

Neprekidnost napajanja električnom energijom u Telekomu

Milan Paripović

m:tel: odjeljenje za eksploataciju i održavanje napajanja i klimatizacije
Telekomunikacije RS a.d.
Banja Luka, Bosna I Hercegovina
e-mail milan. paripovic@mtel.ba

Sadržaj — U savremenim telekomunikacijama i informatičkim tehnologijama koriste se najnovija tehnološka dostignuća i rješenja. Važan segment je pouzdanost pružanja usluga svojim korisnicima uvijek i svugdje. Jedino se takvim pristupom mogu dobiti novi korisnici i zadržati postojeći korisnici usluga. Usluge koje moderni operatori nude su glasovne, informacijske te iz područja zabave i svima je spomenuta potreba obavezna. U svakodnevnom životu napajanje električnom energijom podliježe povremenim prekidima ili ispadima, a i promjene napona i frekvencije mogu odstupati od onih koje su definisane u svakom ugovoru o isporuci električne energije sa distributerom spomenu. Priprema, realizacija, proizvodnja i distribucija usluga prema korisnicima mora biti omogućena i prilikom najavljenih ili nenajavljenih ispada javne elektrodistribucijske mreže ili izlaska navedene izvan dozvoljenih granica.

Ključne riječi – neprekidnost napajanja; ispravljač; invertori; agregat; transformator; lutajuće struje; prenaponska zaštita; uzemljenje.

I. UVOD

Davaoc usluga mora osigurati rezervni izvor električne energije, a prelaz sa primarnog naizmjeničnog izvora na rezervni izvor energije mora biti bez prekida. Neprekidnost može biti vremenski ograničena ili trajna, pa su i rješenja koja koriste telekom operatori i davaoci informatičkih usluga različita zavisno o tome kakva se besprekidnost želi postići i koja se raspoloživost sistema za rezervno napajanje električnom energijom želi osigurati, a što je sve u direktnoj vezi sa željom operatora da njihova usluga bude prisutna i kada javne elektrodistribucijske mreže nema.

II. PRAVILNIK O TELEKOMUNIKACIJSKIM USLUGAMA

U Pravilniku o telekomunikacijskim uslugama je definisan način realizacije sistema za napajanje ključnih telekomunikacionih objekata i to na slijedeći način:

- Neprekidnost napajanja odgovarajućim naponom treba osigurati s pomoću akumulatorskih baterija, a vremenski je ograničena zavisno od kapaciteta priključenih baterija i potrošnje telekomunikacijskog sistema.
- Vremenski neograničena neprekidnost (trajna neprekidnost), osigurava se upotrebom električnih agregata

tskih uređaja koji uz odgovarajuće akumulatorske baterije izvor neograničenog vremena rada.

- Trajnu neprekidnost napajanja telekomunikacijskih sistema treba osigurati za sve uređaje i opremu međunarodnog državnog (tranzitnog) i mjesnog nivoa, i te ugrađenim nepokretnim električnim agregatskim uređajima te kapacitetom akumulatorskih baterija za više od 1 (jedno)satne autonomije pri najvećem strujnom opterećenju.
- Za telekomunikacijske sisteme međunarodnog nivoa potrebno je ugrađivati dva (ili više) nepokretna agregatska uređaja koji su jedno drugom rezerva, te napraviti priključak za pokretni električni agregat. Energetski priključak takvog objekta izvesti iz posebne NN transformatorske stanice koje moraju napajati dva nezavisna VN izvora.

Navedeni se tehnički uslovi koriste za najviši rang usluga prema korisnicima, odnosno u telekomunikacijama i informatičkim uslugama za objekte ranga „međunarodna ili tranzitna centrala“ i „informatički centar“.

III. NAPAJANJE OBJEKTA ENERGIJOM

Električna energija u objekat ulazi putem Glavnog razvodnog ormara (GRO) preko kojeg se dijeli u dvije osnovne grupe: prema važnim prioritetnim potrošačima (GRN) i prema manje važnim, opštim potrošačima (GRO). Važni su potrošači oni koji energiju moraju imati stalno kako bi operator imao mogućnost neprekidnog davanja usluga svojim korisnicima nezavisno o prisustvu javne elektrodistribucijske mreže. U tu grupu spadaju svi sistemi fiksne i mobilne mreže, sistemi informatike, nadzora i upravljanja, sistemi za obračun usluga, nadzorni, protupožarni, sistemi klimatizacije spomenutih potrošača kao i sistemi rasvjete u prostorijama važnih potrošača.

Svi ostali, manje važni potrošači, napajaju se energijom iz javne elektrodistribucijske mreže, a u tu grupu potrošača spadaju kancelarijski prostori, rasvjeta, komforni klima sistemi i sve utičnice opšte namjene.

Osnovni naponi koji se danas koriste u telekomunikacijskoj i informatičkoj tehnologiji u Telekomu su 48 V istosmjerni napon i 400/230 V naizmjenični napon i njihovo je prisustvo potrebno osigurati stalno i bez prekida. Princip je da se vanjska,

primarna energija iz elektrodistribucijske mreže pohranjuje u rezervoarima energije, a to su akumulatorske baterije. Naponske veličine i oblik pretvaraju se iz naizmjeničnog oblika u istosmjerni oblik putem ispravljačkih sistema i tako pretvorena energija se skladišti u baterijama, koje potom pohranjenu energiju daju potrošačima kada primarne naizmjenične energije nestane ili je izvan dopuštenih veličina. Prelaz sa vanjskog naizmjeničnog izvora električne energije na istosmjerni izvor (baterije) se odvija bez prekida, pa su tako potrošači energije uvijek snabdjevaju potrebnom količinom energije i nebitno je iz kojeg izvora je ta energija.

Ispravljački sistem mora biti tako dimenzionisan, da poslije povratak mrežnog naizmjeničnog napona može istovremeno da napaja TK opremu maksimalnom strujom definisanom strujom opterećenja TK opreme u glavnom saobraćajnom času i da nadopunjava ispražnjene priključene akumulatorske baterije odgovarajućim naponom i odgovarajućom strujom u zavisnosti od preporuke proizvođača akumulatorskih baterija.

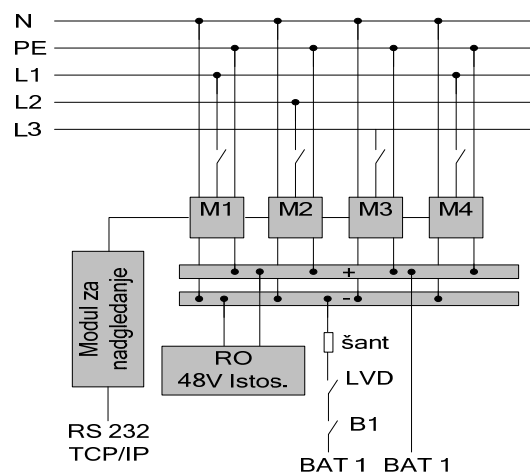
Ispravljački sistem čine:

- Dva ili više ispravljača modularne izvedbe u pravilnom radu.
- Distribucija naizmjeničnog napona (naizmjenična distribucija) sa odgovarajućim brojem osigurača i sa priključkom dovodnog kabla naizmjeničnog napona napajanja (jednofaznog ili trofaznog) na ispravljački sistem.
- Distribucija jednosmjernog napona (istosmjerna distribucija) sa odgovarajućim brojem distributivnih i baterijskih visokoučinskih NV (nožastih) osigurača i/ili automatskih prekidača preko kojih se priključuju distribucio-ni i baterijski vodovi.
- Podnaponska zaštita akumulatorskih baterija od pražnjenja ispod dozvoljenog minimalnog napona.
- Kontrolno-upravljačka jedinica za kontrolu i upravljanje radom kompletnog ispravljačkog sistema, sa mjerenjem, zaštitom, signalizacijom, programiranim režimom rada i mogućnošću podešavanja parametara i električnih karakteristika sistema. Sistem treba da ima mogućnost podešavanja pojedinih parametara napojnog sistema preko svoje kontrolno-upravljačke jedinice ili preko računara, uz odgovarajući softver, koji se isporučuje uz sistem.
- Sabirница i zaštitno uzemljenje, sa kompletnim uzemljivačkim razvodom odgovarajućeg presjeka od sabirnice do svih ugrađenih elemenata u ispravljačkom sistemu, koji mogu doći pod opasni napon dodira ($\geq 50V$).
- Obezbjediti odgovarajući priključak za daljinsko nadgledanje i upravljanje upravljačkim sistemom.

Ispravljački sistem mora imati odgovarajuću propisanu zaštitu od atmosferskih prenapona. Ta zaštita mora biti selektivno izvedena. Ispravljači i svi ugrađeni sklopovi u ispravljačkom sistemu moraju biti zaštićeni od strujnih i naponskih udara. Sva strujna kola u ispravljačkim sistemima i ispravljačima moraju imati odgovarajuću propisanu zaštitu od struja

kratkog spoja i zemljospoja. Ta zaštita mora biti selektivno izvedena. U ispravljač mora biti ugrađen strujni limit pri povećanju opterećenja iznad nominalnog. Ispravljač mora imati ugrađenu termičku zaštitu od pregrijavanja koja ga isključuje iz rada kada njegova temperatura poraste iznad dozvoljene granice. Kada je ulazni naizmjenični napon napajanja izvan granice ispravljački sistem se mora automatski isključiti. Ispravljački sistem mora imati mogućnost daljinskog nadzora i upravljanja iz nadređenog centra. Poželjno je da postoji mogućnost pregleda istorije dešavanja i grafičkog prikaza podataka. Ispravljački sistemi moraju imati odgovarajuće sertifikate koji su uslovljeni evropskim normama. Sertifikati moraju biti urađeni u skladu sa važećim propisima i izdati od ovlašćenih laboratorija [1].

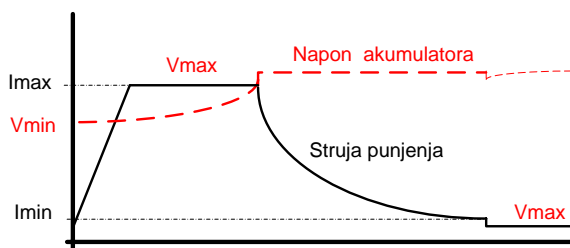
Ispravljački sistem (Slika 1.) mora da obezbjedi adekvatne uslove rada za akumulatorske baterije stoga mora imati sljedeće funkcije režima rada:



Slika 1. Šema povezivanja ispravljačkog sistema

- Automatsku korekciju napona prema akumulatorskim baterijama zavisno od temperature ambijenta u kome se akumulatorske baterije nalaze, a u skladu sa zahtjevom proizvođača akumulatorskih baterija. Obim korekcije mora biti podesiv u granicama koje propisuju proizvođač akumulatorskih baterija.
- Ograničenje struje punjenja akumulatorskih baterija zavisno od njihovog kapaciteta, tipa i preporuka proizvođača akumulatorskih baterija.
- Podnaponsku zaštitu priključenih akumulatorskih baterija, koja ih isključenjem štiti od pražnjenja ispod granica dozvoljenog napona i automatski uključuje u rad po dolasku stabilnog naizmjeničnog napona napajanja. Te naponske granice (pragovi) za isključenje i ponovo automatsko uključivanje akumulatorskih baterija treba da budu podesive, zavisno od tipa predviđene autonomije u napajanju i preporuka proizvođača akumulatorskih baterija
- Odgovarajući napon održavanja u napunjenom stanju (FLOATING režim rada) i napon brzog punjenja (BOST režim rada) sa mogućnošću automatskog prebacivanja sa jednog na drugi naponski nivo, zavisno

od stanja napunjenosti akumulatorskih baterija, a sve u skladu sa preporukama proizvođača akumulatorskih baterija. Vrijednosti napona održavanja i brzog punjenja propisuje proizvođač akumulatorskih baterija. Kriterijumi za prebacivanje akumulatorskih baterija sa jednog na drugi naponski nivo su najčešće tzv. strujni kriterijumi i vremenski kriterijumi. Strujni kriterijum programski definiše, da poslije svakog ispada naizmjeničnog napona napajanja i njegovog ponovnog dolaska, ispravljački sistem ulazi u BOOST režim. Vraćanje iz BOOST režima u FLOATING režim je uslovljeno opadanjem struje punjenja akumulatorskih baterija (Slika 2.). Ta vrijednost minimalne struje je podesiva. Vremenski kriterijum takođe programom definiše, da poslije svakog ispada i ponovnog dolaska naizmjeničnog napona napajanja, ispravljački sistem ulazi u BOOST režim i ostaje u njemu u zavisnosti od dužine trajanja prekida naizmjeničnog napona tj. dužine napajanja TK opreme iz akumulatorskih baterija, ili unaprijed programiranog vremena.



Slika 2. IU karakteristika punjenja baterija

Količina energije u akumulatorskim baterijama je ograničena kapacitetom baterija i mijenja se (smanjuje) sa starošću baterija, odnosno nije neograničena, pa je istu potrebno dopunjavati i u slučaju dužeg ispada iz rada javne elektrodistributivne mreže. Za tu su namjenu instalisani stacionarni dizel električni agregati (SDEA), koji startaju sa radom odmah nakon ispada javne naizmjenična mreže ili izlaska izvan dopuštenih veličina i kvaliteta i mogu dati potrebnu energiju svim važnim potrošačima (i baterijama) 15-ak sekundi nakon starta.

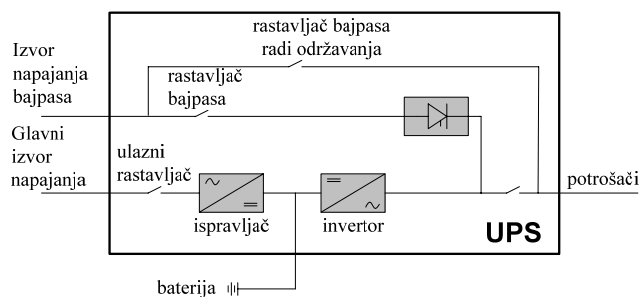
Stacionarnim agregatima upravlja njihova automatika preko koje se osigurava kvalitetan napon i frekvencija na sabirnicama prioriternih potrošača u GRN. Broj agregata je najmanje dva ili više i njima se proizvodi energija najmanje za sedam dana rada svih prioriternih potrošača.. Zbog te je namjene u objektu ugrađen i sezonski rezervoar goriva, kapaciteta za 10 dana rada, a pristupni put cisternom goriva mora biti uvijek raspoloživ.

Energija proizvedena stacionarnim agregatima služi kao energija i potrošačima koji su važni, no nisu u režimu “neprekidnosti”, odnosno ne smeta im prekid u radu od nekoliko desetaka sekundi, a to su klima sistemi, sistemi ventilacije i eventualno liftovi (ili jedno od njih) u zgradi. Ti se potrošači snabdjevaju energijom direktno sa sabirnica GRN (na koje dolazi i agregatski napon) i nemaju posebnih akumulatorskih baterija koje služe isključivo za osiguranje neprekidnosti snabdjevanja u vremenskom periodu od nestanka primarne naiz-

mjenične energije i trenutka kada se energija potrošačima osigurava preko stacionarnih dizel električnih agregata.

Za slučaj potrebe servisiranja ili remonta ili zamjene ili proširenja agregatskih jedinica odnosno sistema, automatika koja upravlja radom agregata se može isključiti i agregati se stave u režim rada “ručno”, uz blokadu primanja energije iz javne naizmjenične mreže mreže. Osim navedenoga, obavezno je izvesti i priključak za pokretni agregat kojim se može riješiti i slučaj većeg kvara ili zamjene postojećih stacionarnih agregata.

Zbog toga je davalac telekomunikacijskih i informatičkih usluga u obavezi imati u rezervi i pokretni agregat odgovarajuće snage, u zaštićenom kontejneru (problem buke), kako bi mogao isti dovesti i priključiti na ranije spomenuti priključak. Pokretni agregat također mora imati opcije “automatski rad” i “ručni start”, sve kako i u slučaju njegovog korišćenja, princip osiguranja energije uvijek ne bi bio narušen. Pokretni agregat mora uvijek biti spreman i ispitan, sve kako bi bez problema preuzeo ulogu rezervnog izvora energije za slučaj potrebe.



Slika 3. Blok dijagram UPS-a

Ovakva topološka struktura koja se često naziva i UPS (Slika 3.) s dvostrukom konverzijom nudi mnoge prednosti kod ostvarivanja besprekidnog napajanja potrošača. U normalnom režimu rada kada je prisutan napon glavnog izvora napajanja, aktivni su ispravljač i inverter. U tom slučaju potrošači su zaštićeni od smetnji u glavnom izvoru napajanja preko ispravljača i invertora koji predstavljaju barijeru za električne smetnje prolazne propade napona ili prenapona. Ukoliko napon glavnog izvora napajanja izade izvan dozvoljenih granica (obično preko 10% ili ispod 20% nazivnog napona), inverter preuzima napon iz baterije. Prelaz je plastičan, izbjegnuta je beznaponska pauza. Ako se ne uspostavi napon glavnog izvora napajanja, a prošlo je vrijeme autonomije baterije, inverter se isključuje, te se pokušava pomoću statičke sklopke preusmjeriti potrošače na izvor napajanja koji je priključen na bajpas. Bajpas za potrebe održavanja osigurava napajanje potrošača, dok se na UPS sistemu provede operacija održavanja. Potrošači su tada bez zaštite od smetnji u napajanju [1].

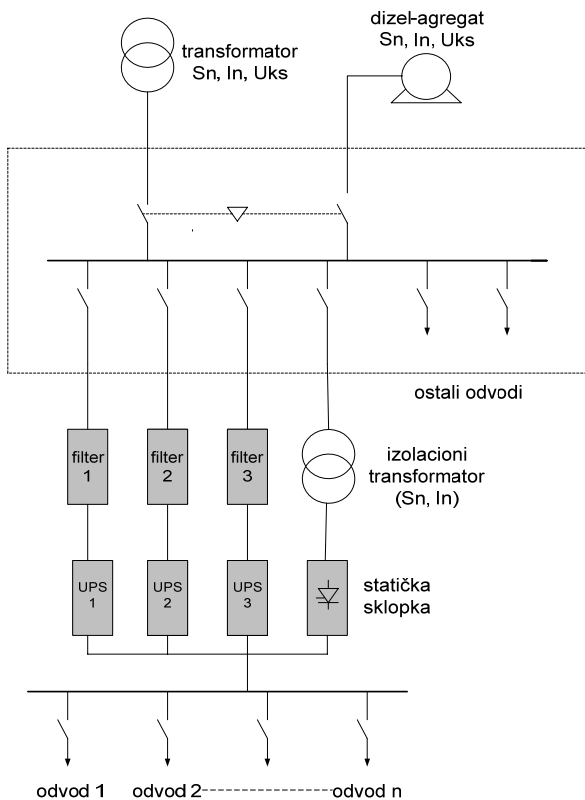
Ponekad može doći do problema u kompatibilnosti između UPS-a i dizel-agregata. Izlazni napon dizel agregata može biti zadovoljavajući za UPS, ali često puta interval u kojem se mijenja izlazna frekvencija dizel-agregata, nije u granicama koje zadovoljava UPS. U najgorem slučaju oscilacije frekvencije dizel-agregata su tolike da nije moguća sinhronizacija sa UPS-om. Sinhronizacija je onemogućena ili zbog izlaska

frekvencije izvan dozvoljenih granica, ili se prebrzo mijenja tako da UPS ne može pratiti tako brze promjene. U tom slučaju UPS daje alarm operatoru da nije moguće prebaciti napajanje na dizel-agregat, te potrošači ostaju na napajanju iz baterija [2].

Prilikom dimenzionisanja dizel-agregata koji će biti ugrađen u kombinaciji sa UPS-om, treba voditi računa da će takav dizel-agregat osim čistih nužnih potrošača napajati i nužnu rasvjetu, rashladne uređaje, određene alarme i sl. Gruba procjena veličine dizel-agregata je sledeća:

- 2 x nazivna snaga nužnih potrošača + 3 x nazivna snaga rashladnih uređaja [3].

Stvarni proračun snage dizel-agregata treba provesti mjerenjem snage svih potrošača, uzimajući u obzir i faktor sigurnosti.

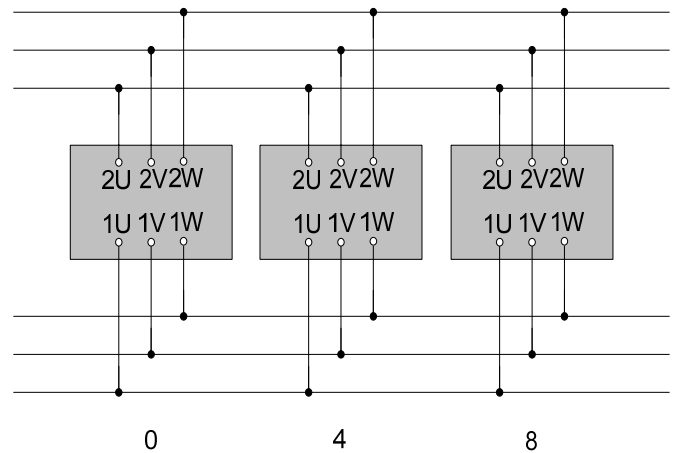


Slika 4. UPS u kombinaciji s dizel-agregatom

IV. SNADBJEVANJE ENERGIJOM OBJEKTA

Priključak objekta na javnu elektrodistribucijsku mrežu ostvaruje se preko trafostanice sagrađene upravo za tu namjenu. U trafostanici, koja pretvara VN 20 ili 10 kV u NN 0,4 kV, moraju biti ugrađena tri transformatora i to u paralelnom radu, sve kako bi bila ostvarena maksimalna pouzdanost, raspoloživost i sigurnost u napajanju važnog telekomunikacijskog objekta (Slika 5.). Upravljanje radom, svi uklopi/isklopi i sinhronizacija sa naponskim/frekvencijskim vrijednostima u objektu je nužnost i uslov kao i nadzor svih

alarmnih i radnih stanja, dijeljenja tereta, pregrijavanja, kratkog spoja,...

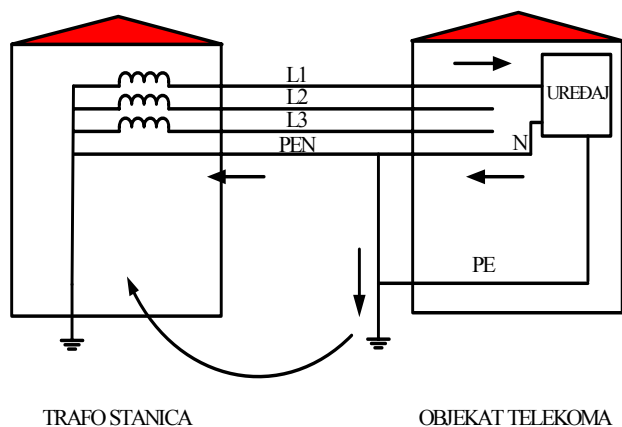


Slika 5. Paralelni spoj transformatora

Pri servisu, remontu, zamjeni ili proširenju transformatora, dva transformatora preuzimaju kompletan teret i osiguravaju potrebnu energiju objektu, pa je i rješenje fleksibilno [4].

Visokonaponski priključak spomenutih trafostanica mora biti realizovan sa dva nezavisna VN priključka, čime je osigurana dodatna sigurnost, pouzdanost i raspoloživost. Navedena nužnost povećava troškove investicija u velikoj mjeri, pogotovo u velikim gradovima, ali je preduslov za postizanje trajne neprekidnosti u snadbjevanju električnom energijom svih vitalnih potrošača u telekomunikacijskom ili informatičkom centru.

Lutajuće struje se mogu pojaviti u objektima sa TN C-S sistemom razvoda električnih instalacija pri nesimetrično ili nepunofaznom opterećenju. Posljedice pojave lutajućih struja u objektima su različiti negativni efekti, kao što su smetnje i kvarovi na računarima i računarskim mrežama, telekomunikacionim sistemima (MSAN), protiv požarnim i alarmnim sistemima, zatim postoji opasnost od požara i korozije. U slučaju nesimetričnog ili nepunofaznog opterećenja fazorski zbir sve tri faze različit je od nule tako da se javlja povratna struja koja se vraća u trafostanicu. Sva povratna struja se ne vraća u trafostanicu preko zaštitno-neutralnog (PEN) provodnika ona se u tački spoja neutralnih (N), zaštitnih (PE) i zaštitno neutralnih (PEN) provodnika (sabirnici) grana. Jedan dio te povratne struje se preko zaštitnih provodnika (PE) kroz zemlju se vraća u trafo stanicu (Slika 6.). Drugi dio povratne struje se vraća prema trafostanici preko zaštitno neutralnog provodnika (PEN). Prelaz sa TN C-S sistema razvoda na TT sistem razvoda moguće je ostvariti bez polaganja dodatnih provodnika, ali je potrebno u razvodnoj tabli ugraditi zaštitni uređaj diferencijalne struje, koje će dovesti do dovoljno brzog isključenja napajanja pri probodu faze na metalno kućište provodnika. Potrebno je ugraditi dva zaštitna uređaja diferencijalne struje. Jedan zaštitni uređaj za napojnu jedinicu a drugi za klimu. Pored toga potrebno je da zaštitni (PE) i neutralni (N) provodnici budu razdvojeni u cijeloj električnoj instalaciji [5].

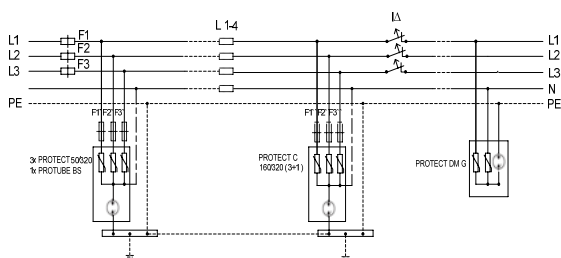


Slika 6. Petlja uzemljenja kod TN C-S sistema razvoda

TN C-S sistem razvoda električnih instalacija ne obezbeđuje elektromagnetnu kompatibilnost, jer dovodi do pojave lutajućih struja koji negativno djeluje na telekomunikacione uređaje. Zbog toga u objektima u kojima se u kojima se očekuje korišćenje informaciono komunikacionih tehnologija treba izbjegavati korišćenje ovog sistema. U tim objektima treba primjenjivati TN-S sistem razvoda ako je to moguće, a ako nije moguće treba koristiti TT sistem razvoda.

V. PRENAPONSKA ZAŠTITA ENERGETSKIH VODOVA

Prenaponska zaštita vodova za napajanje telekomunikacionog objekta postavlja se na ulazu energetskih vodova u objekat sa telekomunikacijskom opremom i instalira između energetskog voda i uzemljenja. Konkretne šeme spajanja zavise od primijenjenog sistema uzemljenja niskonaponske energetske mreže. Elementi prenaponske zaštite moraju imati velike energetske sposobnosti kako bi bili u stanju odvesti ka zemlji prenaponske impulse velike energije uz preostali napon koji neće negativno djelovati na opremu koja se napaja ovim vodovima.



Slika 7. Prenaponska zaštita električnih instalacija (TT razvod)

Postepeno smanjenje naponskih nivoa i odvođenju energije diktirana je tehnološkom nemogućnosti kreiranja univerzalnog odvodnika sa velikom brzinom odziva (malim preostalim naponom) i velikom energetsom provodnosti. Zbog toga se ovaj problem rješava usklađenim djelovanjem nekoliko

(uobičajeno: 3) tipova ili klasa odvodnika, što je također prikazano na slici gore. Kod nas je bio TN C-S sistem razvoda i postajala je prenaponska zaštita za taj sistem na ispravljačima. Sad imamo TT sistem razvoda pa trebamo promjeniti i prenaponsku zaštitu što je prikazano na slici 7. Mi moramo staviti i odvodnike B klase na sami priključak objekta ako se mogu instalirati [6]. Ako ne možemo to uraditi onda trebamo RO. Odvodnici prenapona se ne ugrađuju ako je to moguće u ormare zbog eventualnog požara.

VI. ZAKLJUČAK

Prikazano tehničko rješenje realizovano u praksi, pokazalo bi se kao izuzetno pouzdano rješenje za važne lokacije, jer omogućava "miran san" davaocima usluga u pogledu osiguranja električne energije. Kompletno rješenje je bazirano na "dupliranju" svih izvora energije na objektu i do objekta, na pouzdanom nadzornom centru za distribuciju energije prema potrošačima, na sigurnosti ostvarenoj prenaponskoj zaštiti i uzemljenja (radna, zaštitna, gromobranska), ali sve navedeno nije i dovoljno da bi energije bilo kod svakog od potrošača na objektu uvijek i u svakoj pa i vanrednoj situaciji. Važno je spomenuti da na svakom od razvoda energije unutar objekta postaviti i mogućnost ručnog i što je izuzetno važno, ugraditi i servisne sabirnice, čime je omogućen zahvat na bilo kojem segmentu sistema isključivanjem istoga, a napajanjem njegovih potrošača sa drugog raspoloživog izvora energije.

LITERATURA

- [1] <http://www.power-one.com/power/news-events>
- [2] Merlin Gerin, "High Power UPS Systems – Design Guide"
- [3] Merlin Gerin, "High Power, UPS Systems – Instalation Guide".
- [4] Prof. Dr Jovan Nahuman, Dr Vladica Mijailović, Razvodna postrojenja, Akademska miso elektrotehnički fakultet Beograd 2005 god.
- [5] B.Ilić, B. Savić, Opasnosti od lutajućih struja po računare i računarske mreže, Zbornik radova, 18 telekomunikacioni forum Telfor, Beograd 23-25.10 2010 god., pp 906-909.
- [6] IEC 61643-1 "Surge protective devices connected to low voltagepower distribution systems – Perfomance reqirments and testing.

ABSTRACT

In modern telecommunications and information technology and solutions. An important part is to provide reliable service to is customers always and evrywhere. Only this approach can obtain new customers and keep existing users of services. Services offered by modern operators are voice, information and entertainment services which all require the mentioned need. In everyday life delivery of electrical energy is subject to occasional interruptions or outages and vari-ations in voltage and frequency may differ from those defined each contract of delivery of electrical energy with the distribution company. Preparation, implementation, production and distribution of services to customers must be enabled also during announced or unannounced outages of public electric power networks or exceeding of the mentioned above the allowable limit.

**CONTINUOUS SUPPLY OF ELECTRICAL ENERGY
IN TELEKOM
Milan Paripovic**