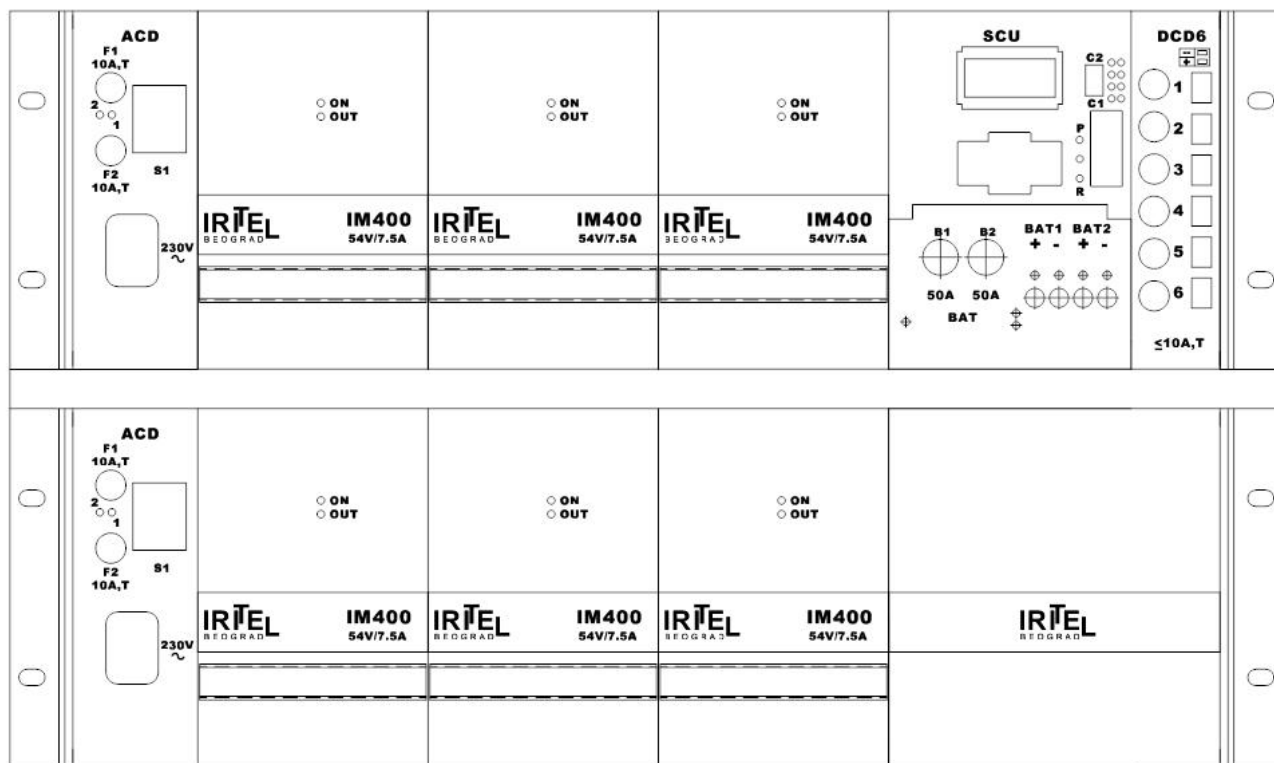


ISPRAVLJAČKO POSTROJENJE SNN12

Lazić Miroslav¹, Stajić Dragan¹,
¹IRITEL, Beograd



Slika1: Sistem SN12 – šest modula, dva reda

1. UVOD

Prilikom projektovanja ispravljačkog postrojenja namenjenog napajanju telekomunikacionih uređaja, postoji niz posebnih zahteva koje treba zadovoljiti. Pored osnovnih, električnih i bezbedonosnih, postoji i set karakteristika koje deluju manje važno. Međutim, za korisnika, u eksploataciji, suštinski bitno je da te funkcije budu pouzdano ostvarene. Njihovo ostvarivanje je komplikovano i usporava razvoj i atestiranje [1].

U ovom radu, pažnja je posvećena nekolicini takvih zahteva koji su ispunjeni prilikom realizacije ispravljačkog postrojenja SNN12, u okviru odeljenja za Energetsku elektroniku, Iritel.

2. REALIZICIJA ISPRAVLJAČKOG POSTROJENJA SNN12

Sistem napajanja SNN12 je modularan i sastoji se od: ormana, do dva reda (osnovni i red za proširenje) i baterija, radnih i rezervnih. SNN12 se može konfigurisati za različite snage potrošača od 400, 800 i 1200W (SNN12 - osnovni red, do 3 ispravljačka modula) ili 1600, 2000 i 2400W (SNN12 – dva reda, do 6 ispravljačkih modula). Slika kompletnog

sistema (bez baterija i ormana) je prikazana na slici 1, a blok šema električnog vezivanja je prikazana na slici 2.

SNN12 sastoji se od:

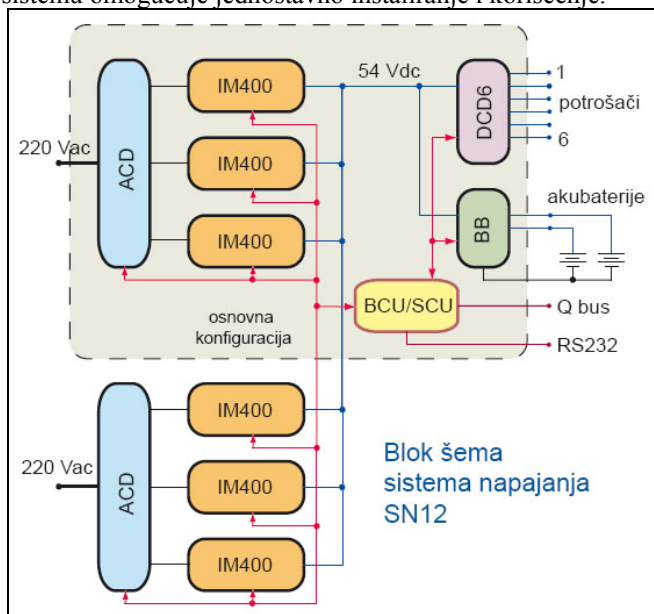
- do dve AC distribucije (ACD), svaka za po jedan ETSI red sa modulima; do šest ispravljačkih modula (IM400), snaga svakog modula 400 W (nominalno), broj modula N,
- DC distribucije ka potrošaču (DCD2/6) sa dva ili šest izlaznih osigurača (na svakom izlazu poseban konektor),
- Bloka za priključenje baterija (BB) sa baterijskim osiguračima (dva), posebnim konektorima za povezivanje i sklopom za zaštitu od prepražnjenja (LVD),
- Osnovnog sklopa za nadzor, upravljanje i komunikaciju (BCU), sa LCD displejom i tastaturom za lokalnog operatera, ledovima, RS 232 i ostalim interfejsima.

Deljenje struje ispravljačkih modula je aktivno i ostvareno u granicama od 5% i bolje [2], u skladu sa propisima. Posebno podešavanje modula od strane korisnika, nakon instalacije sistema, u cilju postizanja pravilnog deljenja struje, nije potrebno.

Redundantnost je zadovoljena kroz klasičnu formulu N+1, gde je N broj modula. Modul koji je N+1-vi (obežbeđuje redundantnost), u toku rada sistema daje snagu kao i ostali moduli, sa njima ravnopravno deleći snagu (tzv.

vruća rezerva). Fizički ne zauzima posebno mesto niti zahteva posebne veze.

Kompaktnost sistema je omogućena kroz povezivanje modula preko zadnje ploče (back panel) u odnosu na izlaz i ulaz sistema i sve analogno/digitalne signale i merenja u sistemu. Dizajn sistema je takav da žične forme unutar i između ispravljačkih i drugih modula ne postoje (procerska jedinica se jedina povezuje flat kablovima za zadnju ploču što će u narednoj verziji sistema biti uklonjeno). Prostim postavljanjem modula u za njih predviđeno mesto, vrši se celokupna montaža sistema unutar jednog reda. Ne postoji međusobno žično povezivanje, bilo spreda bilo pozadi sistema. Povezivanje dva reda (kada je potrebno više od tri modula) vrši se sa dva kabla, energetskim i signalnim, sa zadnje strane sistema, što ne narušava opisanu kompaktnost sistema u okviru svakog reda. Potpuni frontalni prilaz sistemu omogućuje jednostavno instaliranje i korišćenje.



Slika 2. Električna blok šema SNN12

Mehanika je takođe prilagođena što lakšem korišćenju od strane korisnika – deo za dc distribuciju, modul za povezivanje sa baterijom kao i procerski modul su uvučeni u dubinu sistema u odnosu na ispravljačke module, što ih štiti od slučajnih dodira i udara (slika 3). Red je ETSI dimenzija, a pri isporuci sistem se dobija sklopljen (broj ispravljačkih modula u skladu sa potrebama korisnika) i spreman za povezivanje sa mrežom i potrošačima, bez potrebe za dodatnim, unutar-sistema povezivanjem.



Slika 3: SN12 sa tri modula - sa desne strane se vidi uvučen deo sistema namenjen povezivanju sa potrošačem, baterijama i za spoljnu komunikaciju

Hladenje je prirodno, neforsirano, realizovano kroz vertikalno postavljene hladnjake na modulima, što izuzetno olakšava održavanje sistema.

Zaštite sistema uključuju:

- Zaštita od preopterećenja i kratkog spoja ispravljačkog postrojenja; zaštita je programabilna, automatska i sa topljivim osiguračim;
- Zaštita od nedozvoljenog pražnjenja baterija; prag isključenja napajanja sa baterije kao i prag ponovnog uključenja su podesivi pomoću tastature ili RS232 interfejsa (BCU);
- Zaštita od nekontrolisanog punjenja baterije (punjenje prevelikom strujom); veličina struje se programira se preko tastature ili RS232 priključka;
- Zaštita od prenapona ulaznog naizmeničnog napona izlaznog jednosmernog napona, aktivna i pasivna;
- Termička zaštita od pregrevanja ispravljačkih modula (aktivna).

3. PROFILISANJE POTREBNE SNAGE SISTEMA OD STRANE KORISNIKA

U skladu sa zahtevima propisanim od strane ZJPTT rezervni izvor napajanja (baterija) treba da omogući 8-10 časova napajanja za korisničke uređaje kada nema mrežnog napona (ovaj zahtev je specifičan za naše uslove tj. stroži u odnosu na zapadne koji zahtevaju 2h autonomnog rada). Proističe da je strujni kapacitet baterije (C_{bat}):

$$C_{bat} = 10 \times I_{load},$$

za 10h autonomnog rada (I_{load} je struja potrošača).

Prilikom profilisanja potrebne snage sistema od strane korisnika potrebno je uzeti u obzir i ovaj zahtev. Ukupna struja kojom ispravljački sistem treba da raspolaže ($I_{system,max}$) je:

$I_{system,max} = I_{load} + I_{charg}$, gde je I_{charg} struja punjenje baterija.

Pošto je optimalno da struja punjenja baterija bude deseti deo od kapaciteta baterija, važi:

$$I_{charg} = C_{bat}/10 = 10 \times I_{load}/10 = I_{load}.$$

Sledi da je potrebna snaga sistema, u skladu sa gornjim zahtevom:

$$I_{system,max} = I_{load} + I_{load} = 2 \times I_{load}.$$

Praktično, pola ukupne snage sistema se troši na potrošača, a druga polovina (približno) na dopunjavanje baterije (dok dopunjavanje traje). U slučaju da se izabere manji kapacitet baterije, ukupna potrebna snaga sistema se smanjuje ali i vreme autonomnog rada na bateriju se takođe smanjuje.

Broj modula tj. ukupna snaga sistema SNN12 ($N \times 7.5A$) se bira na osnovu gornjeg zahteva ($I_{system,max} = 2 \times I_{load}$), i u skladu sa procenom da u normalnom radu sistem daje maksimalno oko 80% snage. Redudantni modul ($N + 1$) se dodaje na prethodno izračunat broj modula.

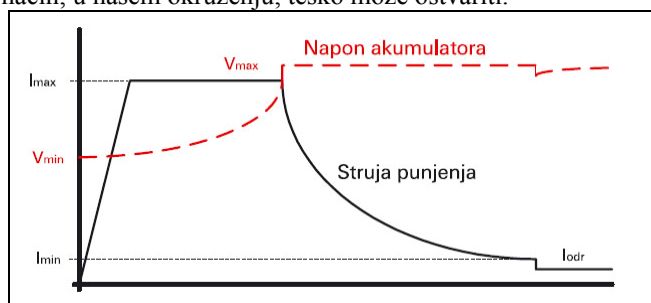
4. POSEBNI ZAHTEVI EKSPLOATACIJE

S obzirom na potreban kapacitet baterija u skladu sa propisima, dopunjavanje baterija pri povratku mrežnog napona mora biti kontrolisano (IU karakteristika je prikazana na slici 4) [3]. U protivnom, pri povratku mrežnog napona, sistem za napajanje bi radio punom snagom i sva struja iz ispravljačkog postrojenja koja ne ide ka potrošaču tekla bi ka baterijama. U slučaju da je potrošač mali i da struja ka baterijama znatno prelazi 0.1 kapaciteta baterija, nakon određenog broja ponavljanja ovakvih situacija došlo bi do smanjenja radnog veka baterija odnosno njihovog oštećenja ili uništenja.

Gore opisana situacija se može izbeći na dva načina. Prvi način je da struja punjenja baterija bude kontrolisana nezavisno od snage potrošača. Drugi način se sastoji u profilisanju ukupne snage sistema (od strane korisnika) pre puštanja u rad, tako da struja ka baterijama, kada počne dopunjavanje, bude prihvatljive vrednosti:

$$I_{\text{charg}} = I_{\text{system,max}} - I_{\text{load}}$$

Ovaj drugi način zahteva ispunjenje dva uslova: tačno poznavanje snage potrošača i zahtev da se nakon instalacije sistema, povezivanja sa potrošačem i puštanja u rad snaga potrošača ne menja. U našem okruženju nijedan od ova dva uslova ne može se ispuniti ili bar ne oba, što znači da se drugi način, u našem okruženju, teško može ostvariti.



Slika 4. IU karakteristika punjenja baterija

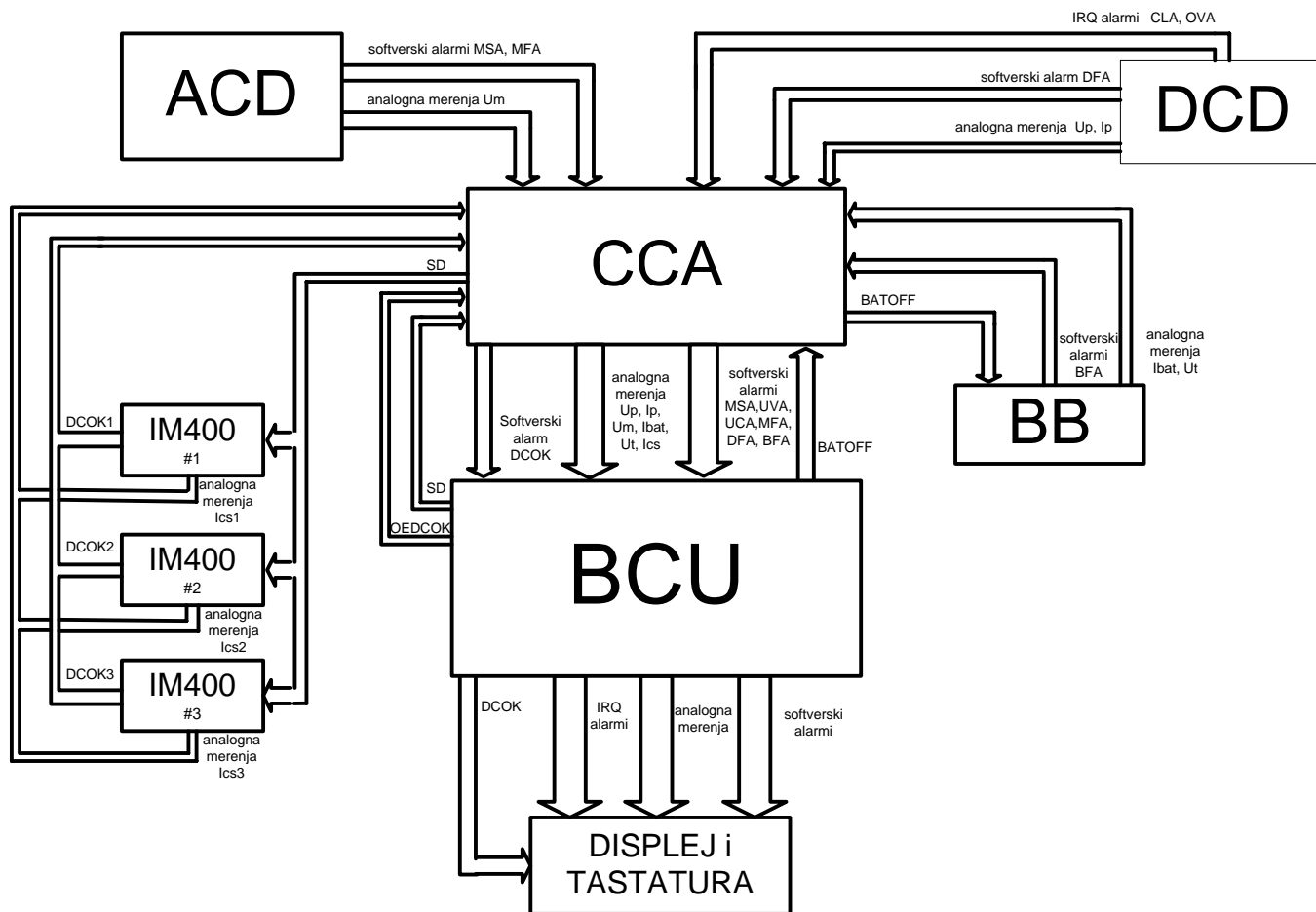
U SNN12 primenjen je prvi metod tj. struja punjenja se kontroliše nezavisno od struje potrošača. Struja punjenja baterija se zadaje (softverski) u opsegu od 3A do 18A, sa korakom od 1A (16 mogućih vrednosti), a hardverski (nezavisno od procesora) sa tri moguće vrednosti.

5. FUNKCIONISANJE SISTEMA I PROCESORSKA JEDINICA

Procesorska jedinica (BCU) namenjena je pre svega nadzoru ispravljačkog sistema. Postojanje bilo kakve specifične upravljačke uloge BCU (pored postojeće nadzorne), a posebno one koja u sebi sadrži generisanje PWM signala za prekidačke komponente, nosi u sebi opasnost smanjenja pouzdanosti sistema. Praksa je pokazala da mešanje nadzorne i gore spomenute upravljačke uloge, unutar iste procesorske jedinice, unosi probleme prioriteta u softveru, ali i hardveru čitavog sistema. Zbog toga, upravljačka uloga BCU se svodi na on/off funkcije tj. generisanje digitalnih signala koje se odnose na čitav ispravljački sistem. U to spadaju: komande za isključivanje ispravljačkih modula, prekidanje rada na bateriju, isl. i uglavnom predstavljaju signale koji učestvuju u zaštiti sistema. Na slici 5 je prikazana signalna blok šema SNN12, gde je sa CCA označen analogno-digitalni sklop koji pripada zadnjoj ploči sistema (back panel).

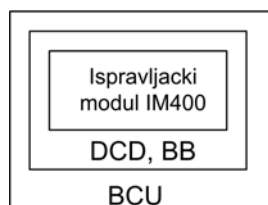
Najvažnije zaštite, kao što su od preopterećenja, prenapona na izlazu, i slično, postoje paralelno na tri nivoa:

1. na nivou samih ispravljačkih modula (IM400),
2. na nivou modula za povezivanje sa potrošačem (DCD) i modula za povezivanje sa baterijama (BB),
3. na nivou procesorske jedinice tj. praćenja sistema od strane BCU.



Slika 5: Signalna blok šema SNN12

U skladu sa prioritetima, vrednosti zaštita od strane procesora su najstrože, slede zaštite od strane sistemskih modula, pa ispravljačkih modula, što je ilustrovano na slici 6. Ovakvu vrstu hijerarhije ne nameće samo organizacija sistema već i praktično iskustvo koje je pokazalo da je, u slučaju kvara procesorske jedinice, vreme koje protekne između detekcije otkaza procesorske jedinice i njene zamene, značajno.



Slika 6: Prioriteti zaštita u ispravljačkom sistemu

U funkcije sistema za koje je bitno da budu nezavisne od funkcionisanja procesorske jedinice spada i kontrolisano punjenje baterija. Kod SNN12, i nakon uklanjanja kompletne procesorske jedinice, sistem nastavlja da radi sa hardverski podešenom vrednošću struje ka baterijama (I_{charg}) i naponom održavanja baterija (V_{float}). Praktično, procesorska jedinica utiče samo na vrednost ovih veličina, ali kontrola tih veličina nije zavisna od ispravnosti i prisutnosti BCU. Na ovaj način je izbegnuto da poremećaji u radu BCU, zbog smetnji ili kvara, utiču na rad sistema i njegovu pouzdanost, kao i radni vek baterija u periodu dok to nije detektovano (iz razloga nepostojanja nadzora, lokalnog ili udaljenog).

Komunikacija ka spoljnjem korisniku se odvija na nekoliko načina. Predviđeno je i pamćenje incidentnih podataka u sistemu, za slučaj da komunikacija ka udaljenom korisniku koja stalno postoji, bude prekinuta iz nekog razloga, pa naknadno upostavljena.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana realizacija detalja koji su se pokazali bitni prilikom funkcionisanja ispravljačkih sistema u domaćim uslovima.

Ispravljački sistem može funkcionisati i bez nekih od gore navedenih osobina (pasivno hlađenje, kompaktnost sistema, kontrolisano punjenje baterija, nezavisnost rada sistema od ispravnosti procesora, itd.), ali se u praksi pokazalo da sistem koji poseduje ove osobine ima znatno duži radni vek i zahteva neuporedivo manje održavanja i lokalnog nadzora. U skladu sa ovakvim iskustvima iz prakse, realizacijama drugih renomiranih proizvođača [4,5,6], propisanim zahtevima i potrebama Iritela odnosno Telekoma, osmišljen je i realizovan ispravljački sistem SNN12.

7. LITERATURA

[1] "Tehnički uslovi za ispravljače naizmennog napona u jednosmerni napon (AC/DC pretvarače) i ispravljačka postrojenja u telekomunikacijama", ZJPTT, "PTT vesnik" br. 8, 2002.

[2] Laszlo Balogh, "The UC3902 Load Share Controller and its Performance in Distributed Power Systems", Application Note U163/slua128, Unitrode/TI

[3] "NP Series, Valve Regulated Lead/Acid Battery Manual", YUASA

[4] "Power Supply Data Sheet & Selection Guide", Power-One

[5] "Power Supply System MPR 1200", Data Sheet, Operating Instructions, Benning

[6] "Yukon Power System", Data Sheet, Tyco/Electronics, February 2004

Abstract: Power supply system, in our conditions, need to have some features which are not common for today usual standards. In power system SNN12, developed in Iritel, active current sharing, redundant configuration, compact and modular mechanical approach, are features which are realized parallel with natural cooling, battery charging control and parallel protections, and independent functionality of power system regarding to processor unit. In this paper, such demands and their realization in SNN12 are discussed and explained.

THE POWER SUPPLY SYSTEM SNN12, D.Stajić, M. Lazić