

Mirko Bižaca, mag. ing. el., univ. spec. el.

KOLODVOR NOVI DVORI – PRIMJER NOVOGA RJEŠENJA MJESNOG I DALJINSKOG UPRAVLJANJA RASTAVLJAČIMA KONTAKTNE MREŽE

1. Uvod

Zašto prilikom gradnje kontaktne mreže željeznčkoga elektroenergetskog podsustava omogućavamo isključenje ili uključenje napajanja pojedinih dijelova mreže, odnosno sekcija? Kako se izvodi ručno sekcioniranje, a kako sekcioniranje na udaljenosti? Koje je tehničko rješenje u primjeni danas?

Sekcioniranje kontaktne mreže, odnosno uključnje ili isključenje pojedinih dijelova kontaktne mreže, jedan je od najvažnijih načina upravljanja mrežom. Kontaktnu mrežu može se sekcionirati rastavljačima na pruzi ispred elektrovučnih podstanica koje napajaju samu kontaktnu mrežu (obično je to neutralna sekcija), rastavljačima na pruzi ispred postrojenja za sekcioniranje, rastavljačima kod izoliranih preklopa na granici kolodvorskoga područja i otvorene pruge te kolodvorskim rastavljačima. Potonja dva načina opisana su u nastavku.

Mogućnost isključenja napajanja pojedinih dijelova kontaktne mreže vrlo je važna radi njezina održavanja i otklanjanja eventualnih kvarova jer omogućuje isključenje samo onog dijela mreže na kojemu treba obaviti određeni posao. Na taj način susjedne sekcije, dijelovi mreže, mogu ostati pod naponom te biti funkcionalni. To vrijedi i za kolodvorsko područje čija kontaktna mreža, pojedinih ili svih kolosijeka, također može biti isključena iz napajanja. Druga važna funkcija sekcioniranja jest mogućnost produljenja linije napajanja kontaktne mreže od elektrovučnih podstanica, također u slučaju kvarova ili drugih specifičnih potreba.

Elektrifikacija željezničkih pruga od početka je uključivala, među ostalim, izradu sekcija i ugradnju rastavljača u kolodvorima te na njihovim granicama prema otvorenoj pruzi. U početku su bili ugrađivani ručni rastavljači za čije je svako uključnje ili isključenje bio potreban radnik koji je trebao doći do samoga podnožja rastavljača. Pojedini su rastavljači bili znatno udaljeni od službenoga mjesta rada radnika pa je jedna takva radnja trajala jako dugo od trenutka kada je elektro-

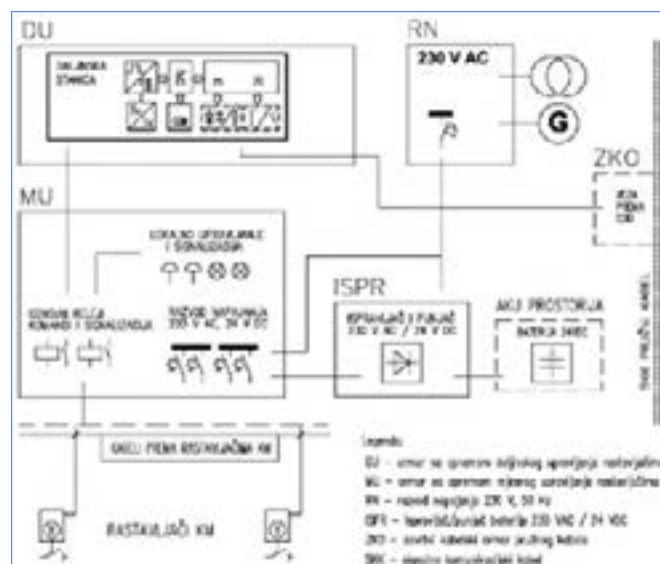
energetski dispečer izdao nalog do izvođenja radnje i davanja potvrde. Zbog toga su se počeli ugrađivati elektromotorni pogoni rastavljača kojima se iz udaljenoga mjesta, točnije iz centra daljinskog upravljanja, moglo upravljati, odnosno iz kojih su se rastavljači kontaktne mreže mogli uključivati i isključivati. Također je postojala mogućnost upravljanja iz prometnoga ureda tzv. mjesnim upravljanjem.

2. Sustavi MDU-a – dosadašnja rješenja

Napretkom tehnologije i razvitkom novih komunikacijskih protokola te uporabom novih medija za prijenos informacija u primjenu su ulazili sve noviji i moderniji uređaji te oprema za daljinsko i mjesno upravljanje rastavljačima kontaktne mreže.

U drugoj polovini 60-ih godina prošloga stoljeća ugrađivao se Siemensov sustav EFD 300, a 80-ih godina prošloga stoljeća sustav DS8 koje je proizveo Končar. Sustavi EFD 300 i DS-8 imaju sličan koncept. Motorni pogoni i signalne sklopke rastavljača povezane su na odvojne releje signalizacije i upravljanja koji su paralelno vezani na daljinsku stanicu i upravljačku ploču. Daljinska je stanica komunikacijski povezana s CDU-om, iz kojega se daljinski upravlja rastavljačima, dok upravljačka ploča služi za mjesno upravljanje.

To je naslijedila i koncepcija s upravljačko-signalnim terminalom UST-2 proizvodnje IEL, koji je integriran s komunikacijsko-kontrolnim uređajem KKU tvrtke Končar. U toj su izvedbi signalizacija i upravljački nalozi vezani isključivo uz terminal UST-2 kojim se izvodi mjesno upravljanje, a UST-2 je preko KKU računala komunikacijski povezan s CDU-om radi daljinskoga



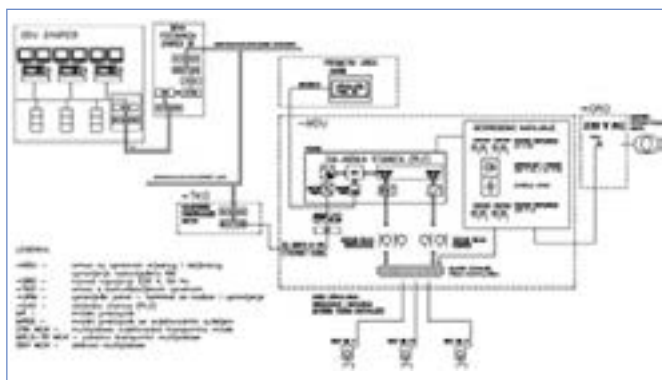
Slika 1. Rješenje sustava MDU s upravljačkom pločom

upravljanja. Prednost toga rješenja jest to što nije potrebno ugrađivati upravljačku ploču, dok su njegova ograničenja ograničeni broj rastavljača kojima se upravlja te problemi sa smetnjama ako je terminal izdvojen od ormara mjesnoga i daljinskoga upravljanja.

3. Sustavi MDU-a – novo rješenje

Najmoderniji tehnološki trendovi nisu sami po sebi jamstvo za uspješnu implementaciju i održavanje. Potrebno je primijeniti najmanji mogući broj različitih uređaja te što manje pretvarati protokole iz jednoga u drugi i obratno. Uređaji trebaju biti industrijske izvedbe s visokim MTBF-om (*Mean Time Between Failures*) jer njihova primjena na željezničkoj infrastrukturi zahtijeva iznimnu pouzdanost. Zbog znatnih razlika u tehnologijama uređaja telekomunikacijskoga sustava na pojedinim razinama, raznih medija u primjeni i drugog ponekad je prilikom projektiranja samoga rješenja mjesnoga i daljinskoga upravljanja mrežom rastavljačima ipak potrebno pribjeći kompromisu prilikom izbora opreme.

Posljednje rješenje mjesnoga i daljinskoga upravljanja rastavljačima kontaktne mreže, a koje je u primjeni na prugama HŽ Infrastrukture, uključuje uređaj PLC (*Programmable Logic Controller*) koji proizvodi Allen-Bradley s programiranim funkcionalnostima daljinske stanice (daljinsko upravljanje i prijenos stanja rastavljača u CDU-u) te dodirni zaslon koji služi za mjesno upravljanje iz prometnoga ureda, odnosno za izdavanje upravljačkih naloga uz prikaz stanja svakoga upravljivog aparata. Novo rješenje sustava MDU-a u kolodvoru Novi Dvori prikazano je na slici 2.



Slika 2. Novo rješenje sustava MDU-a u kolodvoru Novi Dvori

Rastavljačima kontaktne mreže u redovitome pogonu upravlja se daljinski iz CDU-a. Upravljački se nalog koji izdaje dispečer prosljeđuje sustavu daljinskog upravljanja u kolodvoru, odnosno uređaju PLC koji provjerava ispravnost naloga te ga, ako je ispravan, prosljeđuje izvršnome releju koji uključuje odnosno isključuje motorni pogon. U provjeru ispravnosti uključena je i lokalna/daljinska kontrola stanja preklopke.

Uređaj PLC s funkcijama daljinske stanice neposredno provodi upravljačke naloge dobivene ili iz CDU-a ili s dodirnoga zaslona iz prometnoga ureda. Uređaj PLC izdaje upravljačke naloge preko poluvodičkih izlaza koji djeluju na zavojnice odvojnih upravljačkih releja, dok informacije o stanju aparata prikuplja s pomoću bežnaponskih kontakata odvojnih releja. Osnova uređaja PLC te njegove primjene jest bazni modul koji sadrži procesor, memoriju, komunikacijska sučelja i 24 digitalna ulaza odnosno izlaza. Prema potrebi, na bazni se modul mogu utaknuti do tri modula proširenja, a proširiv je i s pomoću informacijske sabirnice do ukupnoga kapaciteta od 132 digitalna ulaza odnosno izlaza. PLC tip Allen-Bradley Micro850 koji se primjenjuje u novome rješenju sustava MDU-a prikazan je na slici 3.



Slika 3. Allen-Bradley Micro850 PLC

Osim s CDU-om PLC komunicira s terminalom s dodirnim zaslonom koji se smješta u prometni ured i preko kojega se mjesno upravlja. Komunikaciju s upravljačkim panelom uređaj PLC ostvaruje protokolom MODBUS s pomoću RS 485 sučelja, dok su za komunikaciju prema centru daljinskog upravljanja predviđeni komunikacijsko sučelje RS 232 te protokol MODBUS RTU. Ni navedeno sučelje ni protokol ne mogu poslužiti za uspostavljanje komunikacije sa sustavom SCADA Proza NET centra daljinskog upravljanja, već sučelje treba pretvoriti u Ethernet, a protokol u IEC 60870-5-104. Oba pretvaranja izvodi komunikacijski uređaj CCU 300 (slika 4.), koji obuhvaća sučelje RS 232 za vezu prema uređaju PLC te sučelje Ethernet za vezu prema telekomunikacijskome uređaju za udaljeni prijenos svjetlovodom prema centru daljinskog upravljanja. Uređaj CCU 300 jest aktivan uređaj koji sadrži programski paket za pretvaranje protokola MODBUS RTU u protokol IEC 60870-5-104. Softverska aplikacija izrađena je na NetBurner hardverskoj platformi SB700EX.

Uređaj ima tri fizička komunikacijska kanala: serijski PORT 0, serijski PORT 1 i ETHERNET port. Koriste se za razmjenu podataka između krajnjih uređaja komunikacijskim protokolima IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, NTP za sinkronizaciju vremena te MODBUS. Na tome je uređaju funkcija portova sljedeća:

- PORT 0 jest serijski komunikacijski kanal koji se može prilagoditi sučelju RS 232 ili RS 485, a u opisanome slučaju koristi se isključivo za komunikaciju prema protokolu MODBUS, koji se može prilagoditi radu u načinu *Master* ili *Slave*.
- PORT 1 jest serijski komunikacijski kanal za sučelje RS 232, a koristi se za komunikaciju prema protokolu IEC 101 u načinu rada *Master*. Osim toga *port* služi za pristup monitoru NetBurner Boot koji, među ostalim, omogućava zapisivanje *firmvera* u *flash* memoriju. Također, ta aplikacija omogućava ispis parametara i njihovu izmjenu kroz *startup* proceduru, a nakon toga se aplikacija automatski pokreće.
- port ETHERNET omogućava mrežnu komunikaciju i koristi se primarno za protokol IEC 104 u načinu rada *Slave*. Putem protokola NTP sinkronizira se interni sat realnoga vremena s do dva servera NTP. Omogućena je konekcija Telnet za daljinski servisni pristup uređaju radi izmjene parametara i logiranja prometa svih kanala ili pojedinačno za dijagnostičke potrebe. Moguće je aktivirati i servis WEB Server.

Aplikacija uređaja koncipirana je tako da se svi podaci razmjenjuju preko interne baze podataka koja se sastoji od dvaju dijelova, zasebno za IEC i za protokol MODBUS. Nakon što se uspostavi komunikacija s uređajima *Slave*, osvježava se baza podataka, nakon čega se može povezati uređaj *Master*. U praksi je upotrebljivo više konfiguracija konverzije protokola:

- IEC 104 Slave (server) – IEC 101 Master (client),
- IEC 104 Slave (server) & MODBUS Slave (server) – IEC 101 Master (client),
- IEC 104 Slave (server) - MODBUS Master (client),
- IEC 104 Slave (server) - MODBUS Master (client) & IEC 101 Master (client).



Slika 4. Pretvarač protokola SB800-EX (CCU300)

Programski sustav za lokalni nadzor i upravljanje programiran je u uređaju PLC, a terminal s dodirnim zaslonom mu je operativno sučelje. Na slici 5. ekranski

je prikaz mjesnoga upravljanja. Na njemu je shema kontaktne mreže u kolodvoru sa stanjem rastavljača. Rastavljačima se upravlja dodiranjem na oznaku rastavljača i pritiskom na tipke za uključenje/isključenje. Na prikazu su i alarmi sustava te tipka za prihvat alarma. Na ormaru MDU jest preklopka nadležnosti upravljanja, čije je stanje vidljivo na prikazu. Tri su stanja preklopke: daljinsko (upravljanje iz CDU-a), lokalno (mjesno upravljanje s terminala) i blokirano (upravljanje moguće ručno na lokaciji rastavljača).



Slika 5. Zaslonski prikaz na terminalu za mjesno upravljanje

U novije vrijeme, a zbog prestanka ulaganja u razvoj mrežne tehnologije SDH koja je na zalazu, komunikaciju svjetlovodima preuzima paketno-transportni multiplekser MPLS-TP (*Multiprotocol Label Switching - Transport Profile*), koji se počeo ugrađivati na pruži, i to u postrojenjima za sekcioniranje kod neutralnih sekcija u Sibiru i Ivankovu i u CDU-u Vinkovci. Na slici 2. prikazano je i rješenje implementacije novoga telekomunikacijskog sustava prijenosa informacija svjetlovodom preko uređaja MPLS-TP. Kolodvor Novi Dvori nalazi se na pružnoj dionici Zaprešić – Zabok, gdje su u tijeku radovi na elektrifikaciji, a spaja se na CDU Zagreb radi nadzora i upravljanja rastavljačima kontaktne mreže.

4. Zaključak

Prednost uređaja PLC pred složenom izvedbom daljinske stanice jest u njegovoj jednostavnosti koja u cijelosti zadovoljava u članku opisanu namjenu – upravljanje rastavljačima kontaktne mreže u kolodvorima. Pametnim odabirom uređaja novijih tehnologija i njihovom primjenom u postojećim telekomunikacijskim sustavima mogu se postići velike brzine odziva, visoka pouzdanost i točnost prijenosa podataka. Opisani sustav dobar je primjer nove prakse u primjeni navedenoga i izgledno je da će postati referentni model koji će se primjenjivati prilikom rekonstrukcija starih sustava te da će dugo udovoljavati strogim standardima željeznčkoga elektroenergetskog infrastrukturnog podsustava u pogledu pouzdanosti i raspoloživosti.

Literatura:

- [1] Mjesno i daljinsko upravljanje rastavljačima KM u kolodvoru Novi Dvori, Izvedbeni projekt, Končar inženjering za energetiku i transport d.d., veljača 2019.
- [2] J. Franotović; M. Bižaca: Kronologija modernizacije sustava mjesnog i daljinskog upravljanja rastavljačima kontaktne mreže kolodvoru Jasenovac, CIGRE, 12. simpozij o sustavu vođenja EES-a HEP-a, Cavtat 2016.
- [3] K. Trajbar; J. Franotović: Revitalizacija sustava za daljinsko upravljanje stabilnim postrojenjima za električnu vuču, CIGRE, 3. simpozij sustava vođenja EES-a HEP-a, Cavtat 1998.

UDK: 621.33

Adresa autora:

Mirko Bižaca, mag. ing. el., univ. spec. el.
mirko.bizaca@hzinfra.hr
HŽ Infrastruktura d.o.o.

SAŽETAK

KOLODVOR NOVI DVORI – PRIMJER NOVOGA RJEŠENJA MJESNOG I DALJINSKOG UPRAVLJANJA RASTAVLJAČIMA KONTAKTNE MREŽE

U članku je opisan povijesni pregled razvitka mjesnoga i daljinskoga upravljanja rastavljačima kontaktne mreže u kolodvorima. Upravljanje rastavljačima kontaktne mreže s udaljenoga mjesta je vrlo važno radi promptnijeg odziva na zahtjeve prometnoga sektora i sektora za odr-

žavanje. Također, sekcioniranje je važno zbog mogućnosti isključenja ciljanih kolosijeka kojima je, na primjer, potrebno održavanje, dok susjedne sekcije i/ili kolosijeci mogu ostati pod naponom, odnosno u funkciji. Opisani su sustavi MDU-a, i to od najstarijih, kakav je EFD 300, do najnovijih, čija izvedba uključuje uporabu PLC-a i drugih pripadajućih uređaja. Prikazani su primjer izvedbe za upravljanje i nadzor nad rastavljačima u kolodvoru Novi Dvori i blok-shema sustava te su opisani put i provedba upravljačkih naloga iz centra daljinskog upravljanja u Zagrebu do samih rastavljača.

Ključne riječi: mjesno i daljinsko upravljanje, MDU, RTU, sekcioniranje KM-a, CDU, PLC

Kategorizacija: stručni rad

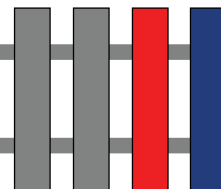
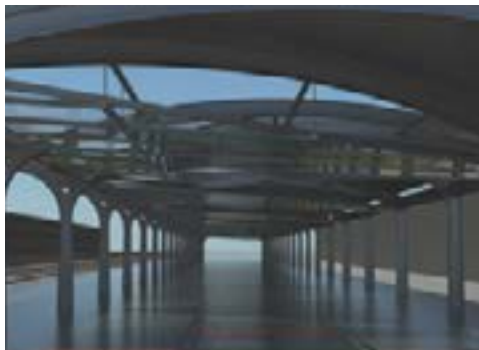
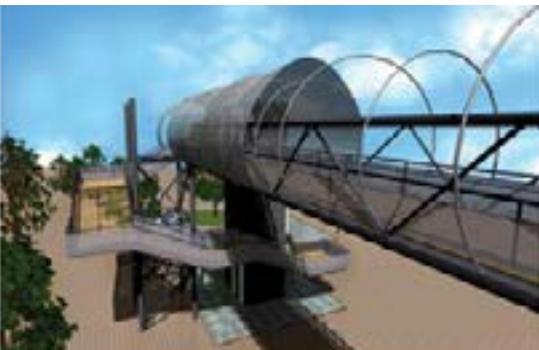
SUMMARY

NOVI DVORI STATION – EXAMPLE OF A NEW SOLUTION FOR LOCAL AND REMOTE TRAFFIC CONTROL BY OVERHEAD CONTACT LINE DISCONNECTORS

The article describes a historical overview of the development of local and remote control by overhead line disconnectors at stations. Control by overhead line disconnectors from a remote location is very important to provide a prompter response to the demands of the transport and maintenance sectors. Sectioning is also important because of the ability exclude target tracks which, for example, need maintenance, while adjacent sections and/or tracks may remain under voltage or in operation. MDU systems are described, ranging from the oldest, such as the EFD 300, to the latest, which performance involves the use of PLCs and other associated devices. An example of operation for the management and control of the disconnectors at Novi Dvori station and the block diagram of the system is described, and the route and implementation of command orders from the remote control center in Zagreb to the very disconnectors.

Key words: local and remote control, MDU, RTU, overhead contact line sectioning, CDU, PLC

Categorization: professional paper



Željezničko projektno društvo d.d.

Mi oblikujemo vaše željeznice.

We design your railways.

ŽPD d.d. ❖ Trg kralja Tomislava 11 ❖ 10 000 Zagreb ❖ Hrvatska
Tel: + 385 1 48 41 414 ❖ + 385 1 37 82 900 ❖ Fax: +385 1 6159 424 ❖ Žat: 29 00
e-mail: zpd@zpd.hr
www.zpd.hr