

Jedno rešenje zaštite ispravljačkog sistema za napajanje telekomunikacionih uređaja

Gradimirka Popović, Slobodan Bjelić

Sadržaj - U radu je prikazan postupak rešavanja problema izbora zaštite ispravljačkog sistema za snabdevanje električnom energijom postrojenja u kome je smešten telekomunikacioni sistem.

Analizira se mogućnost izbora i dopunske opreme radi realizacije zadatka.

Gljučne reči: Ispravljački sistem, napajanje, telekomunikacioni uređaj, zaštita.

I. UVOD

Ispravljački sistem je namenjen za napajanje telekomunikacionih uređaja. Za napajanje se kaže da je „srce“ telekomunikacionog uređaja. „Ukoliko, otkáže napajanje ceo uređaj je neupotrebljiv“.

Sistem za napajanje sadrži 6 ispravljačkih jedinica napona od 48V i nominalne struje od 28A, na jednosmernom izlazu. Pored ispravljačkih jedinica, sistem sadrži i jedinicu za nadzor i upravljanje sistemom, monitor i distribicioni panel, smeštene u kabinet. Monitor obezbeđuje sve važne kontrole, podešavanja i signalizacije na nivou sistema.

Ispravljački sistem je predviđen za pouzdan, neprekidan automatski rad, pa se koristi za primenu u telekomunikacijama za napajanje TT uređaja koji se napajaju DC naponom od 48V, jer zadovoljava stroge zahteve po pitanju šuma, stabilnosti napona na izlazu, pouzdanosti i elektromagnetne kompatibilnosti.

Dizajn savremenih ispravljača je baziran na forward principu sa korekcijom faktora snage. Izlaz je DC/DC koji obezbeđuje nominalni napon na izlazu od 48V uz galvansko izilovanje. Ispravljački sistem se može koristiti kao samostalna jedinica ili u paralelnom radu, kao deo savremenog i pouzdanog sistema, jednostavnog za održavanje i opsluživanje [3].

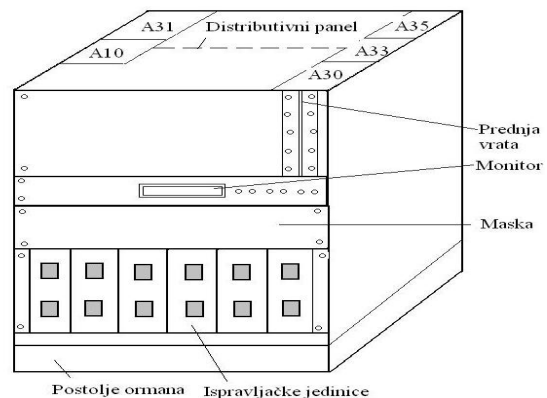
Pored napajanja TT uređaja ispravljački sistem napaja set stacionarnih baterija i to u dva opciona režima: dopunjavanja i forsiranog punjenja. Pored toga obezbeđena je i temperaturna kompenzacija napona na izlazu ispravljača u zavisnosti od temperature baterija.

II. OPIS SISTEMA ZA NAPAJANJE

U sistemu se nalazi 6 ispravljačkih jedinica (sl.1),

a na vrhu sistema se nalazi monitor. Iznad monitora dolazi se do niskonaponske instalacije. Konektori za priključenje na mrežni napon nalaze se na prednjem panelu ispravljačkih modula. Konektori jednosmernog izlaza i signalizacije se nalaze takođe na prednjem panelu ispravljača.

U niskonaponskoj instalaciji se nalazi kleva na koju se priključuju mrežni provodnici, zaštitni i nulti provodnik. Sistem je preko redne stezaljke moguće priključiti na monofazni ili trofazni priključak. Pored mrežnog priključka su smešteni i mrežni automatski osigurači F1 do F3 (25A, na fazi na koju je dati ispravljač priključen), pomoću kojih se pojedini ispravljači dovode na mrežni napon, odnosno skidaju sa mrežnog napona.



Sl. 1. Prednji izled ormara u kome je smešten sistem.

Na izlazu svakog ispravljača se nalazi automatski osigurač od 32A, koji služe za odvajanje ispravljača od potrošača i baterija. Povezivanje potrošača na „+“ pol se obezbeđuje preko bakarne šine (sabirnice), na koju su povezani kablovi sa papučicama. Na istu bakarnu šinu je povezano i radno uzemljenje.

U niskonaponskoj instalaciji su smešteni šantovi R1 i R2 koji služe za merenje struje u baterijskoj odnosno, potrošačkoj grani distribucije i kontaktor K1 kao sklop za podnaponsku zaštitu baterija.

Podnaponska zaštita baterija štiti baterije od predubokog pražnjenja i potrošače od pre niskog napona. Pragovi delovanja podnaponske zaštite se definišu na monitoru, zavisno od tipa baterija i minimalnog napona na kojem oni rade.

Podnaponska zaštita štiti baterije od dubokog pražnjenja. Kada napon baterija (koje napajaju potrošače po ispadu mreže), opadne blizu nivoa koji dovodi u opasnost rad potrošača, odnosno blizu minimalnom dozvoljenom naponu baterija dolazi do alarma. Ukoliko ovaj napon dostigne minimalnu zadatu vrednost reaguje podnaponska zaštita baterija (kontaktor K1), i odvaja

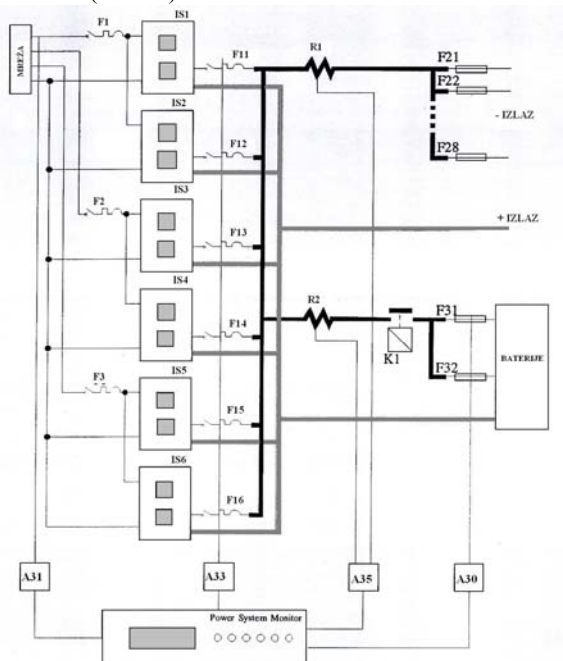
¹ Fakultet Tehničkih nauka, Knjaza Milosa 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija, E-mail: gradimirka@nadlanu.com

² Fakultet Tehničkih nauka, Knjaza Milosa 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Srbija, E-mail: slobodan_bjelic@yahoo.com

baterije od potrošača.

A. Elementi sistema za napajanje

Ispravljački sistem za napajanje sistema sadrži: Ispravljačke jedinice, monitor, baterije, pločice A₃₀, A₃₁, A₃₃, A₃₅, itd, kao i njihovo povezivanje sa mrežom i potrošačima (slika 2).



Sl. 2. Šema povezivanja ispravljačkog sistema

III. IZBOR ZAŠTITNIH KOMPONENTI

A. Proračun osigurača i preseka provodnika

Maksimalna prividna snaga koju ispravljač uzima iz mreže (3x380/220V, 50 Hz), pri opterećenju od 110%, izračunava se po sledećem obrascu:

$$P_{MU\sim} = \frac{N_{IS} \cdot n_c \cdot U_n \cdot K_{IS} \cdot I_{IS}}{\eta \cdot \cos \varphi} = P_m$$

A za jedan ispravljač u slučaju odvojenog nadopunjavanja baterije naponom 2,7 V/ćel. Maksimalna snaga će biti:

$$P_{M\sim} = \frac{n_c \cdot U_p \cdot I_{IS}}{\eta \cdot \cos \varphi}$$

gde je:

N_{IS} – broj ispravljača, $N_{IS}=3$,

n_c – broj ćelija u jednoj bateriji, $n_c = 23$, U_n – napon nadopunjavanja po ćeliji, $U_n = 2,35$ (V/ćel.),

U_p – napon odvojenog punjenja, $U_p = 2,7$ (V/ćel.),

η – faktor iskorišćenja pri maksimalnom opterećenju,

$$\eta = 0,81,$$

K_{IS} – faktor dozvoljenog preopterećenja ispravljača,

$$K_{IS} = 1,1,$$

B. Maksimalna struja po fazi u glavnom mrežnom kablju, dobija se po relaciji:

$$I_{fu} = \frac{P_{MU}}{3 \cdot U_f}$$

A maksimalna struja po fazi u mrežnom kablju jednog ispravljača je:

$$I_f = \frac{P_M}{3 \cdot U_f}$$

C. Nazivna struja ispravljača za ispravljačko postrojenje u GRT (glavna razvodna tabla), treba da bude:

$$I_{0U} \geq 1,2 \cdot I_{fU} \Rightarrow I_{0U} = 35 \text{ A}$$

A za pojedine ispravljače:

$$I_0 \geq 1,2 \cdot I_f \Rightarrow I_0 = 16 \text{ A}$$

IV. OSVRT NA DUŽINE I PRESEK PROVODNIKA ZA JEDNOSMERNE I NAIZMENIČNE VODOVE

A. Proračun preseka glavnog mrežnog kablja

Da bi se došlo do preseka vodova, potrebno je za svaki kabal posebno preko faktora polaganja, faktora temperature okoline, i nazivne struje osigurača, doći do termičke struje istog kablja kada bi on bio položen u zemlju temperature 20⁰ C. Struja će biti:

$$I_{TU} \geq I_{0U}$$

$$I_{zu\sim} = \frac{I_{TU}}{a \cdot f_T} \geq 71,87 \text{ A} \Rightarrow I_{zu} = 80 \text{ A} \Rightarrow S_u = 10 \text{ mm}^2$$

$$I_{TU} = a \cdot f_T \cdot I_{ZU} \geq I_{0U}$$

Gde je :

I_{TU} – termička struja glavnog mrežnog kablja (A),

I_{ZU} – termička struja gornjeg kablja kada bi on bio položen u zemlju temperature 20⁰C.

a – korekcionni faktor načina polaganja kablja, $a=0,65$,

f_T – korekcionni faktor temperature okoline, $f_T=0,76$,

S_u – površina preseka glavnog mrežnog kablja,

$S_u = 10 \text{ mm}^2$.

B. Preseci pojedinačnog napojnog kablja

$$I_T \geq I_0, I_z = \frac{I_T}{a \cdot f_T}, I_z = 45 \text{ A} \Rightarrow S = 4 \text{ mm}^2$$

$$I_T = a \cdot f_T \cdot I_z = 23,12 \text{ A} > I_0$$

U zadnjem izrazu mogao se uzeti presek voda 2,5 mm² (pripadna struja I_z bila bi 35A), ali zbog povišene temperature u ormarima ispravljača, a radi veće sigurnosti, odabran je presek od 4 mm².

C. Padovi napona na glavnom i pojedinačnom kablju, određeni su na sledeći način:

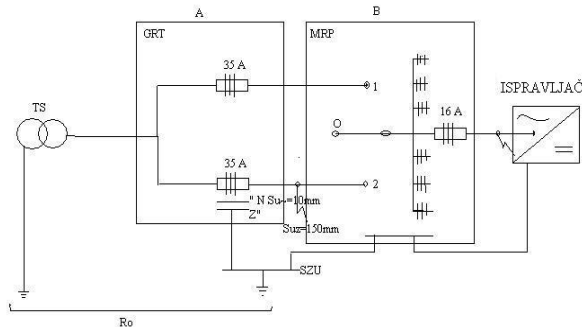
$$\Delta U_1 \leq \frac{2 \cdot l_1 \cdot I_U}{\gamma \cdot S_u}, \Delta U_2 \leq \frac{2 \cdot l_2 \cdot I_0}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 < 0,2 \cdot U_f$$

D. Uzemljenje i zaštita od struje kratkog spoja i previsokog napona dodira

Na slici 3. su prikazana dva slučaja spoja faze sa metalnim delom postrojenja. Zaštita na objektu od previsokog napona dodira izvedena je preko „zaštitnog

uzemljenja“. U slučaju A treba da reaguje osigurač od 35 A u GRT, a u slučaju B osigurač od 16 A u MRP [1].



Sl. 3 „Zaštitno uzemljenje“.

Kroz sledeće proračune videćemo koliko mora biti otpor rasprostiranja uzemljivača za oba slučaja:

$$R_{PB} = R_0 + R_V ; R_0 \gg R_V \Rightarrow R_{OB} = R_0$$

$$R_{PB} \leq \frac{65V}{k \cdot I_0} = 1,16 \Rightarrow R_{OB} \leq 1,16 \Omega$$

$$R_{PA} = \frac{65V}{k \cdot I_{OU}} = 0,53 \Omega ; R_{OA} \leq 0,53 \Omega$$

$$R_0 = R_{OA} \leq 0,53 \Omega$$

Vidi se da stvarni napon rasprostiranja mora da zadovolji najgori slučaj (A), tj. mora biti manji od 0,53 Ω .

gde je :

R_{PB} – otpor petlje za slučaj B (Ω),

R_{PA} – otpor petlje za slučaj A (Ω),

R_{OB} – maksimalni otpor rasprostiranja uzemljivača za slučaj B (Ω),

R_{OA} – maksimalni otpor rasprostiranja uzemljivača za slučaj A (Ω),

R_0 – odabrani otpor rasprostiranja uzemljivača (Ω).

Ako nije moguće ostvariti otpor manji od 0,53 Ω , onda je potrebno koristiti dopunske mere: strujne zaštitne sklopke ili kao alternativu zaštitno uzemljenje sa zajedničkim uzemljivačem ili koristiti sistem nulovanja.

E. Izbor napojnih vodova TT uređaja

Kod izbora preseka svih vodova merodavne su maksimalne struje koje će proticati vodovima, a dobijamo ih iz proračuna za struje baterije, telekomunikacione opreme i komutacione opreme.

Za baterijske vodove preseci se izračunavaju pod pretpostavkom da deluje maksimalna struja koje mogu baterije da daju u vremenskom razdoblju koje je propisano tehničkim zahtevima.

F. Vodovi od baterija do niskonaponske instalacije

Maksimalna struja baterije kod krajnjeg kapaciteta je:

$$I_B = \frac{I_p}{n} = 38,1A$$

n - broj baterija.

Srednja dužina vodova od baterija do distribucije je 12m pa je:

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U} = 27,3mm^2$$

Za baterijske vodove usvojićemo kabal P/FJ-35mm².

U gornjem obrascu ΔU je pad napona na vodovima koji se dobija kao:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S} = 0,45V < 0,6V \Rightarrow \text{zadovoljava}$$

G. Vodovi od niskonaponske instalacije

Maksimalna struja u ovom napojnom vodu može biti najviše 55,4A u krajnjem kapacitetu, a dužina voda je 17m.

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U} = 55mm^2$$

Za distributivne vodove usvojićemo P/FJ-70mm²/polu, tako je pad napona na vodu:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S} = 0,48V$$

$$\Delta U = 0,48V < 0,6V \Rightarrow \text{zadovoljava}$$

H. Vodovi od niskonaponske instalacije do ATC

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U} = 33,4mm^2$$

Za ove vodove je pad napona:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S} = 0,58V, \Delta U = 0,58V < 0,6V$$

Ukupan pad napona je: $\Delta U = 1,51V < 1,6V$

V. PROVERA OSIGURAČA NA STRUJU KRATKOG SPOJA, ODNOSNO ZEMLJOSPOJA U STRUJNOM KRUGU AKUMULATORSKE BATERIJE

Struja kratkog spoja u strujnom krugu akumulatorske baterije B_1 pri kratkom spoju iza osigurača O_1 je:

$$I_{k1} = \frac{U_{B1}}{R_{B1}}$$

Unutrašnji otpor baterije sa 23 ćelija iznosi:

$$R_{B1} = 23 \cdot R_c$$

Otpor ćelija se izračunava prema obrascu:

$$R_c = \frac{C_r}{K10/T}$$

Gde je:

$K10/T$ - desetočasovni kapacitet

$$R_c = 0,0004 \Omega/\text{ćelija}, R_{B1} = 0,0092 \Omega$$

$$R_{B1} = R_{B2} = 0,0092/\text{otpor pojedinih baterija}$$

1-2 otpor “+” odnosno “-“ voda

$$R_{B1} = R_{B1+} + R_{B1-} + R_{B1+} + R_{B1-}$$

$$R_{B1} = R_{B1} = \frac{I}{\lambda \cdot S} = 0,006 \Omega$$

$$R_{B1+} = R_{B2+} = R_{B1-} = R_{B2-} = 0,006 \Omega$$

Za maksimalnu potrošnju od 75,4A zadovoljava osigurač od 80A, pa će otpor biti:

$$R_{O1-1} = 0,0012\Omega, R_{B1}=0,0224\Omega$$

$$R_{B1}=R_{BII}=0,0224\Omega$$

Otpor petlje svih baterija je:

$$R_{pB} = \frac{R_{BII}}{2} = 0,0112\Omega$$

Struja kratkog spoja u stujnom krugu akumulatorske baterije B₁ pri kratkom spoju iza osigurača O₁ je:

$$I_{KB1} = I_{KBII} = \frac{U_{B1}}{R_{B1}} = 1789A, I_{KB1} \geq I_{iskO_1}$$

$$I_{iskO_1} = k \cdot I_{nO_1} = 400A, 1789 > 400A$$

$$I_{kB} = \frac{U_B}{R_{pB}} = 3879A$$

Uslov ja da $I_{kn} \geq I_{iskO1}$

$$I_{iskO1/n} = k \cdot I_{nO1-n} = 800A$$

Gde je:

k- faktor isključenja osigurača =5 za osigurače veće od 50A.

Vidi se da osigurači na struju kratkog spoja u strujnom krugu akumulatorske baterije, u potpunosti zadovoljavaju.

Struja zemljospoja na kraju baterijskog voda je:

$$I_{zn} = \frac{U_{Bn}}{R_{Bn}}$$

$$R_{Bn} = R_{pB} + R_{z1} + R_z + R_R + R_{O1} + R_{O2}$$

Gde je:

R_{z1} - otpor voda zaštitnog uzemljenja,

R_z - otpor voda zaštitnog uzemljenja za ispravljačko napojno postrojenje,

R_R - otpor voda radnog uzemljenja „+“ pola ispravljačkog napojnog postrojenja.

$$R_{z1} = \frac{l}{\lambda \cdot S} = 0,0014 \Omega, R_z = \frac{l}{\lambda \cdot S} = 0,0012 \Omega$$

$$R_R = \frac{l}{\lambda \cdot S} = 0,0028 \Omega, R_{O1} = R_{O2} = 0,0012 \Omega$$

$$I_{zU} = \frac{U_{Bn}}{R_{Bn}} = 2215,3A$$

Treba da je: $I_{zU} \geq I_{iskO1,2}$

$$I_{isk} = n \cdot k \cdot I_n = 800A$$

Znači da osigurači od 80A na vodovima akumulatorske baterije zadovoljavaju struju zemljospoja.

A. Napojni (distribucionni) vod:

Stuja kratkog spoja na distribucionom vodu je:

$$I_{KDV} = \frac{U_D}{R_B + R_{O2-1} + R_{F1-} + R_{F2+}}$$

Gde je:

R_B - ekvivalentni otpor izvora baterijskog napajanja,

R_F - otpori u vodovima napajanja,

R_{O2-1} - prelazni otpori osigurača.

Pošto je:

$$R_{B1}=R_{BII}=R_{Bn}$$

Onda je:

$$R_B = \frac{R_{Bn}}{n}, R_{F-} = R_{F+} = \frac{l}{\lambda \cdot S}, R_{O0-1} = 0,00158\Omega$$

$$I_{KDV} = 1977A$$

Treba da je:

$$I_{KDV} \geq I_{iskO2-1}, I_{iskO2-1} = k \cdot I_{nO2-1}$$

Osigurači od 63A na napojnim vodovima zadovoljavaju na struju kratkog spoja.

VI. ZAKLJUČAK

U konkretnom primeru prikazana je mogućnost izbora zaštitnih komponenti uz odgovarajuće kriterijume. Obzirom na specifične karakteristike ispravljačkog sistema za napajanje telekomunikacionih sistema posebno su tretirana tri rešenja:

- izbor zaštitnih komponenti,
- osvrt na proračun dužine i presek provodnika za jednosmernu i naizmeničnu struju,
- uzemljenje i zaštita od struja kratkih spojeva i previsokog napona dodira.

LITERATURA

- [1] G.Popović: "Jedno rešenje zaštite napajanja VF stanice magistralnog pravca", Zbornik radova VTŠ Zvečan, str. 121-127, nr. 1/2007. ISBN 86-86727-00X.
- [2] S.Bjelić, G. Popović: "Protection And Control Devices In "Telecom" Kosovska Mitrovica", International Conference on Applied Electromagnetics, PES 2007, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia
- [3] G.Popović: „Fleksibilnost zaštitnih uređaja, komunikacionih kontrolnih, inforamatičkih i monitoring sistema u zgradama“, Radna verzija magistarske teze, FTN, KM 2008.
- [4] S.Bjelić, D.Matić: "Zaštita od elektrostatičeskih pomeh v centrah dispečerskog upravljenja", Furth International Symposium of Applied Electrostatics, Proceedings papers PES'96, pg 153 – 157.
- [5] S.Bjelić, M.Vujičić: "Izbor racionalnog nestandardnog napona“, Zbornik radova TF u Čačku (1994), Pregledni članak, (st. 37 – 57).
- [6] S.Bjelić, N.Jelić: "Kriterijum parcijalnog prekida kontinuiteta napajanja i proračun pouzdanosti e.e.s", OMO XXIII (1994) The Journal of Therotechnology, 3 – 4, Beograd 1994, Pregledni rad (st. 178 – 185).

ABSTRACT

The study describes the problem solving procedure for the protection of electric power system for facility in which the telecommunication system is located.

It analyses the possibility of choice and accessory equipment needed for task fulfillment.

ONE SOLUTION FOR PROTECTION OF TELECOMMUNICATION DEVICE ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEM

Gradimirka Popović, Slobodan Bjelić
University of Pristina, Department Technical science,
Knjaza Milosa 7, 38220 Kosovska Mitrovica