito" pri Uradu za standardizacijo in meroslovje, katerega tehnični sekretar je sedaj g. Božidar Vilar, dipl. ing.

V novih smernicah se poudarjajo principi enotnega koncepta zunanje in notranje zaščite pred strelo. V zuna-

njega sodi strelovodna naprava in oklapanje zgradbe in prostorov ter ekvipotencialna strelovodna izravnava za vse kovinske instalacije. V notranjo zaščito sodijo naprave, moduli in elementi za prenapetostno zaščito. Notranja zaščita se deli na zaščito energetske in zaščito informacijsko tehnične mreže.

Ker po ohmovem zakonu nastajajo pri udaru 50 kA strele, ki bi se v celoti odvedla v strelovodni napravi na upor vsega 1 Ohm že prenapetosti 50.000 V, je bolje, da obravnavamo preostali del sistema v okvirih obvezne prenapetostne izenačitve na ekvipotencialni zbiralki.

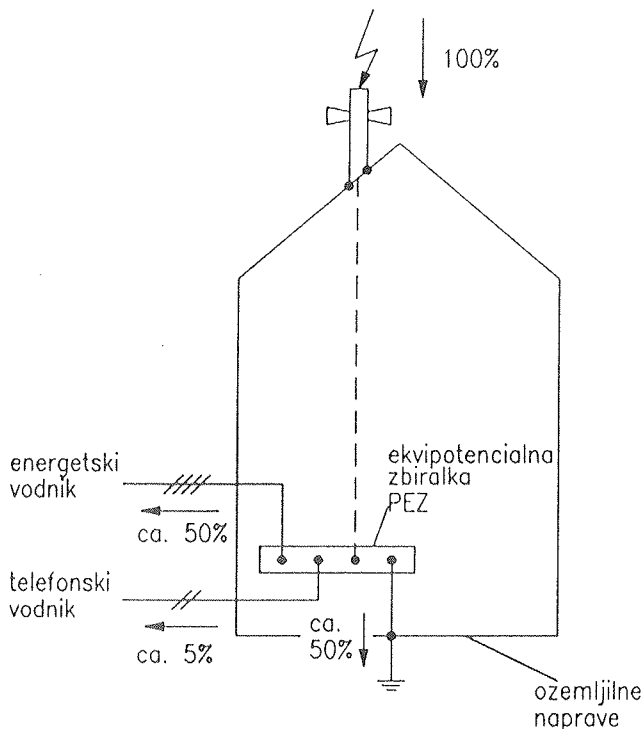


Slika 5: Zunanja strelovodna zaščita

Zunanja strelovodna zaščita

CCITT priporočila predlagajo za stavbe, v katerih so telefonske centrale, da vsako centralo vežemo na lokalno ekvipotencialno zbiralko, da vsako nadstropje pripravimo kot ekvipotencialno ploskev z ustrezno povezavo armaturne mreže in nato vse te ekvipotencialne vežemo v skupne točke ter te šele v ozemljimo. CEI se zadovolji na vsakih 20 m višine ali vsako 4. nadstropje.

V zunanji lovilni strelovodni mreži so se lovilne zanke zmanjšale iz 20 m za zelo zahtevne tehnične objekte z množično elektroniko na 5 m. Pri preverjanju ali smo zajeli vse kritične točke stavbe z lovilnimi drogovi ali mrežo, se uporablja preiskus s krogelno strelo. Namišljena krogla se ne sme nikjer dotakniti stavbe, le lovilne napeljave se naj.



Slika 4: Porazdelitev toka strele pri zunanji strelovodni zaščiti

Popolna zaščita terja čiščeno energetsko mrežo s strani elektrodistribucije, čiščeno mrežo s strani telekomunikacijskih podjetij in lastne notranje in zunanje ukrepe prenapetostne zaščite.

Stavbe, ki jih ščitimo, razdelimo po principu stopnje zaščite glede na naprave, ki so v njih na zaščitne razrede strele. Tovarniške hale razen, če so v njih elektronsko krmiljene naprave, spadajo v zaščitni razred III. s krogelno strelo preiskusa polmera 45 m. Računski center spada v zaščitni razred I. s preiskusno strelo kroglu polmera 20 m. Lovilne naprave na kaminu in na strehah ščitijo pred direktnimi udari strele pod zaščitnimi koti cca 45 stopinj tudi objekte pod njimi.

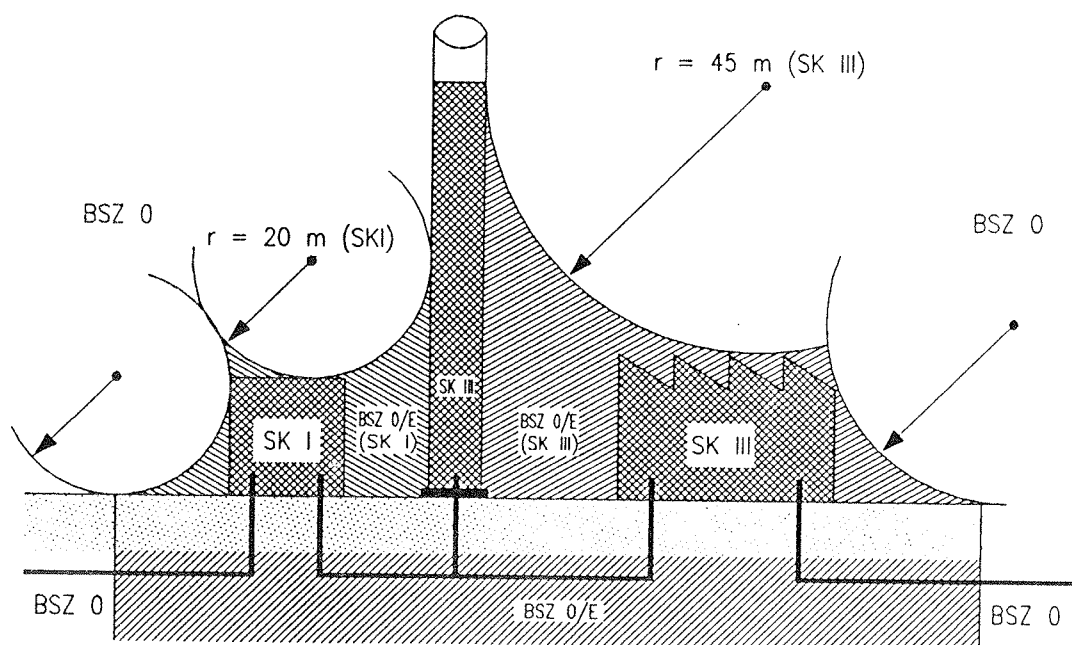
Zaščito pred strelo in prenapetostmi je potrebno izvajati postopno v kaskadah, ki zmanjšujejo vplive iz zunanjega okolja. Zunanje in notranje ukrepe prikazujemo na sliki 7.

Zunanje okolje zaznamuje zaščitna cona 0. V prvi zaščitni coni, ki je že enkrat oklopljena z medseboj povezano gradbeno armaturo s klemami, so še dovoljeni izpadi elektronskih naprav, ki so manj pomembne. V drugi zaščitni coni izpadi niso več dovoljeni. Zaščitna cona 2 predstavlja ponovno popolnoma oklopljen prostor v obliki Faradayeve kletke kot prva in prav tako koristi naravne gradbene materiale. V tej coni so centralni računalniki, telefonske centrale, intenzivna nega bolnikov in operacijske dvorane ali centralni nadzorni in krmilni sistemi. Tudi te elektronske naprave imajo svoj zaščitni oklop ter elemente prenapetostne zaščite in s tem tvorijo v sebi zaščitno cono 3.

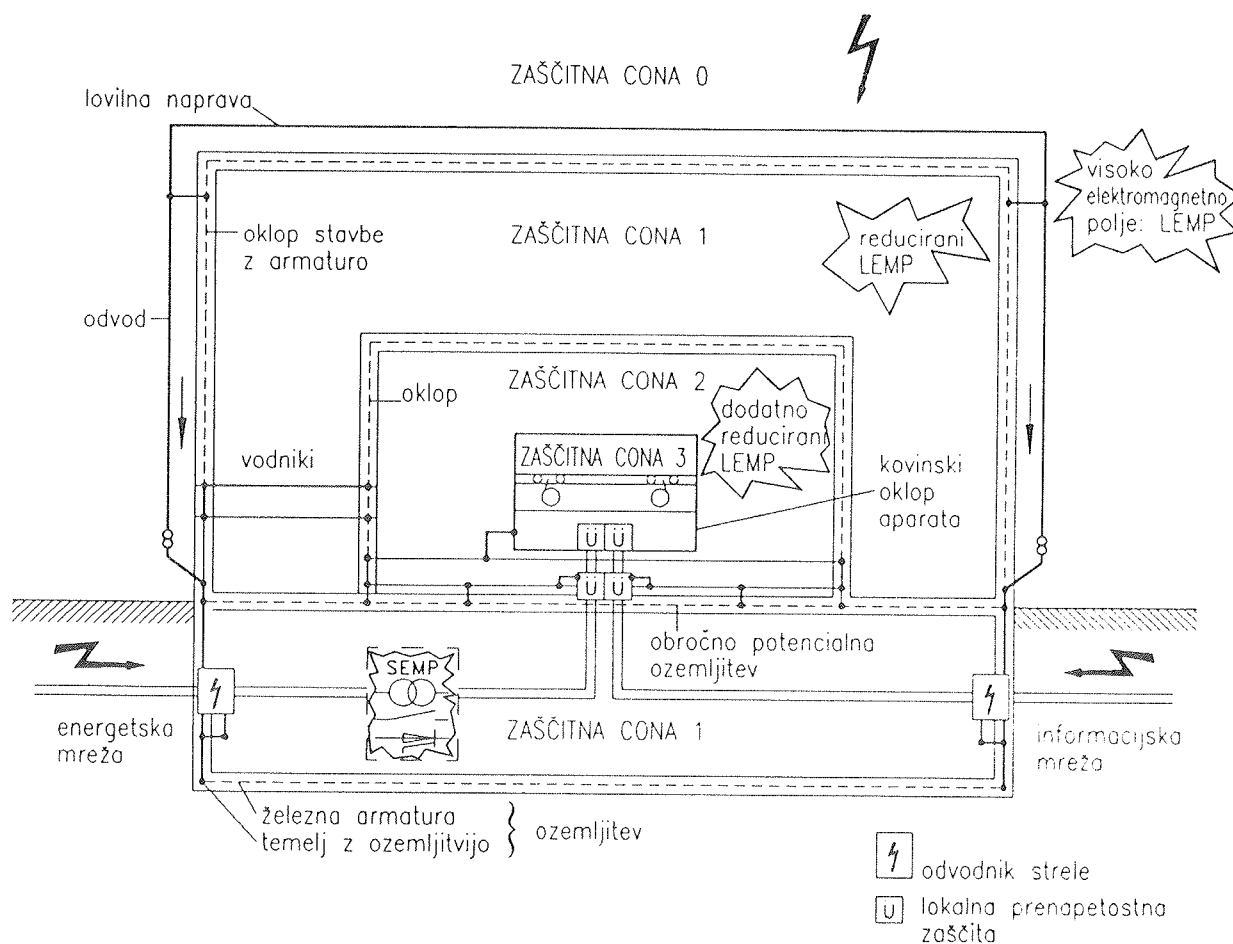
Sistem ekvipotencialnih izenačitev

Sistem ekvipotencialne izenačitve energetskega dela in informacijskega dela na lokalni prenapetostni ekvipotencialni zbiralki ter vezava vseh kovinskih zank nanj, je bistven v vseh novejših konceptih zaščit.

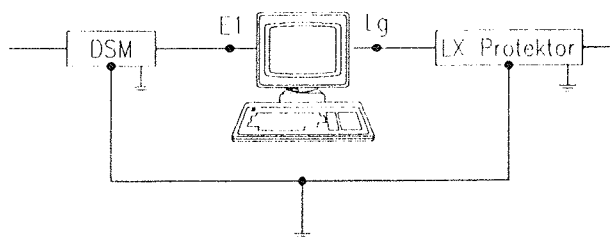
V tako nastali sistem proti elektromagnetnim motnjam treh kaskad v treh Faradayevih kletkah tečejo tokovi in



Slika 6: Zaščitne cone pred strelo po zaščitnih razredih BSZ - zaščitna cone, SK - zaščitni modul



Slika 7: Zaščitne cone, oklapanje in ekvipotenciali na spojih



Slika 8: Prenapetostne zaščitne enote za terminale, ki so vezani na napajalno in informacijsko tehnično mrežo ter imajo lokalno ekvipotencialno zbiralko

napetosti iz energetske in informacijske mreže. Običajne delovne nivoje moramo dovoliti. Na odprtinah, prehodih iz ene cone v drugo pa je treba postaviti previsokim napetostim in tokovom zaporo, da preprečijo vdor k našim občutljivim napravam.

Elementi prenapetostnih zaščit

Zapore predstavljajo prenapetostne naprave in moduli, ki so večinoma grajene iz aktivnih elementov kot so iskrišče, plinski odvodnik, varistor, hitre diode in filtri. Ker noben od teh elementov ni idealen, so se v praksi uveljavile kombinacije, ki izkoriščajo in kombinirajo pozitivne lastnosti posameznih podsestavov in odpravljajo slabosti.

Stanje zunanjih zaščit v Sloveniji

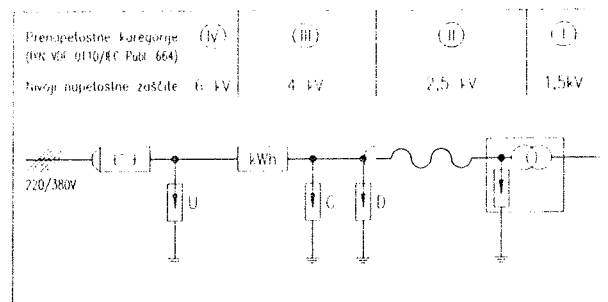
Zakonodaja za zunanjo zaščito proti strelu (lovilne naprave, oklopi, ozemljila, potencialne izenačitve) obravnava mednarodni standard CEI-IEC 1024-1/1990. Pri nas še ni dokončno sprejet. Pomagamo si lahko z nemškimi standardi DIN VDE 0010. Naš tehnični predpis za strelovode je star 24 let, vendar se ne izvaja dosledno.

Običajno nič od navedenega pri nas ni prisotno, kar predstavlja za proizvajalca naprav prenapetostnih zaščit v Sloveniji in manj osveščenih deželah še dotatni tehnično tehnološki izziv.

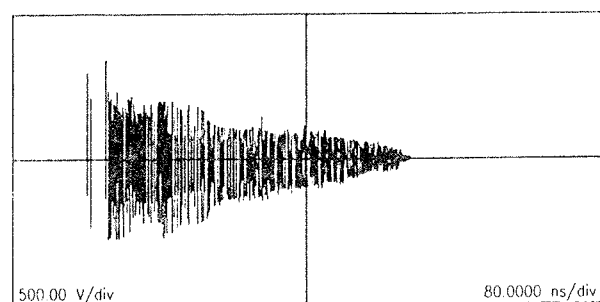
Notranje zaščite pred strelo in prenapetostmi, energetski del

Cilj aktivne notranje zaščite je, da prenapetostni nivo kaskadno spravimo pod določen nivo, ki ga končna naprava, ki jo ščitimo, zdrži.

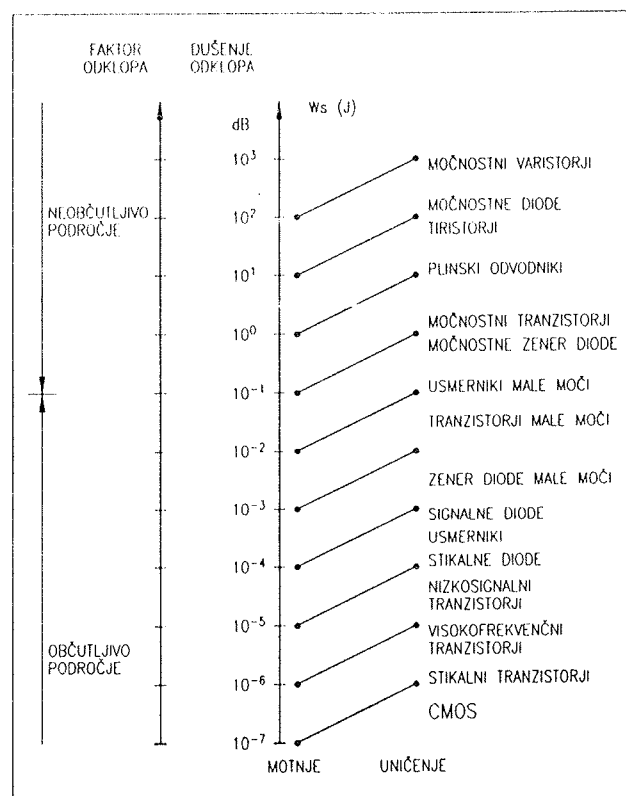
Na energetski mreži zahtevajo smernice IEC in predpisi VDE 0010 kategorije prenapetostne trdnosti na zunanji mreži 6000 V, na vgrajenih inštalacijah 4000 V, na



Slika 9: Možne rešitve prenapetostnih zaščitnih kaskad na energetski mreži in kategorije prenapetostne trdnosti



Slika 10: Paket prenapetosti ob zapiranju ločnika, do 3000 V- +



Slika 11: Energije uničenja elementov

notranjih inštalacijah 2500 V in na napravah v prvi kaskadi od 380 V navzgor.

Temu ustrezno morajo naprave prenapetostne zaščite na energetski napajalni mreži zaščititi pod navedenimi napetostnimi nivoji.

V prvi kaskadi se ob vhod stavbe vgradi 100 kA zaščito, ki zniža nivo prenapetosti pod 5 kV, v razdelilno omarico nato sledi metaloksidna varistorska zaščita s toplotnim varovalom s 5 do 10 kA zaščito in nivoji do 1,1 kV v boljši izvedbi ali 1,5 kV in v tretji kaskadi v zidni dozi ali vmesniku zaščita pod 1 kV in 2,5 kA ali več.

V ščiteni napravi sami je ob vhodu običajno že vgrajena zaščita, ki pa večinoma po preteku garancijske dobe enega leta odpove, ker je le minimalno dimenzionirana.

Pri obravnavanju prenapetostnih vplivov ne smemo pozabiti motenj iz energetske mreže, ter naprav, ki v njej delujejo.

Delovanje prenapetostnih zaščit sloni na hitrih preklopih prenapetostnih elementov, ki so vanje vgrajeni. Ti iz stanja nekaj 100 milijonov Ohmov v trenutku mejne prenapetosti preklopijo svojo večinoma kristalno strukturo ali ionizirajo prostor med elektrodami v stanje prevodnosti z uporom nekaj mili ohmov. Ker so vezani paralelno proti ozemljilu, v trenutku odvedejo udarce prenapetosti in strele pred ščiteno kaskado ali napravo proti potencialni izenačitvi. Ves sistem lahko napetostno zaplava na zelo visoke nivoje "plavajoče zemlje". Pri tem morata biti energetska in informacijska stran vhodnih vodnikov povezana preko letvice zbiralke potencialne izenačitve tako, da razlike napetosti na vhodu elektronskih ščiteneh naprav določajo izbrane naprave prenapetostne zaščite.

Zaščite na področju telekomunikacij, informatike, krmilnih in merilnih naprav

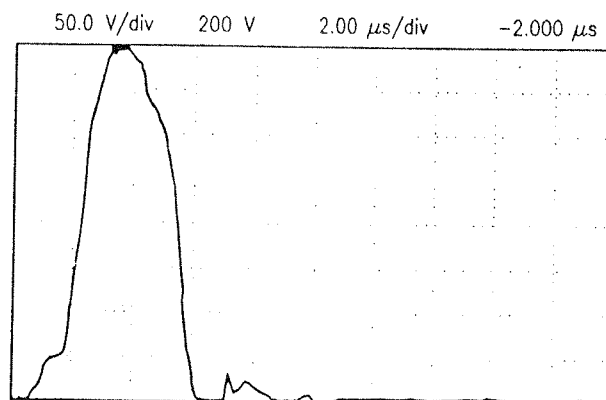
V področju šibkega toka se je v zadnjih 20 letih dogajala izredna razvojna dejavnost. Število stikal odnosno vgrajenih tranzistorjev v integriranih krogih je raslo eksponentno. S tem so se manjšale varnostne razdalje med vodniki v integriranem čipu in prenapetostna trdnost čipa. Prenapetostne trdnosti so padle pri CMOS integriranih vezjih tudi pod 6 V. Ploščati rele, ki smo ga v telefoniji ščitili s plinskim odvodnikom, je imel prenapetostno energetsko trdnost nekaj Joulov, medtem ko je prenapetostna energijska trdnost CMOS vezja, ki ga funkcijsko nadomešča, milijonkrat nižja.

Prav zaradi številnih zahtev po različnih napetostnih nivojih zaščite, različnih frekvencah prenosa, dopustnih dušenjih in zelo široki paleti različnih priključkov, je potrebno skrbno izbrati prenapetostne zaščitne module za zaščito informacijskih in telekomunikacijskih naprav. Moduli zaščite se pojavljajo kot vmesniki v energetski mreži, tehnični informacijski mreži in v kombinaciji. Vgra-

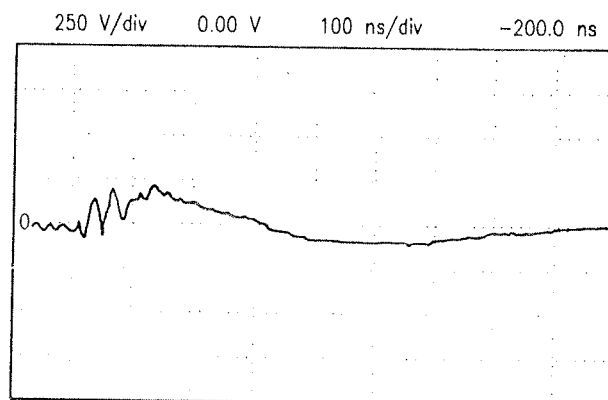
jeni sta obe zaščiti ter še notranja ekvipotencialna zbiralka, ki omogoča lokalno plavajočo zemljo.

Prav tako nastopajo v kaskadah od mreže proti napravam, ki jih ščitimo, grobe in kompleksne prenapetostne zaščite. Zaščite se stopenjsko vgradi v zunanji kabelski mreži s prenapetostnimi odvodniki in kombinacijami ob vhodu stavb, slede kompleksne grobe in fine prenapetostne zaščite pred samo ščiteno napravo. Za primer dajemo dinamične odzive na zaščitah s samim plinskim odvodnikom - slika 12 in kompleksno zaščito na sliki 13.

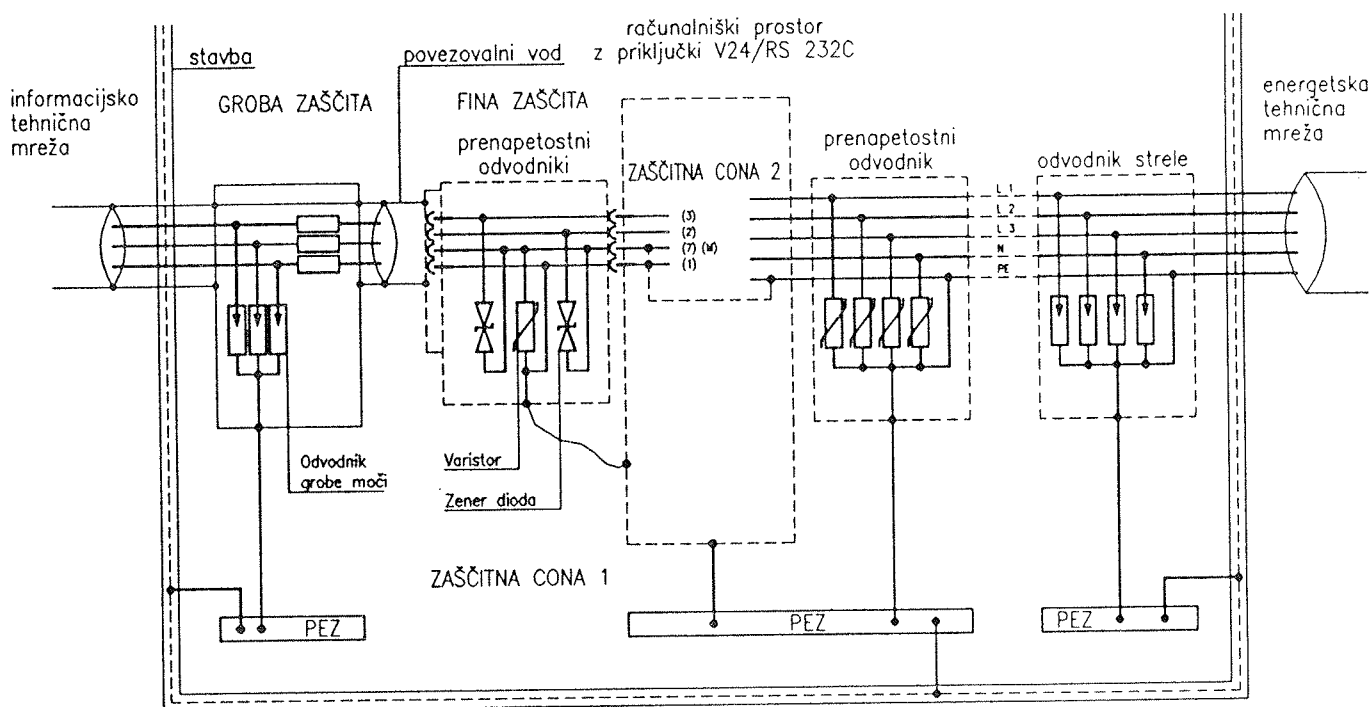
Ker je plinski odvodnik za hitre vzpone strele prepočasen, se uporablja v moduli prenapetostne zaščite v telefoniji kompleksna groba in fina zaščita po DIN VDE 0845 in DIN 0800, v katerih so vgrajeni še LC filtri in hitri zaščitni aktivni elementi, npr. metaloksidni varistorji. Na sliki 12 se vidi veliko energijo pod impulzom, ki je dosegel prenapetostno špico nad 900 V (na sliki je le del do 406 V). Sistem je ščiten le s plinskim odvodnikom. Na sliki 13 je odziv na isti hitri impulz 0,3 / 50 sek 2 kV, kjer je prenapetost bila zrezana na vsega 226 V.



Slika 12: Dinamični odziv plinskega odvodnika 230 V na napetostni impulz 2 kV, časovne oblike 0,3/50 mikrosekunde

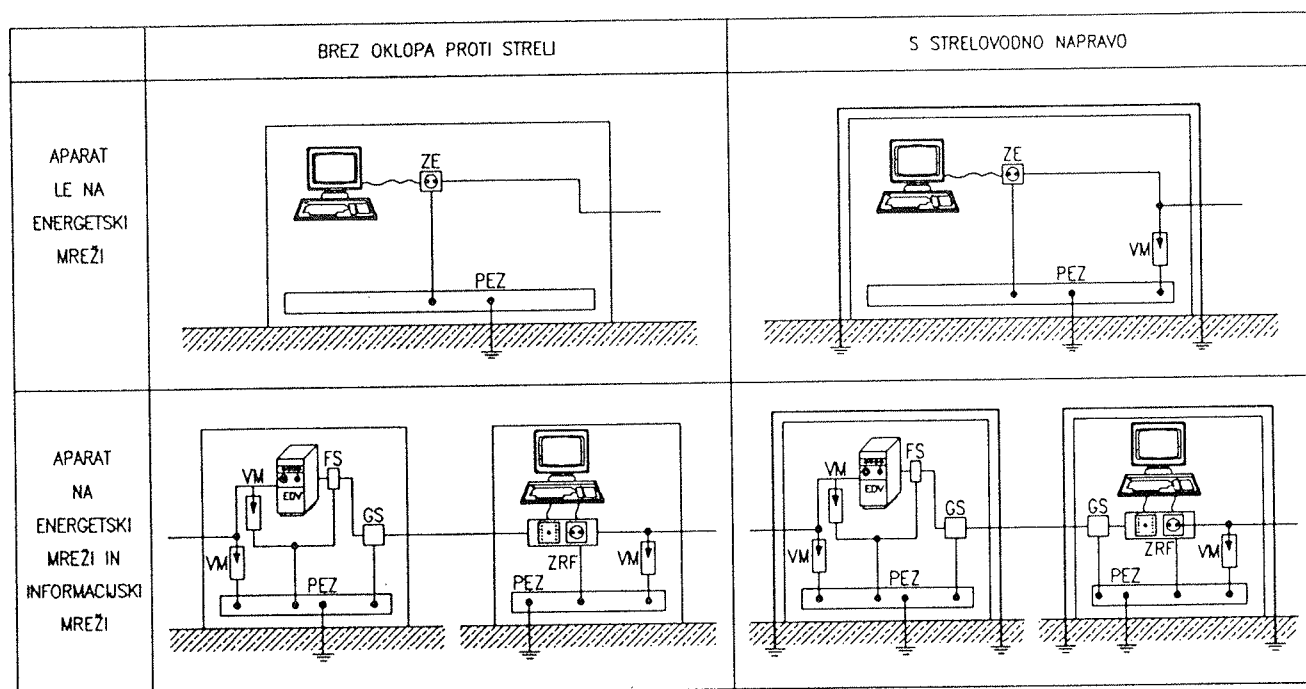


Slika 13: Odziv kompleksne zaščite tipa LPA na 2 kV prenapetostni impulz 0,3 / 50 mikrosekund



Za strelj – ZAŠČITNA CONA 0

Slika 14: Zaščita proti strelj in prenapetostim za računalniške postroje z nesimetričnim priključkom (V24/RS232C)



Slika 15: Primer zaščite računalniških naprav

Pri vrednotenju moramo upoštevati, da je časovna skala na sliki 13 20 krat daljša in s tem škodljiva energija ustrezno manjša. Tudi pri prenapetostih velja kot pri boku. Elektronika se lahko zruši pri malih večkratnih udarcih ali pa pri enem močnem udaru. Zato pri zaščitah nominalne vrednosti podajamo impulzni preiskusni udarec, ki ga zaščita zdrži vsaj 10 krat. V primerjavi s plinskim enojnim odvodnikom, ki predstavlja eno enoto zaščite, ima LPA modul vgrajenih 11 enot zaščit. LPA (lightning protection assembly) je posebej prirejen za

pogoje zahtevnega poštnega omrežja ter se odlično obnese v računalniških mrežah, seveda v verzijah za katere je prilagojen.

Zaključek

Na področju prenapetostnih zaščit je izredno mnogo problematike. V tem članku je prikazan, na delno za-

ključen način, pristop do splošnih osnov zaščite pred strelo in prenapetostim. Namenoma smo se izogibali formulam, teoriji nastanka strele in statične napetosti, problematiki energetske mreže do stavb in specifičnim prenapetostnim problemom kot so na primer tisti na železnici, v predoru ali v atomski centrali... Slika 15 prikazuje primer prenapetostne zaščite računalniških naprav.

V naslednjem članku bomo prikazali posamezne konkretne aplikacije. Primeri bodo obravnavali reševanje prenapetostne problematike pri TV aparatih ali v kabelskih omrežjih satelitske televizije. Dogaja se, da ena strela povzroči okvaro cele mreže ojačevalnikov ali poškodbe TV aparatov v isti mreži.

Literatura:

Babuder Maks: Nova organiziranost slovenske standardizacije, Kolokvij o atmosferskih razelektritvah, Ljubljana 1992

Pungerle Jože: Ogroženost naprav in kabelskih omrežij, Kolokvij o atmosferskih razelektritvah, Ljubljana 1992

Ščuka Viktor: Prvi mednarodni standard za zaščito pred strelo, Kolokvij o atmosferskih razelektritvah, Ljubljana 1992

Žlahtič Franc: Ozemljitvene naprave - ozemljila, Kolokvij o atmosferskih razelektritvah, Ljubljana 1992

Žitnik Boris: Primerjava obstoječih določil in novega standarda IEC, Kolokvij o atmosferskih razelektritvah, Ljubljana 1992

Mueller Peter: Blitz Planer Nuerenberg 1989

Hasse Peter: Ueberspannungschutz, München 1990

Hasse Peter: Blitzschutz und überspannungschutz, Dehn & Söhne, Normorht 1990

Besset Jacques: Les surtensions dans les telecommunications, Valence 1987

Saiet Bologna: La protezione contro la fulmine e sovratensioni 1991

Murko Vladimir: Overvoltage protection in the PTT networks - izvlečki iz predavanja v Pragi 1991

Predpisi CEI, CCITT, CCIR, EXTENDED DIN, VDE in JUS s področja prenapetostnih zaščit in strel vodne zaščite

*mag. Vladimir Murko, dipl.ing.
ISKRA Zaščite
Stegne 35
61000 Ljubljana*

Prispelo: 24.10.92

Sprejeto: 23.11.92