

JEDNO REŠENJE ISPRAVLJAČKOG POSTROJENJA ZA NAPAJANJE TELEKOMUNIKACIONIH UREĐAJA

Miroslav Lazić, Dragan Stajić
Iritel.A.D. Beograd

I UVOD

Za napajanje se kaže da je srce telekomunikacionog uređaja. Analogija je logična, jer ako otkáže napajanje ceo 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 promene mrežnog napona, ali i na dužinu trajanja vremena kada nije prisutan mrežni napon. Zbog toga su naši propisi koje su propisani od strane Z.J.PTT strožiji od propisa koji važe u zapadnoj Evropi. Međutim, i pored toga, kod nas postoji značajno vreme u kome je telekomunikacioni saobraćaj u prekidu kao posledica otkaza napajanja.

Polazeći od toga u Iritel-u je odlučeno da se razvije sopstveno napajanje. Na taj način se mogu karakteristike napajanja prilagoditi realnim radnim uslovima. Značajna prednost ovog pristupa, je što se mehanika ispravljačkog postrojenja može prilagoditi mehanici u kojoj se nalazi telekomunikacioni uređaj. Pored toga, uz sopstveni razvoj mnogo je lakše rešiti daljinski nadzor i upravljanje. S obzirom da je mikroracunar neophodan za nadzor rada telekomunikacionog uređaja, on se može iskoristiti i za nadzor ispravljačkog postrojenja.

II POLAZNI TEHNIČKI USLOVI

Na početku razvoja spisku standardnih tehničkih uslova koje treba da zadovolji ispravljačko postrojenje (statičke, dinamičke, mehaničke karakteristike...), pridodati su i neki koji su specifični, a nametnuli su se u toku dugogodišnje proizvodnje telekomunikacionih uređaja. Pre svega proširenje je opseg ulaznog napona (od 160 do 265V). Zatim, napravljen je dvostruki sistem zaštite od prenapona. Izbegnuta je zavisnost osnovnih funkcija ispravljačkog postrojenja od mikroracunara. Mikroracunar je neophodan za telemetriju, daljinki nadzor, ali nije dobro da od njegove pouzdanosti zavisi pouzdanost osnovnih funkcija ispravljačkog postrojenja.

Najveća dilema je bila da li krenuti u razvoj uređaja sa prinudnim ili prirodnim hlađenjem. Prinudno hlađenje smanjuje gabarite uređaja i do pet puta, srazmerno tome se smanjuju i troškovi izrade mehanike. Nešto se smanjuje cena i energetskih komponenta kao i cena montaže. Orijentaciona procena je da bi se troškovi proizvodnje mogli smanjiti i do tri puta.

Ipak na kraju doneta je odluka da hlađenje bude prirodno. Presudnu ulogu je odigrao jedan naš ispravljač koji je

u to vreme stigao na servis. Imao je prinudno hlađenje, a kada smo ga otvorili bio je do vrha napunjem ostacima raznih insekata. S obzirom da je i ispravljač za koji smo bili u dilemi bio namenjen da radi u istim uslovima, odlučili smo se da prinudno hlađenje odložimo za neki sledeći razvoj.

Druga velika dilema je bila kolika treba da bude snaga osnovnog modula. Ravnopravno su razmatrane dve koncepcije. Jedna je bila sa osnovnim modulom snage 400W, a druga sa osnovnim modulom snage 1500W. Na kraju je odlučeno da se prvo razvije rešenje sa modulom od 400W. Glavni razlog za to su bile potrebe IRITEL-a u narednim godinama, ali i procena da će budući telekomunikacioni uređaji zahtevati module manje snage.

III OPIS REALIZOVANOG UREĐAJA

Osnovna namena ispravljačkog postrojenja je da obezbedi neprekidno napajanje telekomunikacionog uređaja (sistema) i dopunjava baterije kapaciteta do 30Ah (48Vnom). Struja punjenja baterija podešava se prema njihovom kapacitetu, pragovi isključenja (zaštita od dubokog pražnjenja) podešava se pomoću mikroracunara. Maksimalan kapacitet je određen propisom o autonomiji i naravno, maksimalnom snagom ispravljačkog postrojenja. Ispravljački moduli, baterije i potrošač se nalaze u paralelnoj vezi. Praktično to znači da napon ispravljača i kada ne puni baterije ne sme biti manji od napona napunjenih baterija. Struja punjenja baterija je kontrolisana nezavisno od struje potrošača. Ispravljačko postrojenje radi nezavisno od prisustva baterije, a ispad iz rada jednog od ispravljačkih modula ne remeti ukupan rad sistema. Preostali moduo (moduli) preuzimaju na sebe potrošnju. Baterija je zaštićena od prepražnjenja (podnapona). Ukupna maksimalana snaga osnovnog sistema je 1200W, a može se udvostručiti paralelnim vezivanjem dva sistema.

AC DISTRIBUCIJA	MODUO 7.5A	MODUO 7.5A	MODUO 7.5A	MCU	DC DISTRIBUCIJA
--------------------	---------------	---------------	---------------	-----	--------------------

sl.1. Organizacija ispravljačkog postrojenja

XII Telekomunikacioni forumTELFOR 2004, Beograd, Sava Centar, 23.-25.11. 2004.g

Osnovno ispravljačko postrojenje se sastoji od tri ispravljačka modula od kojih svaki daje 400W korisne snage na svom izlazu (7.5A/55V), sklopa AC distribucija, mikroracunara i sklopa DC distribucije (sl.1).

Minimalan broj ispravljačkih modula 1, maksimalan 3 (redundantnost 1+1, 2+1). U okviru svakog ispravljačkog modula se nalazi:

- Ulazni deo – PFC,
- Ispravljački deo (DC/DC konvertor),
- Deo za komunikaciju sa ostatkom sistema,
- Deo za spregu sa ostalim modulima radi ostvarenja ravnomernog deljenja izlazne struje među modulima (aktivni current sharing) i
- Svetlosna indikacija ispravnog rada preko LED dioda

Druga celina je sklop pod nazivom AC distribucija. Sastoji se od:

- dela za povezivanje sa mrežnim naponom (osigurača, mrežnog prekidača, i svetlosne indikacije neispravnih mrežnih osigurača),
- dvostepenog emi/rfi filtera,
- elektronskog sklopa za merenje efektivne vrednosti mrežnog napona i
- podsklopa za daljinsku dojavu neispravnih ulaznih osigurača.

Ove funkcije su objedinjene za sva tri ispravljačka modula. Specifičnost ovoga rešenja je da je zaštita od prenapona urađena na dva nivoa. Prvi set varistora je povezan na samom konektoru za povezivanje sa mrežnim naponom. Pri tome postoje varistori između provodnika naizmeničnog napona, ali i od oba provodnika prema zaštitnom uzemljenju. Drugi set varistora se nalazi na izlazu drugog RSO filtra. Naravno i on se sastoji od tri varistora.

Treća celina se sastoji iz dva dela:

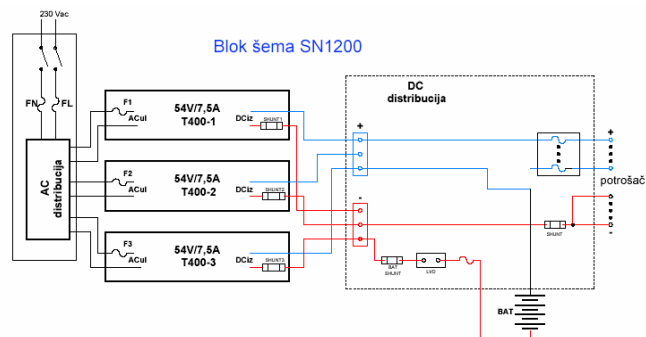
- Prvi deo je polje za dc distribuciju na kome se pored osigurača (i prekidača) ka bateriji i potrošačima, mernih senzora, ulazno/izlaznih konektora i sabirnica, svetlosne signalizacije, nalazi i led displej na kome se mogu očitati sve potrebne veličine (struje potrošača, baterije, modula, naponi itd.)
- Drugi deo je mikrokontrolerska jedinica (MCU) čija je osnovna namena da obezbedi komunikaciju čitavog ispravljačkog sistema (prvenstveno ispravljačkih modula) sa korisnikom – svaki od modula komunicira sa MCU, zatim i svi ostali podaci stižu do MCU gde se vrši njihovo ukupno procesiranje i slanje ka operateru; operater može zadati određene naredbe sistemu i prepodesiti određene parametre rada sistema. Dakle, MCU vrši funkciju nadzora (i upravljanja), a poseban softver (na nivou PC-a na strani operatera) prikazuje i obrađuje podatke pristigle od strane MCU. U slučaju otkaza MCU ceo sistem

nastavlja da radi bez prekida, sa svim očuvanim glavnim funkcijama (load sharing, kontrolisana struja punjenja baterija, itd.)

IV TEHNIČKI PODACI

- Ulazni napon od 165-265Vac, 47-63Hz,
- Ulazna inrush struja prema EN61000-3-2,
- Faktor snage $PF \approx 0.97$,
- Stepenn korisnog dejstva $\eta > 87\%$,
- Izlazni napon 55Vdc, (temperaturno kontrolisano punjenje baterija, $-2.5mV/cell$)
- Maksimalna vrednost izlazne struje modula 7.5A, UI karakteristika ugrađena u svaki od modula,
- Ravnomerno deljenje ukupne struje po modulima,
- Radna temperatura: 0-50C,
- Zaštite u odnosu na:
 - kratak spoj,
 - pregrevanje,
 - podnapon, prenapon,
- Zadovoljeni standardi za:
 - napajanja telekomunikacionih uređaja (ripl napona, dinamika odziva, psfometrijski šum),
 - standardi za bezbednost (EN 60950),
 - standardi za emi-rfi smetnje (EN 55 082 Class B)
- Dimenzije ispravljačkog modula: dubina (L) x širina (W) x visina (H) = 200mm x 105mm x 125mm.

Električna blok šema ispravljačkog postrojenja je data na slici 2.



sl.2. Blok šema ispravljačkog postrojenja

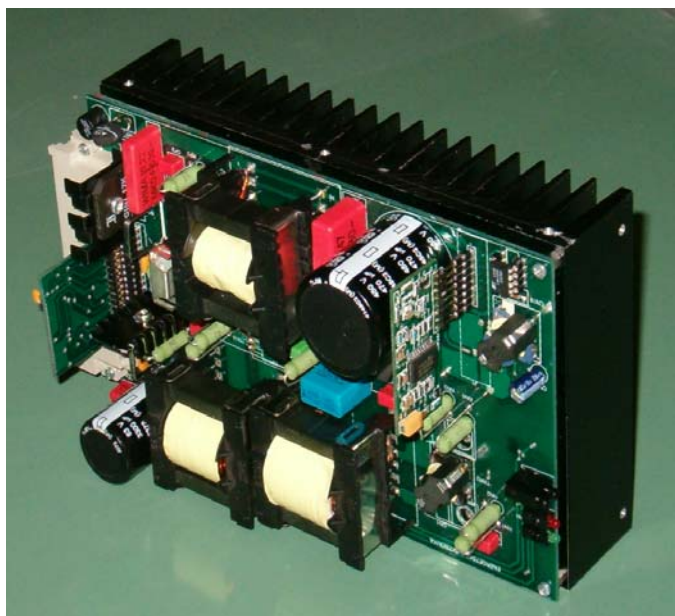
V TEHNOLOŠKI ZAHTEVI

Da bi se postigla cena koja bi bila konkurentna na tržištu, morao se minimizirati rad radnika u proizvodnji postrojenja. Naravno, to nije smelo uticati na pouzdanost. Zato je odlučeno da se maksimalno iskoristi mašinska montaža komponenta. Međutim, energetska elektronika se ne može potpuno mašinski montirati. Zato je upravljačka elektronika, podeljena na podsklopove koji su projektovani sa SMD komponentama. Svaki podsklop je celina montirana na posebnu

štampanu ploču i zajedno sa elementima energetske elektronike montira se na osnovnu ploču. Drugi bitan polazni zahtev je bio da se po mogućstvu potpuno izbací povezivanje pojedinih podsklopova i sklopova putem ožičenja. Osnovni razlog za takav pristup je bio to što je spoj provodnika i štampane ploče, mesto koje ima značajno manju pouzdanost od ostalih spojeva u energetskej elektronici. Jednoobraznost uređaja se takođe povećava. Drugi razlog je to što je takva tehnologija bitno povećava cenu montaže uređaja.

Treći polazni zahtev je bio da se omogući jednostavno servisiranje neispravnog modula. Da bi se to postiglo neophodan je pristup svim komponentama koje se kontrolišu.

Na slici 3 je dat izgled montiranog osnovnog modula ispravljačkog postrojenja.

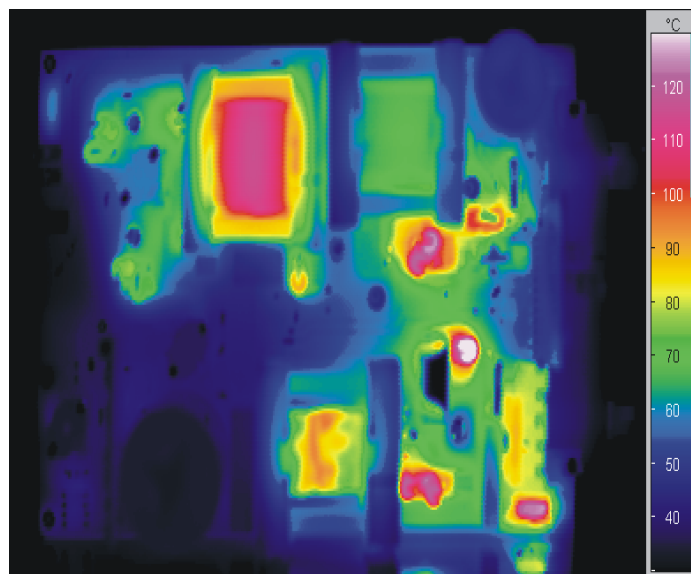


sl.3. Izgled ispravljačkog modula

VI MERENJA TEMPERATURE ENERGETSKIH KOMPONENTA ISPRAVLJAČKOG MODULA

Gustina snage ispravljačkog modula je znatno veća od uobičajene za ovakvu vrstu ispravljača. Zato je posebna pažnja posvećena merenju temperature komponenta. Teorijski, mogu se izračunati temperature svih energetskej komponenta. Međutim, proračuni važe za komponente koje se ne nalaze u slobodnom prostoru. Ukoliko se u okolini komponente koja se greje nalazi druga komponenta koja se greje, hlađenje obe komponente će biti slabije, pa će i njihova temperatura biti veća od teorijski izračunate (uticaj mikroklimе). Zato su, još početnoj fazi razvoja, urađena merenja temperature komponenta. Merenja su urađena na Elektronskom fakultetu u Nišu sa termovizijskom kamerom. Ovakav merni postupak omogućava tačnost merenja temperature komponente sa 0.01stepen. Rezultat je prikazan na slici 3. Najveća izmerena temperatura je bila na otpornicima u » snaber« mrežama. Snaga koja se disipira na njima nije veća od proračunate. Otpornici

moгу da rade sa tom temperaturom, međutim u sistemu napajanja u telekomu nije prihvatljiva tako visoka temperatura. Pre svega zbog uticaja na komponente u svom okruženju, a takođe i na lezna mesta u kojima se otpornici snage spajaju sa osnovnom štampanom pločom. Pored otpornika snage, transformator u DC/DC konvertoru je imao previsoku temperaturu. Sa slike je očigledno da se prevelika snaga disipira u namotajima, a da su gubici u jezgru daleko manji. Ovaj problem se jednostavno rešava ponovnim proračunom transformatora. Treba smanjiti gubitke u bakru, na račun povećavanja gubitaka u jezgru.



sl.4. Termovizijski snimak ispravljačkog modula

VII ISPRAVLJAČKO POSTROJENJE

Na slici 5 prikazan je izgled ispravljačkog postrojenja čije je razvoj opisan.



Sl.5. Ispravljačko postrojenje

Modularan princip omogućava korisniku izbor konfiguracije za različite snage potrošača od 400,800,1200,1600,2000 i 2400 Wmax (1 do 6 ispravljačkih modula u 1 do 2 ETSI reda). Sistem napajanja može da se konfigurira da radi redundantno:2

XII Telekomunikacioni forumTELFOR 2004, Beograd, Sava Centar, 23.-25.11. 2004.g

radna i 1 rezervni ispravljački modul (N+1). Radni moduli imaju aktivnu raspodelu struje opterećenja sa tačnošću 1%.

Struja punjenja baterija je kontrolisana (po I/U karakteristici) i nezavisna od struje potrošača. Pragovi punjenja se podešavaju prema temperaturi baterije.

Nadzor i upravljanje funkcijama ispravljačkog postrojenja se ostvaruju lokalno ili integrisano preko telekomunikacione mreže. Pored merenja svih napona i struja postoje i zapamćeni svi incidentni podaci. Lokalni nadzor i upravljanje pomoću tastature i LCD displeja.

Integrisani nadzor i upravljanje sistema napajanja u mreži zajedno sa ostalim uređajima IRITEL-a, preko Q2BUS-a, korišćenjem aplikacionog softvera za PC sa grafičkim interfejsom, SUNCE-M (Network Manager)-opcija.

VII ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan razvoj ispravljačkog postrojenja namenjenog za napajanje telekomunikacionih uređaja. Na početku rada su opisane neke specifičnosti na koje je neophodno obratiti pažnju da bi se omogućio pouzdan rad ispravljačkog postrojenja u našim uslovima. Treba proširiti opseg promene ulaznog napona, povećati stepen zaštite od prenapona i poboljšati rešenje punjenja baterija. S obzirom da ispravljačka postrojenja rade neprekidno neophodno je posvetiti pažnju i grejanju komponenata. U radu je opisan jedan savremen postupak kontrole merenja temperature energetskih komponenata.

Zatim je opisano rešenje realizovanog ispravljačkog postrojenja. S obzirom na ograničenost prostora, u radu se nije ulazilo u detaljne analize.

Izbor ispravljačkog postrojenja je od fundamentalnog značaja za pouzdanost rada telekomunikacionog sistema.

VIII LITERATURA

1. SEVERNS P. RUDOLF, BLOOM E. GORDON: *Modern DC-To-DC Switchmode Power Converter Circuits*, Van Nostrand Reinhold/Computer Science and Engineering Series New York 1985.

2. CHRYSSIS C. GEORGE: *High – Frequency Switching Power Supplies, theory & desing*, McGraw – Hill Publishing Company, New York, 1989 .

3. Miroslav Lazić: *Optimizacija adaptivnih postupaka generisanja pobudnih signala digitalnih DC/DC konvertora*, doktorska disertacija Niš 2002.g.

Abstract:

According to necessary high quality of power supplies inside telecommunication systems, and specific problems of domestic AC power network, demands for design of DC power systems are specific. This paper talking about development of power system which satisfies these working conditions. Particularly, technological and production details are reconsidering and some ways of testing (based on termovision) are demonstrating, causing the reliability of system enhancing.