

REŠENJE POMOĆNOG NAPAJANJA ZA TRAFOSTANICU TS 35/10 KV/KV "NOVI BEOGRAD 1"

M. LAZIĆ, Iritel a.d. Beograd, Srbija
D. PETROVIĆ, Iritel a.d. Beograd, Srbija
M. LUKOVIĆ, Elektrodistribucija Beograd, Srbija
D. JEKIĆ, Elektrodistribucija Beograd, Srbija

SADRŽAJ

Nakon uspešno završenog pilot projekta u trafostanicama elektrodistribucije Beograd nastavljena je saradnja realizacijom pomoćnog napajanja za rekonstruisanu trafostanicu TS 35/10 kV/kV "Novi Beograd 1". S obzirom da su izabrane baterije od 200Ah moduli od 7,5A nisu dovoljni tako da je razvijeno pomoćno napajanje sa osnovnim modulom od 10A. Omogućen je paralelan rad proizvoljnog broja modula i na taj način dobijanja većih snaga. Moduli imaju mogućnost aktivnog deljenja struje pa je jednostavno obezbeđivanje redundantnosti. Mikroračunar pomoćnog napajanja omogućava daljinski nadzor i upravljanje preko *Ethernet* ili *GPRS* interfejsa. Na taj način, svi podaci koji opisuju rad pomoćnog napajanja, se mogu preneti do centra u kojem se prati rad pomoćnog napajanja. U kombinaciji sa uređajem za daljinski nadzor i pražnjačem baterija omogućena je i daljinska kapacitivna proba.

Kao zaštita od preopterećenja, kratkog spoja, izabrano je rešenje kod kojeg se moduli isključuju kada se detektuje preopterećenje. Nakon tri minuta ponovo se proverava da li je sistem preopterećen i ukoliko jeste postupak se ponavlja. U dogovoru sa kolegama iz elektrodistribucije Beograd napravljen je dodatni set alarma koji se direktno prosleđuje u disperčerski centar. U radu je dat detaljan opis realizovanog rešenja sa posebnim osvrtom na zaštitu od preopterećenja, nadzor iz dispečerskog centra kao i skladištenje i održavanje izabranih baterija.

Ključne reči: trafostanice, pomoćno napajanje, ispravljački modul

UVOD

U toku 2011. godine realizovan je pilot projekat u objektima tri trefostanice u Beogradu. Na trafostanicama je montiran set uređaja koji čine: pomoćno napajanje od 800W, pražnjač baterije i uređaj za daljinski nadzor i upravljanje. Pilot projekat je pokrenut u cilju testiranja postojećih baterija. Nakon godinu dana eksploatacije, zaposleni u službi napajanja, proširili su korišćenje pomenutog seta uređaja na još dve lokacije u Beogradu. Jedna lokacija je trafostanica TS 35/10 KV/KV "Novi Beograd 1". U rekonstruisanoj trafostanici "Novi Beograd 1" predviđene su baterije od 200Ah. Podatak o veličinama baterije naveo je proizvođače da povećaju strujni kapacitet postojećeg rešenja pomoćnog napajanja kako bi odgovaralo predviđenim baterijama. Novi uređaj ima tri ispravljačka modula od po 10A, a redundantnost je omogućena aktivnim deljenjem struje. Da bi se pomoćno napajanje uklopilo u postojeći nadzor trafostanice, realizovan je dodatni set od pet digitalnih alarma. Alarmi su direktno povezani na dispečerski centar preko SKADA sistema koji se koristi u elektrodistribuciji Beograd. Na ovaj način u dispečerski centar stižu podaci kojima može da se detektuje neregularnost u radu pomoćnog napajanja. Da bi se omogućila detaljnija kontrola rada pomoćnog napajanja i stanja baterija montiran je uređaj za daljinski nadzor i upravljanje i uređaj za pražnjenje baterije. Podaci, koje prikupi uređaj za nadzor prosleđuju se do centra za nadzor koji se nalazi u službi napajanja. Na ovaj način, službe napajanja imaju mogućnost daljinske kontrole kapaciteta baterija, analiziranje rada sistema napajanja i kontrolu stanja baterija bez odlaska na lokaciju.

POMOĆNO NAPAJANJE ZA TRAFOSTANICE

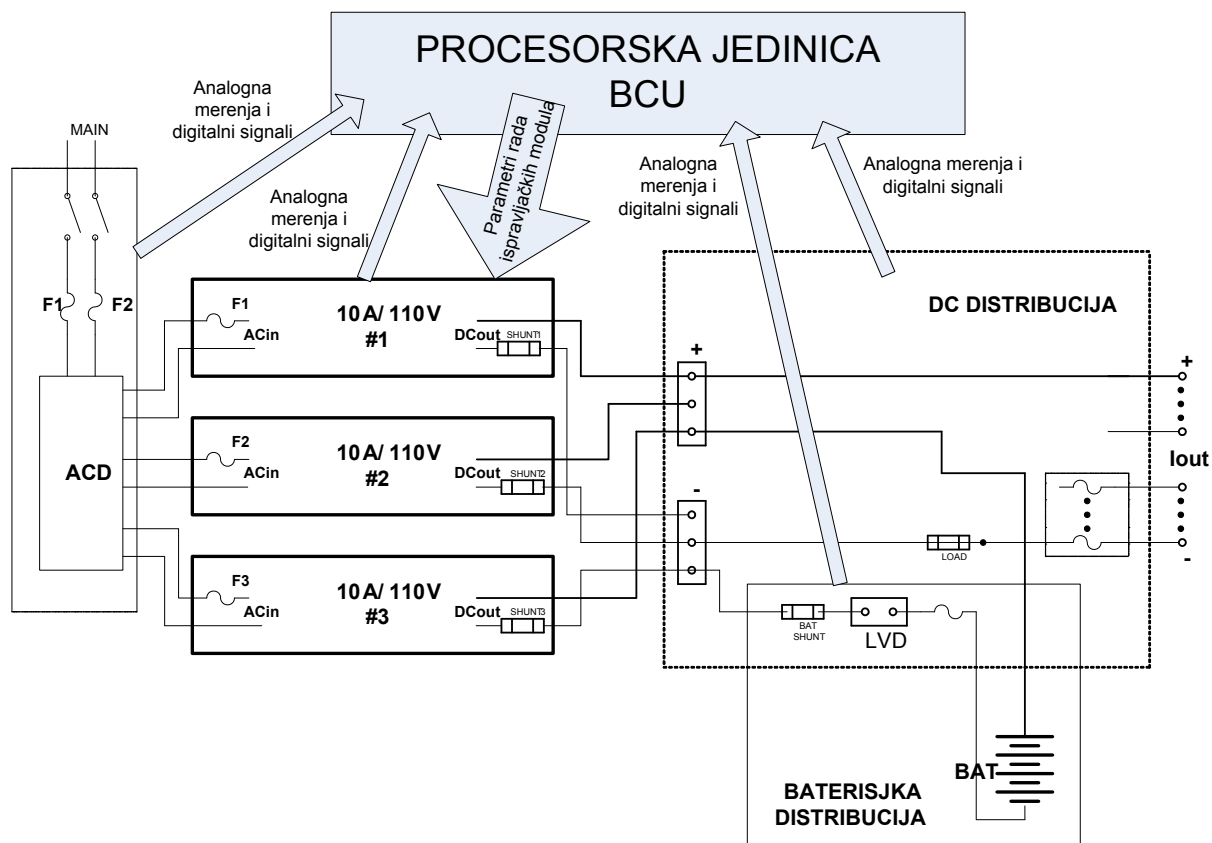
Opisano savremeno rešenje pomoćnog napajanja nalazi se u eksploataciji nekoliko godina. Realizovan je na zahtev Telekom Srbije tako da zadovoljava sve važeće propise na osnovu čega je i dobio atest Ratela. U toku 2010. godine je urađena adaptacija tako da odgovara potrebama Elektrodistribucije. Nakon godinu dana rada u Elektrodistribuciji javila se potreba da pomoćno napajanje bude veće snage. Moduli od 7,5A redizajnirani su tako da daju struju od po 10A. Ukupna snaga pomoćnog napajanja od tri ispravljačka modula iznosi, umesto 2400W, 3300W. Nova serija pomoćnog napajanja zadržala je sve osobine uređaja od 2400W:

- 1) redundantnost ispravljačkih modula,
- 2) propisane karakteristike punjenja baterije,
- 3) daljinski nadzor i upravljanje.

Na slici 1 nalazi se blok šema rada pomenutog pomoćnog napajanja. Uređaj ima odvojene sklopove AC distribucije, DC distribucije, baterijskog sklopa, procesorske jedinice i mogućnost povezivanja do tri ispravljačka modula.

Redundantnost ispravljačkih modula omogućena je aktivnim deljenjem struje. Svaki od aktivnih ispravljačkih modula preuzima potrebnu struju koja je jednaka sa strujom ostalih aktivnih modula. U slučaju da neki ispravljač otkaže, preostali moduli preuzimaju struju i ravnomerno je dele. Stoga, pomoćno napajanje se ne preporučuje da radi sa jednim ispravljačkim modulom bez obzira na potrošnju.

Ispravljački moduli su konstruisani tako da imaju propisani način punjenja baterije. Baterije se pune konstantnom strujom bez obzira da li je mikroracunar u funkciji. Procesorska ploča pruža mogućnost izbora vrednosti struje punjenja baterije kao i vrednosti napona punjenja baterija odnosno napona održavanja baterije.



Slika 1: Blok prikaz pomoćnog napajanja

Procesorska jedinica, ima ulogu nadzora u upravljanja ispravljačkog postrojenja. Na displeju se prikazuju izmerene veličine napona i struja potrošača, mrežnog napona i struje ka/od baterije. Pomoću tastature, koja se nalazi neposredno pored displeja, moguće je podesiti parametre rada sistema. Parametri rada mogu biti vrednosti kojima se određuje veličina izlaznog napona ili struje, ili vrednosti koje predstavljaju granice analognih alarma.

Parametri ispravljačkog postrojenja su:

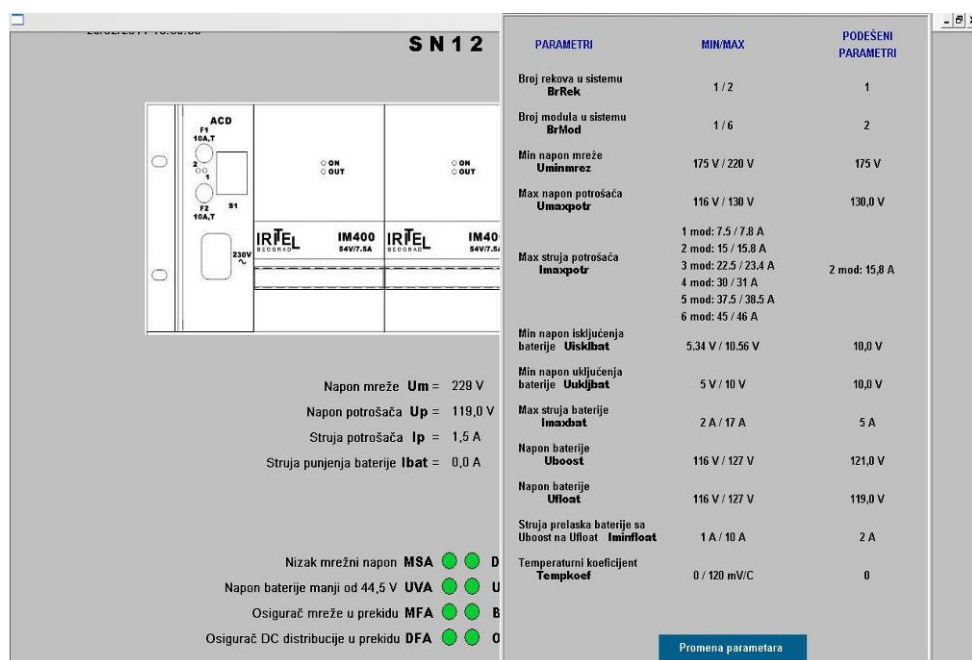
- 1) broj rekova, BrRek,
- 2) broj modula u reku, BrMod,
- 3) minimalni mrežni napon, Uminmreze,
- 4) maksimalni napon potrošača, Umaxpotr,
- 5) maksimalna struja potrošača, Imaxpotr,
- 6) napon isključenja baterije, Uiskljbat,
- 7) napon uključenja baterije, Uukljbat,
- 8) struja punjenja baterije, Imaxbat,
- 9) napon punjenja baterije, Uboost,
- 10) napon održavanja baterije, Ufloat,
- 11) struja prelaska sa napona punjenja na napon održavanja, lminfloat,
- 12) temperaturni koeficijent, TempKoef.

Svaki parametar ograničen je opsegom vrednosti izvan kojeg je nemoguće izvršiti podešavanje. Na ovaj način, onemogućeno je da korisnik zada vrednost koju pomoćno napajanje ne može da podrži. Podešavanjem struje punjenja baterije, napona održavanja i napona punjenja baterije kao i vrednosti temperaturnog koeficijenta postiže se pravilno održavanje baterije koje je propisano od strane proizvođača.

DALJINSKI NADZOR POMOĆNOG NAPAJANJA

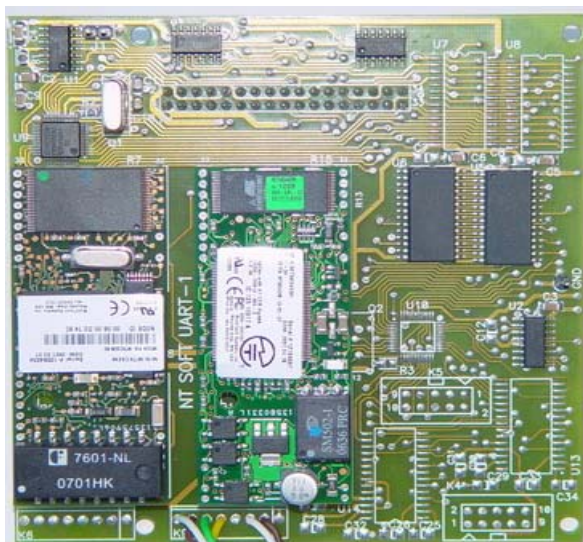
Pored lokalnog nadzora zasnovanog na postojanju displeja i tastature, pomoćno napajanje ima mogućnost daljinskog nadzora i upravljanja. Daljinski nadzor omogućen je RS232 interfejsom ili pomoću *Ethernet* ili *GPRS* modema. RS232 interfejs je integrisan na samoj procesorskoj ploči i pomoću njega je moguće programirati procesor, menjati parametre sistema ili jednostavno očitavati izmerene veličine i alarme. Veoma bitna uloga RS232 interfejsa je pristup uređaju od strane nekog drugog uređaja za daljinski nadzor. Uređaj za daljinski nadzor i upravljanje, sa kojim se pomoćno napajanje može integrisati, ima svu potrebnu hardversku i softversku podršku tako da je moguće pristupiti pomoćnom napajanju očitati izmerene veličine ili promeniti parametre rada.

Na slici 2 predstavljen je prikaz na računaru sistema za daljinski nadzor i upravljanje. Nezavisno od očitavanja merenih veličina sistema nadzora prenose se izmerene veličine i alarmi koje generiše pomoćno napajanje. Pored toga, moguće je izmeniti parametre rada pomoćnog napajanja kao što se i vidi na slici 2.



Slika 2: Grafički prikaz na računaru u udaljenom centru za nadzor

Prikazana aplikacija može se preneti u udaljeni centar za nadzor nezavisno od sistema daljinskog nadzora. Korišćenjem *Ethernet* ili *GPRS* modema koji se eksteno povezuju na pomoćno napajanje podaci iz procesora direktno se prenose u centar predviđen za daljinski nadzor. Na slici 3a i 3b prikazani su *Ethernet* ili *GPRS* modem koji mogu da se koriste kao prenosni putevi podataka pomoćnog napajanja.



a)



b)

Slika 3: a) *Ethernet* modem, b) *GPRS* modem

Postavlja se pitanje da li je potpuno ispravno da uređaj sam sebe nadzire? I da li je pozdano koristiti prenosne interfejsne povezani za uređaj koji se nadzire? Odgovori na oba ova pitanja su negativni. Uređaj koji sam sebe nadzire će davati rezultate koji nisu potpuno objektivni, a moguće i da ne budu tačni. Sa druge strane, u slučaju nekorektnog rada može da se desi da uređaj ne registruje neregularnost i ne prijavi nadležnom centru za nadzor. Eksterni modemi su praktični i sa stanovišta primene i pouzdanosti jednostavni, ali postoji mogućnost da zbog neregularnog rada pomoćnog napajanja dođe do poremećaja u radu korišćenog prenosnog puta. Svako pomoćno napajanje mora da bude nadzirano od strane uređaja za daljinski nadzor i upravljanje kojem je to osnovna svrha. Na taj način minimizovana je mogućnost da se neregularnost u radu pomoćnog napajanja prikrije i ne registruje od strane nadležne službe.

NADZOR POMOĆNOG NAPAJANJA U TRAFOSTANICI “NOVI BEOGRAD 1”

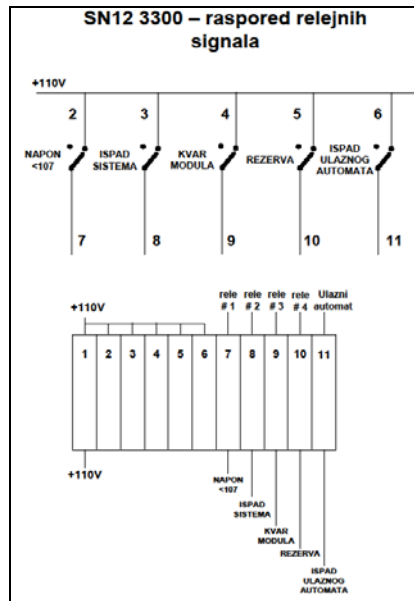
Na slici 4 prikazano je pomoćno napajanje montirano u rekonstruisanoj trafostanici “Novi Beograd 1” Na slici 4 se jasno vide sklopovi pomoćnog napajanja opisanih u drugom poglavlju. Pomoćno napajanje montirano u trafostanici „Novi Beograd 1” nama eksterne komunikacione module. Komunikacija sa centrom za nadzor omogućena je pomoću uređaja za daljinski nadzor i upravljanje. Podaci, koji su prikupljeni eksternim sondama sistema za nadzor kao i oni koji su prikupljeni internim merenjima unutar pomoćnog napajanja prenose se do udaljenog centra za nadzor po dva raspoloživa prenosna puta. Prvi, osnovni prenosni put je *Ethernet*, a rezervni je *GPRS*. U slučaju prekida u komunikaciji na osnovnom prenosnom putu, prenos podataka se automatski preusmerava na rezervni prenosni put. Udaljeni centar za nadzor nalazi se u službi održavanja uređaja energetske elektronike. Mogućnosti koje nudi sistem za daljinski nadzor i upravljanje omogućava službama održavnja praćenje rada uređaja energetske elektronike i analiziranje rada posmatranih sistema i baterija na veoma lak način. Pomoću uređaja za kapacitivne probe omogućeno je da korisnik proveri stanje baterije bez odlaska na objekat. Jednostavnom komandom iz centra za nadzor pomoćno napajanje se isključuje, potrošači se napajaju iz baterije, a uređaj za kapacitivnu probu vrši ulogu dodatnog potrošača. Pražnjenje baterije definisanom strujom u željenom vremenskom intervalu omogućava dobijanje izveštaja o stanju i karakteristikama posmatrane baterije. Upoređivanjem krive pražnjenja koju definiše proizvođač baterije i krive koja se dobije kapacitivnom probom korisnik dobija izveštaj koji nedvosmisleno opisuje u kakvom stanju su posmatrane baterije.



Slika 4: Montiran uređaj

Daljinski nadzor trafostanica u Elektrodistribuciji Beograd, realizovan je SKADA sistemom. Izabrani digitalni signali se prenose u dispečerski centar na osnovu kojih se određuje režim rada trafostanice. Dispečerski centar nadzire i uređaje energetske elektronike. Set od osam digitalnih alarma, koje generiše opisano pomoćno napajanje bio je prevelik za slanje u dispečerski centar. Zbog toga je izvršena nadgradnja pomoćnog napajanja, dodatnim digitalnim signalima. Na slici 4 u donjem delu vide se releji koji su povezani na SKADA sistem. Šema povezivanja signalnih releja prikazana je na slici 5. Alarmi su sledeći:

- Izlazni napon manji od 107Vdc,
- alarm ispada sistema (svih ispravljačkih jedinica),
- alarm kvar modula,
- rezervni alarm,
- ispad ulaznog automata (dolazi direktno sa pomoćnog kontakta ulaznog automatskog osigurača).



Slika 5: Šema povezivanja signalnih releja

Četiri, odnosno pet digitalnih signala su dovoljni za obaveštenje nadzornih službi da je došlo do poremećaja u radu pomoćnog napajanja, ali su nedovoljni za analizu rada uređaja energetske elektronike. S obzirom na to da pomoćno napajanje generiše pomenute signale, postoji mogućnost da se zbog nepravilnosti rada generišu pogrešni alarmi. Sa druge strane, prenosni put za slanje signala pomoćnog napajanja i prenosni put za signale trafostanice je isti tako da u slučaju prekida u komunikaciji nijedan signal neće stići do dispečerskog centra. Zbog toga je neophodno da postoji daljinski nadzor sa mogućnošću upravljanja uređajima energetske elektronike koji će pratiti nadležne službe održavanja.

Pomenuti sistem za daljinski nadzor i upravljanje može da se iskoristi za praćenje rada uređaja energetske elektronike, ali i za prenos signala za nadzor trafostanice koji generiše SKADA sistem. Na taj način se ostvaruje povećana pouzdanost sistema za daljinski nadzor i upravljanje trafostanice. U tom slučaju, prenosni putevi sistema za nadzor napajanja i SKADA sistema su nezavisni jedan od drugog smanjena je verovatnoća da oba budu u prekidu. Praktično, u slučaju prekida komunikacije sa SKADA sistemom na trafostanici, odabrani set podataka će se preneti preko sistema za daljinski nadzor i upravljanje do centra za nadzor napajanja, a zatim preko *Ethernet* mreže elektrodistribucije do dispečerskog centra.

ZAŠTITA OD PREOPTEREĆENJA (KRATKOG SPOJA)

Kod savremenih ispravljačkih postrojenja (pomoćnog napajanja) koriste se dva tipa zaštite od preopterećenja (kratkog spoja). Kod jednog rešenja se u trenutku preopterećenja izvor konstantnog napona pretvara u izvor konstantne struje. Sa porastom preopterećenja smanjuje se napon i održava konstantna struja. Nedostatak ove konfiguracije je što se pri graničnim vrednostima preopterećenja disipira maksimalna snaga postrojenja. Druga konfiguracija u režimu preopterećenja isključuje ispravljačke module. Nakon nekog vremena, proverava se da li je preopterećenje prisutno i u odnosu na to, sistem nastavlja sa radom ili ostaje u režimu isključenih ispravljačkih modula. Kod ovog rešenja zaštite od preopterećenja, disipira se mnogo manja snaga.

Prva varijanta zaštite od preopterećenja je povoljna kod pomoćnog napajanja kod kojih je u normalnom radu opterećenje jednako maksimalnom opterećenju. U slučaju preopterećenja, neispravna instalacija ili uređaj disipiraće razliku snaga između snage potrošača i maksimalne snage pomoćnog napajanja. U suprotnom, ukoliko je opterećenje malo tada će se na neispravnom uređaju ili instalacijama disipirati velika snaga. Realno je očekivati da će doći do ozbiljne havarije (požara).

Sobirom da je potrošnja pomoćnog napajanja u trafostanici „Novi Beograd 1“ kada se ne puni baterija manja od 5A izabrana je konfiguracija sa impulsnom zaštitom od preopterećenja. Na taj način se u režimu preopterećenja (kratkog spoja) disipira kontrolisana snaga koja je nekoliko puta manja od maksimalne snage pomoćnog napajanja.

IZABRANE BATERIJE U TRAFOSTANICI „NOVI BEOGRAD 1“

Za posmatranu trafostanicu korišćene su baterije „Tubular Gel Battery 4OpzV200 (2V200Ah)“. To su neisparavajuće baterije koje se mogu koristiti i u prostoriji u kojima se nalazi oprema i u prostorijama u kojima borave korisnici sistema za napajanje. Sobirom na to, cena ovih baterija je više od dva puta veća od klasičnih isparavajućih baterija. U toku tehničkog prijema objekta utvrđeno je da prema važećim propisima Elektrodistribucije Beograd ne postoji mogućnost korišćenja baterija u prostiri gde borave ljudi. Prema propisima, baterije moraju imati mehanički sklop koji onemogućava curenje baterije. Zbog toga je modifikovan projekat i baterije su preseljene u posebnu prostoriju i napravljen je mehanički sklop za sprečavanje curenja kiseline. Na taj način, izgubljene su sve prednosti koje imaju baterije ovog tipa u odnosu na uobičajene baterije koje se koriste u Elektrodistribuciji Beograd.

ZAKLJUČAK

Rekonstruisana trafostanica „Novi Beograd 1“ osavremenjena je dodavanjem pomoćnog napajanja i sistema za daljinski nadzor i upravljanje uređaja energetske elektronike kao i baterija sa gel punjenjem. Praćenjem relevantnih merenja i signala, po izboru korisnika iz službi održavnja, podignut je nivo nadzora uređaja energetske elektronike, a samim tim i nadzora trafostanice. Sa opisanim sistemom nadzora olakšana je kontrola akumulatorskih baterija i omogućeno praćenje i analiziranje rada pomoćnog napajanja.

Omogućen je dodatni prenosni put za ograničeni set alarma SKADA sistema. Na taj način je povećana pouzdanost prenosa podataka do dispečerskog centra.

Za zaštitu od preopterećenja pomoćnog napajanja izabran je impulsni režim rada. Na taj način je sprečena mogućnost disipiranja velike snage na nispravni uređaj ili instalaciju.

Savremena rešenja imaju zadatak da olakšaju rad korisnika, povećaju pouzdanost uređaja i omoguće daljinski nadzor i upravljanje relevantnih veličina. Mogućnosti savremenih rešenja prevazilaze važeće zakonske regulative u Elektrodistribuciji Beograd. Potrebno je menjati propise za pomoćna napajanja i baterije da bi se mogli iskoristiti benefiti koje omogućavaju savremena rešenja.

LITERATURA

1. M. Lazić, „Daljinski nadzor i upravljanje uređajima energetske elektronike – SDNU“, Zbornik radova 53. EL 1.1, ISBN 978-86-80509-62-4, Konferencije za ETRAN, Vrnjačka Banja, 15-18. juna 2009.
2. M. Lazić, D. Stajić, D. Jekić, B. Kosanović: Optimizacija ispravljačkog postrojenja za obezbeđivanje neprekidnog rada zaštitne, upravljačke, merene i telekomunikacione opreme u trafo-stanicama elektrodistribucije Beograd, ISBN 978-86-82317-69-2, R B4 03 CIGRE Srbija Zlatibor 2011.
3. D. Petrović, M. Lazić, D. Jekić: Primena sistema SDNU u elektrodistribuciji, Infoteh Jahorina 2011, Vol. 10, Ref. D-19, p. 362-366.
4. Lazić Miroslav, Stajić Dragan, „Ispravljačko postrojenje SNN12“, PEL 7.19, XIII Telekomunikacioni forum TELFOR 2005, Beograd, Sava Centar, 22.-24.11.2005.g
5. Miroslav Lazić, Dragana Petrović, Dragan Stajić, Dragan Jekić, Integracija SDNU u sistem za nadzor i upravljanje Elektrodistribucije Beograd, Infoteh Jahorina 2012.