

Vladimir Siladi, dipl. inž.
SGUR "RADE KONČAR" - ZAGFEB
OOUR ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT
41000 ZAGFEB, Baštijanova bb

POSTROJENJE ZA NAPAJANJE ŽELJEZNIČKIH SIGNALNO-SIGURNOSNIH I TELEKOMUNIKACIJSKIH UREĐAJA IZ KONTAKTNE MREŽE 25 kV, 50 Hz

INSTALLATION FOR FEEDING OF THE SAFETY SIGNALLING AND INTERLOCKING EQUIPMENT FROM THE OVERHEAD LINE 25 kV, 50 Hz

SAŽETAK

Signalno-sigurnosni i telekomunikacijski uređaji danas se napajaju iz tri izvora. Osnovni izvor je trofazna distribucijska mreža, pomoćni izvor je akumulatorska baterija, a rezervni izvor je diesel-agregat. Na elektrificiranim prugama SS i TK uređaji mogu se još napajati i iz kontaktne mreže, korištenjem tistororskog pretvarača jednofaznog u trofazni napon. Uvođenjem novog izvora u postojeće sisteme napajanja povećava se pouzdanost napajanja i smanjuju troškovi električne energije zbog niže cijene električne energije iz kontaktne mreže. Uvođenjem novog izvora u buduće sisteme napajanja smanjuju se, u usporedbi s postojećim sistemima napajanja, investicijski troškovi jer se može izbaciti napajanje iz distribucijske mreže. U referatu je opisano postrojenje za napajanje SS i TK uređaja iz kontaktne mreže koje je SGUR "Rade Končar" razvio za Zajednicu jugoslovenskih železnica.

ABSTRACT

The safety signalling and interlocking equipment are nowadays feeded from three sources. These are three-phase distribution network as main, storage battery as auxiliary and AC generating set driven by diesel engine as reserve. Another suitable source may be the overhead line 25 kV, 50 Hz with corresponding single-phase to three-phase thyristor convertor. In this article the installation 25 kV, 50 Hz/3x380, 220 V, 50 Hz is described.

UVOD

Sigurnost u željezničkom prometu ovisi o ispravnom radu signalno-sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja: svjetlosnih signala, skretničkih postavnih sprava, putnih prijelaza, daljinskog upravljanja i drugih. Za njihovo besprekorno napajanje predviđena su tri izvora napajanja. Osnovni izvor napajanja je trofazna distribucijska mreža. Kod nestanka napona osnovnog izvora napajanje preuzima pomoćni izvor - akumulatorska baterija, a potom rezervni izvor - diesel-agregat. Tamo gdje je slaba kvaliteta trofazne mreže pomoćni i rezervni izvori napajanja se uključuju često i na duže vrijeme. Posljedice toga su ispadi akumulatorskih baterija i kvarovi na diesel-agregatima, pa SS i TK uređaji ostaju bez

napajanja. Prekidi napajanja otežavaju odvijanje željezničkog prometa i donose velike materijalne gubitke. Rješenje se traži u pouzdanijem izvoru - kontaktnoj mreži struje vuče. Kontaktna mreža ima znatno veću pouzdanost od distribucijske, jer se napaja iz 110 kV. Za napajanje SS i TK uređaja iz kontaktne mreže treba izvršiti pretvorbu jednofaznog napona 25 kV, 50 Hz u trofazni 3x380/220 V, 50Hz. Šezdesetih godina, u vrijeme intenzivnog uvođenja SS i TK uređaja na jugoslavenskim željeznicama, bila su poznata dva načina pretvorbe jednofaznog napona u trofazni: statički zakretači faza i rotacioni pretvarači (motor-generatorski pretvarači, Arno pretvarači). Simetričnost trofaznog napona statičkog zakretača faza ovisi o naponu kontaktne mreže koji se mijenja u širokim granicama. Rotacioni pretvarači su skupi a troškovi održavanja visoki. Sedamdesetih godina u svijetu se intenzivno razvijaju statički tiristorski pretvarači za napajanje pomoćnih pogona električnih lokomotiva. Sistemom regulacije pretvarača moguće je održavati trofazni napon konstantnim i neovisnim o varijacijama napona kontaktne mreže i promjerama opterećenja. Pretvarači za napajanje pomoćnih pogona na lokomotivama JŽ 441 i 442 dali su u eksploataciji dobre rezultate. To je razlog što se danas, mnogo godina nakon uvođenja SS i TK uređaja na JŽ, javlja ideja o njihovom napajanju iz kontaktne mreže. Zajednica jugoslovenskih železnica je od SCOR-a "Rade Končar" naručila "Studiju o razvoju tehničkog sistema za napajanje SS i TK uređaja iz kontaktne mreže 25 kV, 50 Hz". Studija završava prototipom napojnog postrojenja kojim se napon kontaktne mreže 25 kV, 50 Hz pretvara u trofazni napon 3x380 V/220 V, 50 Hz.

ZAHTEVI NA POCISTUJENJE ZA NAPAANJE SS I TK UREĐAJA IZ KONTAKTNE MREŽE 25 kV, 50 Hz

1. Podaci napajanja

- vrsta napajanja	kontaktni vod električne vuče
- nazivni napon	25 kV
- statičko odstupanje ulaznog napona	+10 %, -30 %
- frekvencija ulaznog napona	50 Hz

2. Podaci izlaza

- nazivni izlazni napon	3x380/220 V
- statičko odstupanje izlaznog napona	±2 %
- nazivna frekvencija izlaznog napona	50 Hz
- statičko odstupanje frekvencije izlaznog napona	±0,5 %
- faktor distorzije	≤ 6 %

3. Podaci trošila

- ukupna nazivna snaga svih potrošača 50 kVA, $\cos \varphi = 0,8$ ind.
- nesimetrični raspored potrošača po fazama

4. Režimi rada

- napajanje iz kontaktne mreže
- napajanje iz distribucijske mreže, u slučaju nestanka napona u kontaktnoj mreži

5. Prelaz sa napajanja iz kontaktne na distribucijsku mrežu i obrnuto

- automatski
- ručno
- vrijeme prebacivanja ≤ 1 sek.

6. Smještaj postrojenja

- visoknaponska oprema na stup kontaktne mreže
- nisknaponska oprema u zatvorenu prostoriju

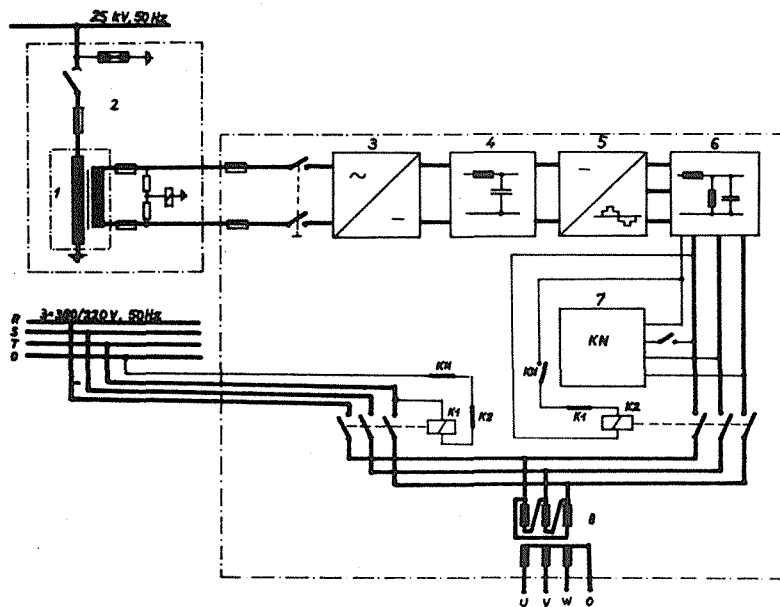
7. Temperatura okoline u radu

- $-20 \dots +40$ °C za opremu na stupu
- $-5 \dots +55$ °C za opremu u prostoriji

KONCEPCIJA NAPOJNOG POSTROJENJA

Obzirom na pozitivna iskustva s pretvaračima tipa PJUT za napajanje pomoćnih pogona na lokomotivama JŽ 441 i 442 odlučeno je da se isti tip pretvarača koristi u postrojenju za napajanje SS i TK uređaja iz kontaktne mreže. Principna blok-shema napojnog postrojenja nacrtana je na slici 1. Napon kontaktne mreže treba prije odvođenja u pretvarač jednofaznog u trofazni napon sniziti na prikladnu vrijednost. To je ora vrijednost napona kod koje pretvarač, uz minimalni napon kontaktne mreže, daje na izlazu trofazni napon nazivne vrijednosti. Transformator treba smjestiti na stup u blizini kontaktne mreže. Priključak na kontaktnu mrežu definirat je željezničkim propisima. U skladu s tim propisima biraju se rastavljač, katodni odvodnik prenapona i visoknaponski osigurač te provode propisane mjere zaštite. Napon sekundara transformatora se podzemnim kabelom dovodi na ulaz pretvarača. Valni oblik izlaznog napona pretvarača tipa PJUT je pravokutni, s faktorom distorzije 31 %. Filterom se prigušuju najizra-

ženiji viši harmonici napona i faktor distorzije smanjuje na dozvoljeru vrijednost. Pretvarač se uključuje ručno a isključuje automatski, u slučaju pojave kvara. Napon na izlazu pretvarača kontrolira se trofaznim kontrolnikom napona. Ako nijedan od faznih napona nije niži od iznosa namještenog na kontrolniku, uklopit će sklopnik za napajanje iz kontaktne mreže. Pri nedopustivom sniženju napona kontrolnik će djelovati na isklapanje tog sklopnika a potom na uklapanje sklopnika za napajanje iz trofazne mreže. Kod porovne pojave kvalitetnog napona iz pretvarača, kontrolnik će osigurati prelaz na napajanje iz kontaktne mreže. Transformator na izlazu iz napojnog postrojenja služi za galvansko odvajanje potrošača. Njegova upotreba obavezna je prema željezničkim propisima.



Sl. 1. Principna blok-shema napojnog postrojenja

- 1 - VN transformator
- 2 - tipska oprema za priključak na kontaktnu mrežu
- 3 - ispravljač
- 4 - LC filter
- 5 - izmjenjivač
- 6 - izlazni filter
- 7 - kontrolnik napona
- 8 - NN transformator

PRETVARAČ JEDNOFAZNOG U TROFAZNI NAPON

Tehnički podaci pretvarača

Izlaz

- nazivna snaga kod $\cos \varphi = 0,8$ inč	50 kVA
- nazivna struja	75 A
- nazivni napon	3x380/220 V
- valni oblik napona	sinusni
- statičko odstupanje napona	$\pm 2 \%$
- statičko odstupanje napona kod 100 % nesimetrije ⁺	$\pm 7 \%$
- faktor distorzije kod 100 % nesimetrije	6 %
- nazivna frekvencija	50 Hz
- statičko odstupanje frekvencije	$\pm 0,5 \%$

Ulaz

- nazivni napon	900 V
- statičko odstupanje napona	+ 10 %, - 30 %
- nazivna struja	80 A

⁺ Nazivno opterećenje dviju faza uz prazni hod treće faze ili nazivno opterećenje jedne faze uz prazni hod ostalih dviju faza.

Tehnički opis pretvarača

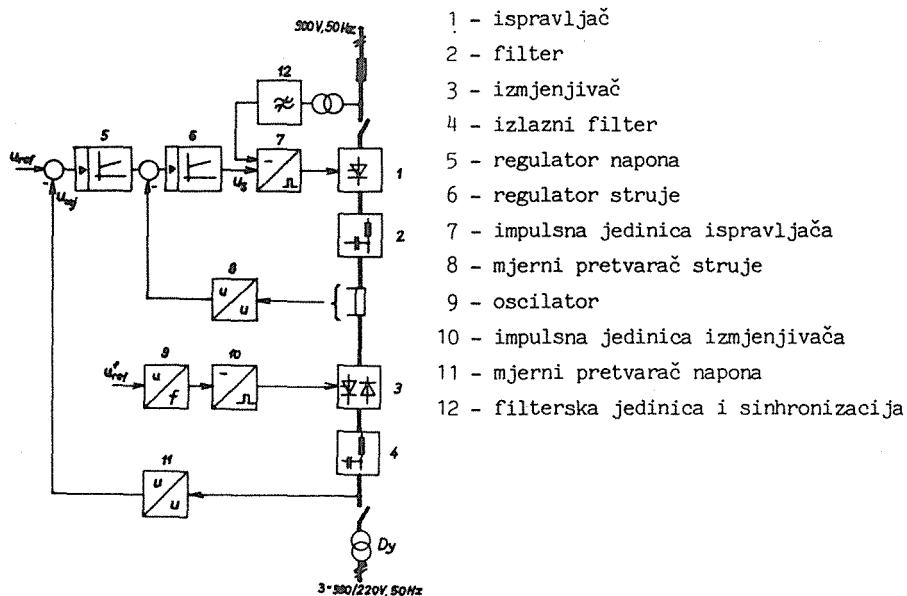
Pretvarač jednofaznog u trofazni napon, slika 2, sastoji se iz jednofaznog ispravljača, niskopropusnog LC-filtera, trofaznog izmjenjivača, izlaznog filtera i pripadajuće upravljačke jedinice. Ispravljač (1) pretvara nestabilni napon sekundara transformatora u stabilni istosmjerni napon. Niskopropusni LC-filter (2) gladi ispravljeni napon ispravljača i sprečava prijenos prenapona iz kontaktne mreže na izmjenjivač i potrošače. Izmjenjivač (3) pretvara istosmjerni napon u simetrični trofazni napon pravokutnog valnog oblika. Izlaznim filterom (4) potiskuju se razjizraženi viši harmonici i formira sinusni oblik izlaznog napona.

Upravljačka jedinica pretvarača ima dvije petlje povratne veze: vanjsku po naponu i unutrašnju po struji. Na regulator napona (5) dovode se referentna i stvarna vrijednost napona, mjerena na izlazu pretvarača. Izlaz regulatora napona je referenca za regulator struje (6). Referenca struje uspoređuje se sa signalom struje sa šenta u istosmjernom medukrugu. Njihova razlika se pojačava i invertira u regulatoru struje i dovodi u impulsnu jedinicu ispravljača (7) kao upravljački signal u_g . Upravljački impulsi za tiristore ispravljača su sinhronizirani s

ulaznim naponom napajanja (12). Kut upravljanja tiristora ispravljača se postavlja tako da se izlazni napon održava konstantnim. Upravljački impulsi vode se na tiristore preko impulsnih transformatora koji izoliraju energetske krug od upravljačkih krugova. Na oscilator (9) se dovodi referenca izlazne frekvencije koja se u impulsnoj jedinici izmjenjivača (10) pretvara u upravljačke impulse za tiristore izmjenjivača.

Pretvarač je opremljen elektroničkim zaštitama:

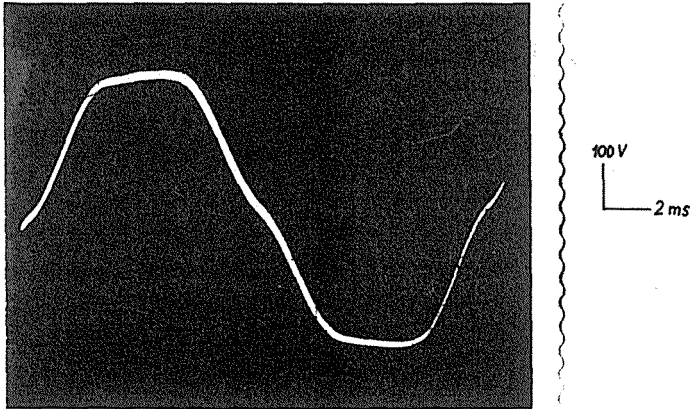
1. od preopterećenja,
2. od prekostruje,
3. od previsokog napona u istosmjernom međukrugu,
4. od preniskog napona u istosmjernom međukrugu,
5. od preniskog napona napajanja pretvarača,
6. od nestanka napona napajanja upravljačke jedinice



Sl. 2. Blok-shema pretvarača jedrofaznog u trofazni napon

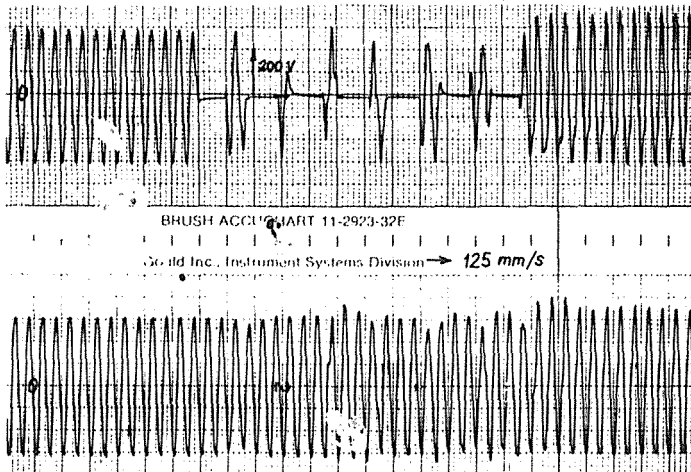
REZULTATI PROTOTIPNIH ISPITIVANJA

Oscilogram izlaznog faznog napona pretvarača kod nazivnog opterećenja jedne faze uz prazni hod ostalih dviju faza dat je na slici 3.



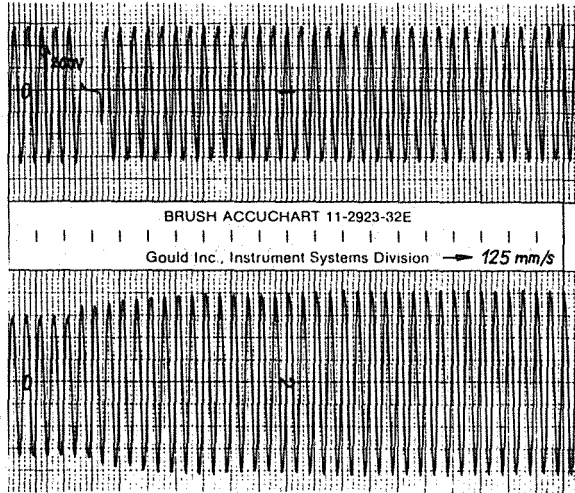
Sl. 3. Oscilogram izlaznog faznog napona pretvarača kod nesimetričnog opterećenja

Prelaz napajanja s trofazne na kontaktnu mrežu, slika 4, traje pola sekunde. Trajanje prelaska se može skratiti snižavanjem nivoa prorade kontrolnika napona.



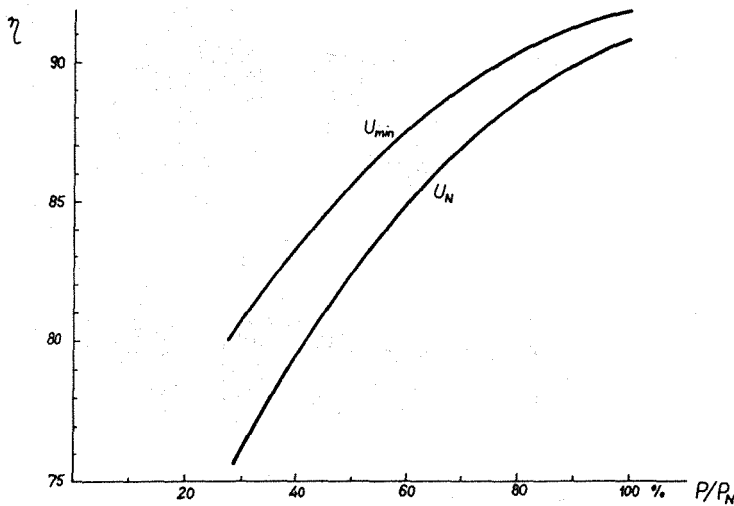
Sl. 4. Prelaz napajanja s trofazne na kontaktnu mrežu
(gore: napon na potrošaču, dolje: napon na izlazu pretvarača)

Prelaz napajanja s kontaktne na trofaznu mrežu je kratkotrajan i odvija se unutar dvije periode, slika 5. Vidi se da kod rasterećenja pretvarača od nazivnog opterećenja na prazni hod izlazni napon pretvarača poraste 30 %.



Sl. 5. Prelaz napajanja s kontaktne na trofaznu mrežu
(gore: napon na potrošaču, dolje: napon na izlazu pretvarača)

Stupanj korisnosti pretvarača kod nazivnog opterećenja i nazivnog ulaznog napona iznosi 0,9, slika 6.



Sl. 6. Stupanj korisnosti pretvarača u cvisnosti o opterećenju

ZAKLJUČAK

Postrojenje za napajanje SS i TK uređaja iz kontaktne mreže pruža višestruke pogodnosti. Povećava se pouzdanost napajanja, jer je vjerojatnost istovremenog ispada kontaktne i distribucijske mreže vrlo mala. Smanjuju se troškovi električne energije, jer je električna energija iz kontaktne mreže približno 2,5 puta jeftinija nego iz distribucijske mreže. Otpadaju teškoće oko održavanja diesel-agregata jer su svi prelasci s jedne na drugu mrežu kratkotrajni i ne izazivaju uključivanje agregata. Na stanicama do kojih još nije dovedena trofazna distribucijska mreža, kontaktna mreža može biti jedini osnovni izvor napajanja. Napojno postrojenje za približno četiri godine isplaćuje sredstva investirana u njegovu nabavu.

LITERATURA

1. V. Siladi, M. Muždalo: "Studija o razvoju tehničkog sistema za napajanje SS i TK postrojenja iz kontaktne mreže 25 kV, 50 Hz", Elabrat E-2535, "RK", 1984.
2. A. Nešković: "Napajanje signalno-sigurnosnih i telekomunikacionih uređaja iz kontaktne mreže struje vuče 25 kV, 50 Hz", Železnice, str. 26-28, 1984.