

Optimizacija održavanja napajanja telekoma uvođenjem novih metoda i mjerenja

Praktično iskustvo

Milan Paripović

„Mtel“ a.d., Banja Luka, Republika Srpska
milan.paripovic@mtel.ba

Sažetak—Veliki razvoj elektronički komunikacija zadnjih godina doveo je do znatnog povećanja broja objekata/uređaja preko kojih telekom pruža svoje usluge. Kao grupa koja obavlja poslove održavanja sistema za napajanje bili smo primorani optimizovati održavanje istih na način da smo uveli neke nove metode i analize mjerenja koje su nam ubrzale/smanjile postupke redovnih i interventnih pregleda sistema za napajanje, a da se kvalitet i pouzdanost nije smanjila. U ovom radu ću opisati nove metode koje smo uveli, a to su: termografski pregledi, mjerenje unutrašnjeg otpora baterija i fizičko stanje uzemljivača.

Cljučne riječi—*dvostrano napajanje; prenaponska zaštita; odvodnici prenapona; redni i paralelni luk; termičko stanje; baterije; testiranje baterija; kapacitet baterija; uzemljenje; otpor rasprostiranja.*

I. UVOD

Za napajanje se kaže da je srce telekomunikacionog uređaja. Analogija je logična, jer ako otkaze napajanje cijeli uređaj je neupotrebljiv. U našoj zemlji stvarni radni uslovi u kojima rade telekomunikacioni uređaji su lošijih od radnih uslova koji su propisani međunarodnim standardima. To se pre svega odnosi na realni opseg promjene mrežnog napona, ali i na dužinu trajanja vremena kada nije prisutan mrežni napon. Međutim, i pored toga, kod nas postoji značajno vrijeme u kome je telekomunikacioni saobraćaj u prekidu kao posljedica otkaza napajanja. 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 telekomunikacioni 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. Telekomunikacioni operateri imaju 70% kvarova je zbog napajanja i iz toga razloga se napravio pouzdaniji dvostrani sistem napajanja.

Svrha preventivnog i interventnog održavanja sistema za napajanje je osiguravanje neprekidnog napajanja objekata/uređaja preko kojih se izvršavaju sve vrste elektroničkih komunikacijskih usluga. U sistem za napajanje spadaju: transformatori, stacionarni dizel agregati, DC sistem za napaja-

nje, baterije, UPS-ovi, glavni i pomoćni elektrodistributivni ormari.

Svi ovi sistemi za napajanje zahtijevaju različite postupke i načine preventivnog/interventnog održavanja. Pod preventivnim održavanjem sistema za napajanje telekomunikacionih uređaja podrazumijevamo primjenu određenih postupaka i odgovarajućih srestava za ispitivanje ispravnosti rada, za ispitivanje i otklanjanje smetnji u radu kao i odgovarajuća njega (čišćenje, podešavanje, zamjena dotrajalih dijelova, podmazivanje i drugo), radi osiguranja njihovog pravilnog rada, osiguranja propisanog kvaliteta rada u planiranom vjeku trajanja uređaja u eksploataciji.

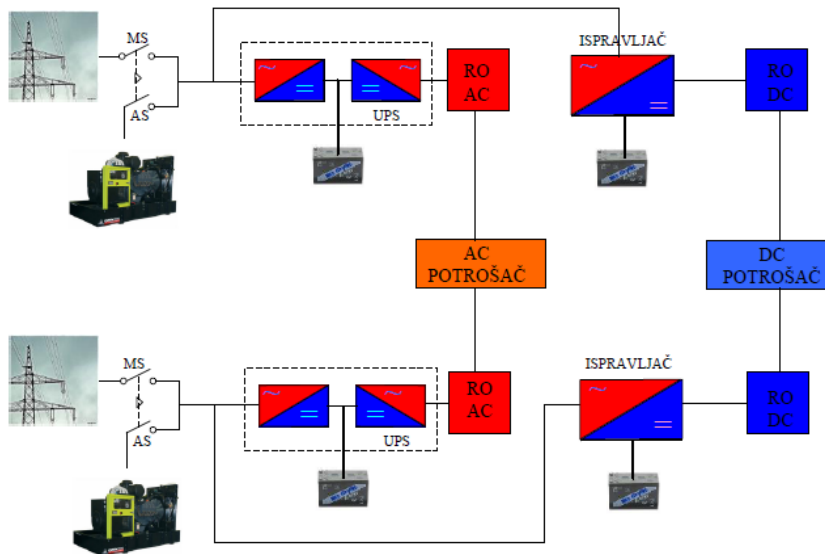
S obzirom da se u zadnji desetak godina dešava konstantan porast broja sistema/objekata naspram broja radnika (smanjenje broja radnika) mi koji radimo na održavanju sistema za napajanje smo bili primorani optimizovati napajanje istih na način da smo uveli neke nove metode i analize mjerenja koje su nam ubrzale/smanjile postupke preventivnih i interventnih pregleda sistema za napajanje, a da se kvalitet i pouzdanost nije smanjila [1].

II. DVOSTRANO NEPREKIDNO NAPAJANJE POTROŠAČA TELEKOMA

U cilju povećanja pouzdanosti i izbjegavanja raspada napajanja potrošača, sistem napajanja treba da bude oko deset puta pouzdaniji od opreme samog potrošača. U tu svrhu se uvodi redundandnost u sistemu napajanja. Da bi se olakšala implementacija redundandnosti sistema napajanja, neki kritični telekomunikacioni i informacioni sistemi se implementiraju sa dvostrukim ulazom za napajanje (dual input) (Sl. 1.).

U svom osnovnom obliku, distribuirana redundanca podrazumijeva stvaranje dva (redundantna) systemska busa zaštićenog napajanja i redundandna sistema za distribuciju napajanja. To eliminiše mnoge tačke kao mogući izvor greške, cijelim putem sve do napojni klemna potrošača. Da bi se obezbijedio "fault tolerance" (tolerancija na greške) na neki način se mora omogućiti da potrošač dobiva energiju sa oba zaštićena napojna busa.

Da bi se zaštitili od brzih ispada napajanja, kao naprimjer kratki spojevi ili ispad sistema napajanja, moraju biti implementirani ili potrošač sa dvostrukim ulazom ili koristiti veoma brze prekidače izeđu dva nezavisna izvora napajanja da bi se izbjegli padovi.



Sl. 1. Sistem dvostranog neprekidnog napajanja električnom energijom potrošača telekoma

Danas postoji više konfiguracija za distribuirana redundantna napajanja [2]. Za današnje velike, moderne uobičajene telekomunikacione objekte, odnosno one sa visokim nivoom zastupljenosti informacione tehnologije, implementira se dual redundandi UPS sa redundantnim AC napajanjem [4].

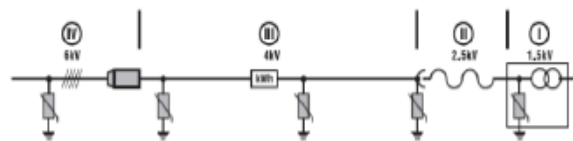
Specificiranje i održavanje visokog nivoa raspoloživosti napajanja zahtijeva pristup određenom broja servisa za podršku. Preventivno održavanje je od krucijalnog značenja za višegodišnje održavanje sistema napajanja. To uključuje redovno testiranje, ispitivanje baterijskog postrojenja, verifikovanje da UPS i ispravljači rade ispravno i termografički nadzor izabrane opreme i kablova u cilju predupređivanja padova u električnim sistemima [5].

Telekomunikaciona mjesta, posebno ako su bez operatora ili udaljena, trebaju detaljne periodičke provjere. Te provjere moraju biti uključene u program zaštite napajanja da bi se izbjegli problemi ili predložile korektivne akcije

Baterije moraju osigurati pouzdan izvor električne energije za potrošače koja moraju kontinuirano raditi za vrijeme nestanka napajanja. Često puta su potrošači u istosmjernim razvodima prekidači koji zahtijevaju napajanje relativno velikom strujom u kratkom vremenu, a aku-baterije koje ih napajaju često nemaju visoke performanse. Postoje dva razloga za to. Prvo je u tome što većina ostalih potrošača, koji trebaju trajno napajanje, zadovoljavaju aku-baterije srednjeg kvaliteta. Drugi i mnogo važniji razlog je zbog toga što visokokvalitetne baterije imaju tanje ploče, time i kraći životni vijek aku-baterija srednjeg kvaliteta, što bi smanjilo pouzdanost sistema istosmjernog razvoda. Slično razmišljanje vrijedi za naizmjenični sistem besprekidnog napajanja [3].

III. PRENAPONSKA ZAŠTITA OBJEKATA TELEKOMA

Električne instalacije je potrebno posmatrati kao cjeloviti sistem koji treba zaštititi od prenapona. Da bi se odredio stepen raspoloživosti električne opreme i uređaja s obzirom na otpornost na udarne napone oni se projektuju, izrađuju i ispituju prema prenaponskim kategorijama. Postoje četiri prenaponske kategorije; za svaki projektovani napon električne opreme i uređaja definiše se za određenu prenaponsku kategoriju podnosivi udarni napon koji ta oprema odnosno uređaj mora izdržati (Sl. 2.)



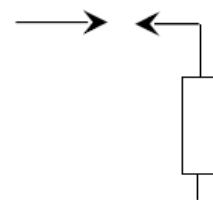
Sl.2 Prenaponska zaštita električnih instalacija objekta telekoma

Prenaponska zaštita vodova za napajanje objekta telekomunikacionog operatera postavlja se na ulazu energetskih vodova u objekat sa telekomunikacijskom opremom i instalira između energetskog voda i uzemljenja. Konkretno 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. U skladu s klasifikacijom koja je definisana u standardu IEC 61643-1 [6], uređaj prenaponske zaštite koji se

instalira prvi na ulazu u objekat označava se kao zaštita klase I i mora izdržati struje koje su posljedica direktnih atmosferskih pražnjenja. Prema navedenom standardu uređaj klase II namijenjen je za zaštitu od efekata koji su rezultat indirektnih udara i indukovanih prenapona. Testiranje uređaja klase I vrši se za impuls 10/350 μ s i 8/20 μ s, dok se za klasu II vrši samo ispitivanje za impuls 8/20 μ s [7].

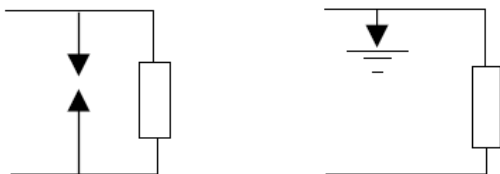
IV. REDNI I PARALELNI ELEKTRIČNI LUK

Električni luk predstavlja proticanje struje kroz nepotpuno jonizovanu plazmu nastalu udarnom jonizacijom gasova i para, stvorenih zagrevanjem do viših temperatura delova oko vrhova elektroda (dva provodnika na različitim električnim potencijalima). Čvrst materijal vrhova elektroda prevodi se, preko tečne i gasovite faze, u fazu nepotpuno jonizovane plazme. U normalnim uslovima, pod uticajem potencijalne razlike između dve blisko postavljene elektrode razdvojene izolatorom, u električnom kolu se registruje protok električne struje. Temperatura izolatora raste, usljed čega on isparava i broj slobodnih nosioca naelektrisanja u njemu raste, što rezultuje smanjenjem otpornosti i porastom struje. Kada temperatura kontakta progresivnim procesom dostigne određenu vrednost, formiraju se uslovi za održavanje luka. Potrebno je da postoji gasna sredina koja omogućava intenzivno kretanje nosilaca elektriciteta kako bi se električni luk uspostavio i održao. Karakteristike luka su velika gustina struje, mali katodni pad napona i visoka temperatura u jonizovanoj oblasti (2000 °C - 6000 °C).



Sl. 3. Redni električni luk

Po svom položaju u električnim instalacijama električni luk može biti serijski – redni (Sl. 3.) ili paralelni – otočni (Sl. 4.). Serijski ili redni električni luk se može javiti na bilo kom mestu strujnog kola od razvodne table do električnog prijemnika, uključujući razvodnu tablu i električni prijemnik. Paralelni ili otočni električni luk se može javiti između faznog i neutralnog provodnika ili između faznog provodnika i mase.



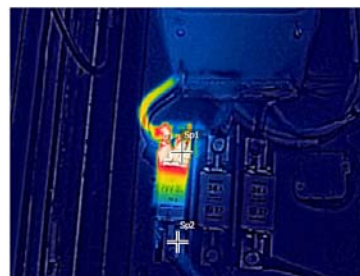
Sl. 4. Paralelni luk

Treba istaći da, sa gledišta opasnosti od nastanka požara, postoji veoma bitna razlika između rednog i paralelnog električnog luka. Naime, u slučaju pojave serijskog – rednog luka, u strujnom kolu u kome se luk pojavio struja opada, pa se sa

sigurnošću može očekivati da prekostrujna zaštita kola neće odreagovati i isključiti napajanje. Kako kvar ovakvog tipa može neometano da traje, verovatnoća nastanka požara je velika. Zbog činjenice da je praktično nevidljiv od strane svih klasičnih zaštitnih komponenti, upravo je redni električni luk jedan od najčešćih uzroka požara izazvanih kvarovima u električnim instalacijama [8].

V. KRITERIJUMI ZA PROCJENU TERMIČKOG STANJA ELEMENATA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

Termovizijska kamera omogućava korisniku svakodnevno preventivno snimanje temperatura ključnih tačaka elemenata električnih instalacija na kojima se razvija toplota. Time se osigurava pravovremeno otkrivanje i predviđanje eventualni nepravilnosti u radu električnih instalacija.



Sl.5.. Termovizijska slika osigurača

Memorisanjem termoslike i temperature laserom označene tačke (markera) omogućuje se kvalitetno formiranje stručnog izveštajai analiziranja stanja električnih instalacija (Sl. 5.). Nakon analiza termografskih slika na osnovu kojih su utvrđena mjesta i uzroci neispravnosti i preporučuju mjere koje služba održavanja treba da sprovede u optimalnom vremenskom periodu da se otklone uočene neispravnosti

Pošto ne postoje međunarodni standardi prema kojima se na osnovu veličine pregrijavanja može procjeniti može procjeniti termičko stanje elemenata električnih instalacija u ovom ispitivanu primjenjivani su kriterijumi koje je na osnovu iskustva utvrdio „Infrared Training Center“ najveća svjetska kompanija za obuku u oblasti termografije. Prema ovim ktiterijumima se na osnovu veličine pregrijavanja određuje klasa termičkog stanja elemenata („A“, „B“ ili „C“), a zatim se usvajaju dijagnostičke preporuke o aktivnostima koje je potrebnopreduzeti, kao što je prikazano u Tabeli I [9].

TABELA I KRITERIJUM ZA KLASU TERMIČKOG STANJA ELEMENATA

Veličina pregrijavanja ΔT [°C]	Klasa	Dijagnostika preporuke
$\Delta T > 30$ [°C] ili $T > 80$ [°C]	A	Potrebna je hitna intervencija
$5 [^{\circ}\text{C}] \leq \Delta T < 30 [^{\circ}\text{C}]$	B	Potrebna je intervencija prilikom prvog isključenja
$0 [^{\circ}\text{C}] \leq \Delta T < 5 [^{\circ}\text{C}]$	C	Potrebno je pratiti stanje i Planirati intervenciju

Greške u instalacijama koje dovode do pojave električnog luka često su neprimetne, jer se dešavaju u zidovima ili između spratova. Opasnost nastupa onog momenta kada se usled gorenja električnog luka stvore uslovi da se zapali izolacija, drveni predmeti, tepisi ili papir. Na žalost, mnoge od ovih grešaka koje dovode do pojave električnog luka u strujnom kolu neće biti otkrivene konvencionalnim zaštitnim prekidačima

VI. KOJE SU NAJČEŠĆE POGREŠKE KOD IZBORA ADEKVATNE AKU-BATERIJE

Kako odabrati adekvatnu aku-bateriju, to je izazov za svakog ozbiljnog Investitora jer nema svako od njih stručnjaka za aku-baterije, pa se tom koraku često pristupa olako i amaterski, što kasnije može imati velike posljedice ako izbor nije izveden u skladu sa pravilima struke i stvarnoj potrebi za aku-baterijom u sistema besprekidnog napajanja (Sl. 6.).



Sl. 6. Aku-baterije skladište energije

Najvažniji trenutak u dimenzionsanju cjelokupnog integrisanog sistema za napajanje je izbor adekvatne aku-baterije, budući da prvenstveno besprekidnost zavisi praktički isključivo o aku-bateriji koja je u dijelu sistema. Praksa u našem telekomu pokazuje da se u dosta slučajeva događa da kod ispada iz rada elektroenergetskog sistema aku-baterija ne preuzme u potpunosti sve snabdevanje rezervnom energijom i Investitori, u pravilu, za to krive aku-baterije jer su, po njihovom mišljenju, lošeg kvaliteta i osjećaju se prevarenim.

Praksa također pokazuje da to najčešće nije istina, nego je krivica bila na početku projekta, jer nije odabrana adekvatna aku-baterija, odnosno ona koja je odabrana nije za uvlove rada u kojima se stvarno koristi. Odabrana je i koristi se „neadekvatna aku-baterija“ koja je dobrog kvaliteta, ali nije za namjenu koju Investitor stvarno želi i ne daje parametre koje Investitor želi odnosno očekuje. Preporuke prilikom izbora adekvatne aku-baterije su:

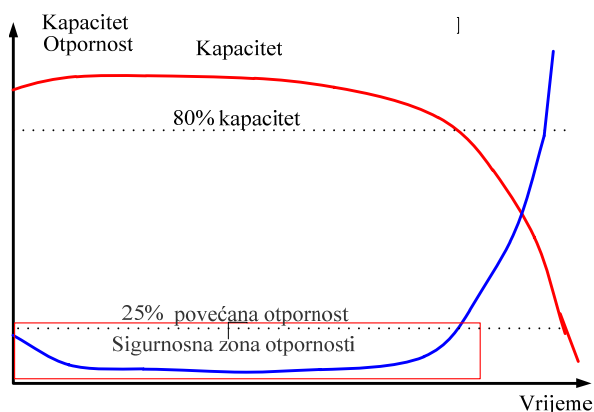
- Definirati vrstu sistema/uređaja za koje se želi nabaviti aku-baterija (telekomunikacije, UPS sustav za besprekidno napajanje, IT oprema, ...).

- Definirati kriterijum životnog vijeka aku-baterije (1, 2, 3, ...5, 10, ... godina), odnosno željeno vrijeme eksploatacije aku-baterije, u kojem se od aku-baterije očekuje da u potpunosti osigura rezervnu energiju
- Definirati minimalni napon na potrošaču kojega mora zadovoljiti baterija u normalnom režimu pražnjenja – najniži napon na kojem potrošač radi.
- Definirati očekivane temperaturne uslove u kojima će aku-baterija raditi (prostor, kabinet,...)
- Definirati očekivani broj ispada tokom jedne godine za koje vrijeme će se energija dobivati iz aku-baterije (broj ciklusa punjenje / pražnjenje).

Zbog svega navedenoga preporučuje se svim naručiteljima i korisnicima aku-baterija, a koji ih namjeravaju koristiti kao dio sistema za besprekidno napajanje ili kao rezervni izvor energije, da posebno obrate pažnju na spomenute preporuke, jer će jedino u slučaju poštivanja tih zahtjeva moći biti sigurni da će njihova aku-baterija odraditi svoju ulogu na kvalitetan, siguran i pouzdan način. Neadekvatna aku-baterija povećava rizik od neželjenog ispada opreme u slučaju snabdevanja iste iz aku-baterija, a što opet ima za posledicu nezadovoljnog korisnika koji je bio uvjeren da je „njegova“ aku-baterija odabrana, isporučena, montirana i održavana na najbolji način.

VII. OMSKA METODA TESTIRANJA AKU-BATERIJA

Ovo se vrši injektovanjem naizmjenične struje poznate amplitude i frekvencije u ćeliju/blok i mjerenjem naizmjeničnog pada napona. Rezultujuća impedansa se dobije primjenom Omovog zakona (Sl. 7.).

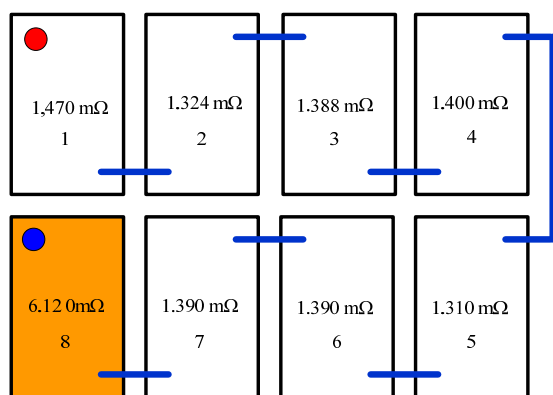


Sl. 7. Odnos kapaciteta i otpornosti aku-baterija

Testirao sam aku-bateriju EB4 6V200 metodom mjerenja impedancije sa instrumentom BATTERY HiTE-STER 3554. (Sl.8.) Na instrumentu se prikazuju rezultati mjerenja to jest otpo-rnost i napon koje smo unjeli u TABELU II [10].

TABELA II REZULTATI MJERENJA

Red. br.	Unutršnji otpor baterije	Napo na bateriji
1.	1,470 m Ω	6,92V
2.	1,324 m Ω	6,83V
3.	1,388 m Ω	6,90V
4.	1,400 m Ω	6,98V
5.	6,120 m Ω	5,80V
6.	1,390 m Ω	6,86V
7.	1,390 m Ω	6,84V
8.	1,310 m Ω	7,01V



Sl. 8. Greške na jednoj ćeliji EB4 6V200 aku-baterije

VIII. Uzemljenje objekta telekoma

Za prenaponsku zaštitu je najbitnije uzemljenje isto tako nije manje važno i izjednačenje potencijala. Bez dobrog otpota

rasprostiranja bolje je nepostavljati prenaponsku zaštitu jer postavljanjem prenaponske zaštite možemo dobiti kontra efekat.

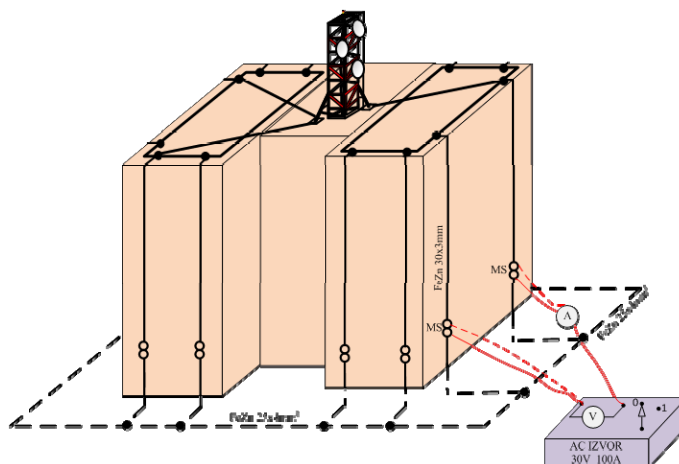


Sl.9. Mjerenje otpora rasprostiranja

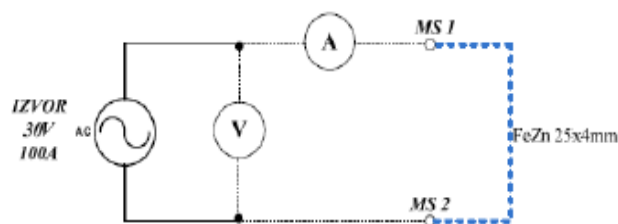
Isto tako je važno ustanoviti u kakvom je fizičkom stanju uzemljivač. Ako se uzemljivač koji se nalazi u agresivnoj zemlji vremenom dobije manji poprečni presjek to nije dobro. Takav uzemljivač treba mijenjati iako je otpor rasprostiranja dobar

Kako je ovaj zahtjev o probnim iskopavanjima nezahvalan, a često tehnički teško izvodiv (uzemljivač ispod asfalta i betona, temeljni uzemljivač) te se rijetko i koristio. Za “zduženi” uzemljivač (elektro + gromobranski) izveden sa trakom FeZn 25x4mm2 dosta pouzdana metoda se pokazala ispitivanje sa strujama AC 100A. Princip navadne metode prikazan je na (Sl. 10 i Sl. 11).

Ispitivanje se vrši između svih izvoda uzemljivača gdje se traka u zemlji ispituje po segmentima. Ispitivanje se može izvršiti i prema krovu za sve gromobranske spusteve (Sl. 12.).



Sl. 10. Princip održavanja uzemljenja objekta telekoma



Sl. 11. Šema ispitivanja združenog uzemljivača

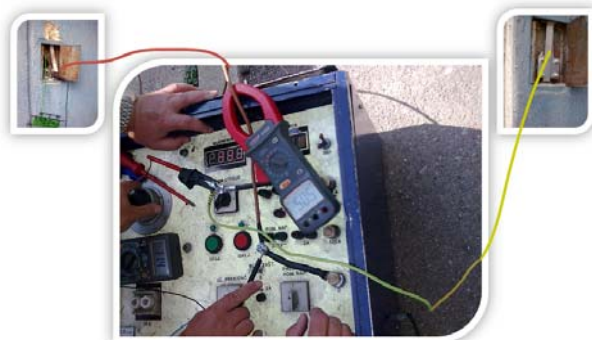
Otpor ispitivanog dijela uzemljivača se može izračunati:

$$R_{u1} = U(V)/I(A) - R_{pk} (\Omega) \quad (1)$$

U – napon izvora u V

I – struja kroz dio uzemljivača u A

R_{pk} – otpor priključnih kablova i spojeva (Ω)



Sl. 12. Ispitivanje uzemljivača - primjer

Ukoliko je izračunati otpor dosta veći od teoretski izračunatog otpora dijela trake to ukazuje na slabe spojeve uzemljivača ili smanjenog presjeka zbog oštećenja korozije.

Otpornost uzemljenja uzemljivača predstavlja otpornost sredine (tla) između ekvipotencijalne površine uzemljivača i ekvipotencijalne površine nultog potencijala (tzv. referentne zemlje). Otpornost uzemljenja je vrlo bitna ali isto tako je bitno fizičko stanje uzemljivača.

Uzemljivač tamo gdje je agresivna zemlja može da mu se smanjni poprečni presjek pa to predstavlja dodatni problem. Zbog toga mi moramo provjeravati stanje svakog uzemljivača da bi se uvjerali u njegovo stanje. Metoda kojom smo utvrđivali stanje uzemljivača u praksi pokazalo se da je vrlo korisna. Ova metoda se može koristiti za ispitivanje stanja uzemljivača u svim objektima.

IX. ZAKLJUČAK

Uvođenjem svih ovih metoda uspjeli smo održati raspoloživost/pouzdanost sistema za napajanje uređaja preko kojih se izvršavaju sve vrste elektroničkih komunikacijskih usluga na visokom nivou bez obzira što se broj radnika potreban za to u zadnjih nekoliko godina smanjio. Ovo je dokaz da se boljom organizacijom, promjenom metoda rada i ulaganjem u nove instrumente i alate mogu obaviti isti poslovi sa manjim brojem zaposleni, što je rezultat svega manji troškovi. Sve je to moguće uz uslov ulaganja dodatnih sredstava u nove instrumente, te specijalističke i kontinuirane edukacije zaposlenih u napajanju.

LITERATURA

- [1] Prof. Dr. Jovan Nahman i Dr. Vladica Mijailović Razvodna postrojenja, Beograd 2005
- [2] Prof. Dr. Jovan Nahman, Dr. Vladica Mijailović, Razvodna postrojenja, Akademska miso elektrotehnički fakultet Beograd 2005 god
- [3] <http://www.power-one.com/power/news-events>
- [4] Merlin Gerin, "High Power UPS Systems – Design Guide"
- [5] Merlin Gerin, "High Power, UPS Systems – Instalation Guide"
- [6] IEC 61643-1 "Surge protective devices connected to low voltagepower distribution systems"
- [7] Milan Paripović, Atmosfersko električno pražnjenje i prenaponska zaštita: Praktično iskustvo, 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009 Srbija, Beograd, novembar 24.-26., 2009.
- [8] Hadžiefendić N, „Štetni efekti pojave rednog električnog luka u niskonaponskim električnim instalacijama“, Magistarski rad, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, 2002.
- [9] Ilić B., Adamović Ž., Savić B., Stanković N. Termografska ispitivanja elemenata elektroenergetskih postrojenja
- [10] H.A. Kiehne: BATTERY TECHNOLOGY HANDBOOK

ABSTRACT

The great development of electronic communications in recent years has led to a significant increase in the number of objects /devices in which telecom provides its services. As a group that performs maintenance of power supply systems were forced to optimize their maintenance in a way that we have introduced some new methods of analysis and measurement that we accelerate/reduce procedures of regular and emergency inspection system for power supply, and that the quality and reliability is not diminished. In this article I will describe new methods that we introduced, namely: thermographic examinations and measurement of internal resistance battery and the physical condition of the ground.

OPTIMIZATION OF MAINTAINING POWER IN TELECOM THE INTRODUCTION OF NEW METHODS OF MEASUREMENT

Milan Paripović