

PRILAGOĐENJE DALJINSKIH STANICA STARIJE GENERACIJE NA NOVE SUSTAVE DALJINSKOG VOĐENJA I KOMUNIKACIJSKE STANDARDE

J. Franotović, Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Zagreb, Croatia
N.Vuletić, Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Zagreb, Croatia
Z. Paškvan, Končar – Inženjering za energetiku i transport d.d., Zagreb, Croatia

1. UVOD

Tijekom izgradnje i širenja sustava daljinskog vođenja elektroprivrednog sistema Hrvatske i ostalog prostora bivše Jugoslavije u vođene objekte (trafostanice, rasklopišta i elektrane) ugrađeno je preko petsto daljinskih stanica DS-8 tehnologije (tipovi DS 801T, DS 802T i DS 803T) te DAS DS 2000. Zajednička karakteristika tih uređaja je komunikacija s nadređenim centrom po ADLP-80 (SINDAC) komunikacijskom protokolu. Za programski SCADA sustav PROZA 11 D/R instaliran osamdesetih godina prošlog stoljeća u većinu dispečerskih centara i centara daljinskog upravljanja to je bio jedini komunikacijski protokol. Ovaj je protokol u svoje vrijeme bio pogodan zbog svoje otpornosti na niske brzine komuniciranja i veze s češćim greškama u prijenosu. Da bi prijenos informacija bio efikasan trebalo je jako voditi računa o optimiranju količine informacija i pridjeljivanju prioriteta slanja različitih vrsta podataka.

Razvojem telemetrijske opreme, SCADA sustava i telekomunikacijske opreme pojavila se potreba za prenošenjem većeg broja i više vrsta informacija iz nadziranih objekata u centar (ili centre). To se može zadovoljiti bitnim povećanjem brzine prijenosa. Optički sustav veza u koji je danas uključen već veliki postotak objekata omogućava prijenos uz velike brzine i isto tako veliku pouzdanost.

Novom stanju su se prilagodili i standardi za komunikacijske protokole pa moderni telemetrijski sustavi u objektima mogu komunicirati ili po IEC 60870-5-101 serijskom ili po IEC 60870-5-104 mrežnom protokolu. Onim objektima koji se vezuju na stare centre posebnim komunikacijskim serverima ili konvertorima protokola omogućena je komunikacija po ADLP 80 protokolu.

Izgradnja novih centara ne znači nužno i zamjenu opreme u svim nadziranim objektima barem ne odmah jer je to proces koji treba i tehnički i komercijalno pripremiti i zahtjeva dulji prijelazni period. Zato određeno vrijeme stare daljinske stanice moraju "živjeti" s novim centrima.

Prvi način rješavanja problema je ugradnja centralnog protokola konvertora u dispečerski centar. Ovakvo rješenje se ne preporuča jer se njime zadržavaju sva ograničenja ADLP 80 protokola: mala brzina ograničeni broj podataka itd.

Bolje rješenje je ugradnja protokola konvertora uz daljinsku stanicu jer se time iskorištavaju sve prednosti modernih komunikacijskih puteva. I ovdje postoje dvije podvarijante: instalacija vanjskog protokola konvertora ili zamjena postojeće komunikacijske jedinice u daljinskoj stanici. Kao što će u nastavku biti prikazano zamjena komunikacijske jedinice je tehnički bolje rješenje i zbog dizajna i zbog funkcionalnosti pa će se to rješenje detaljnije opisati.

2. PRISTUP KORIŠTENJU POSTOJEĆIH DALJINSKIH STANICA U OKRUŽENJIMA NOVOIZGRAĐENIH CENTARA

Dio aktivnosti na isporučenim sustavima daljinskog vođenja, u svrhu održavanja i modernizacije, predstavlja planiranje i izvođenje zahvata u strukturi instalirane opreme uvjetovanih:

- promjenama u tehnologiji i opsegu primarnog postrojenja
- uvođenju procesne informatičke opreme novih tehnologija u upravljane objekte
- zamjenama (kao i eventualnim proširivanjima) sklopovske i programske opreme centara
- podizanjem kvalitete komunikacijske infrastrukture
- postavljanjem novih zahtjeva korisnika na količinu i svojstva prikupljenih podataka

Sve nabrojene promjene se ne ostvaruju istovremeno, nego se praktički pojavljuju tijekom eksploatacijskog perioda slijedom odluka vezanih uz optimalno korištenje materijalnih i kadrovskih sredstava. Karakteristične su situacije:

- zamjena centra upravljanja bez zamjene daljinskih stanica
- dodavanje daljinskih stanica koje ne podržavaju stare protokole
- dodavanje drugih izvora/korisnika procesnih podataka (pr. releji numeričke zaštite)
- preslagivanje sustava iz organizacijskih i sličnih razloga

Priroda procesa je takva da nije dovoljno postići funkcionalnost nakon završetka planiranih zahvata, nego i za cijelo vrijeme trajanja radova treba osigurati obavljanje kritičnih funkcija u sustavu. Osobito složena međuzavisnost proizlazi iz činjenice da su s jednim izvorom/korisnikom procesnih informacija (daljinska stanica, numerički relej...) hijerarhijski povezane i do 3 nadređene razine (u prijenosu: stanično računalo, područni centar, nacionalni dispečerski centar, u distribuciji: stanično računalo, centar pogona, dispečerski centar). Analizirajući ovisnost pojedinih bitnih karakteristika sustava i sklopovskih cjelina pokazuje se da je za postizanje zadovoljavajuće protočnosti informacija u sustavu na strani daljinske stanice bitno nekoliko činilaca:

- **brzina obrade podataka** uvjetovana je brzinom procesorske jedinice te dizajnom programskog koda.
- **Brzina prijenosa podataka** ovisi o karakteristikama komunikacijskog hardvera, prijenosnog puta i korištenog komunikacijskog protokola. Prijenosni putovi niske propusnosti uz izloženost različitim greškama u prijenosu uvjetovali su korištenje ADLP protokola.
- Praktički **izostanak značajnije lokalne obrade** procesnih signala na razini daljinske stanice izravna je posljedica, gledano iz današnje perspektive, skromnih računalnih performansi daljinske stanice.

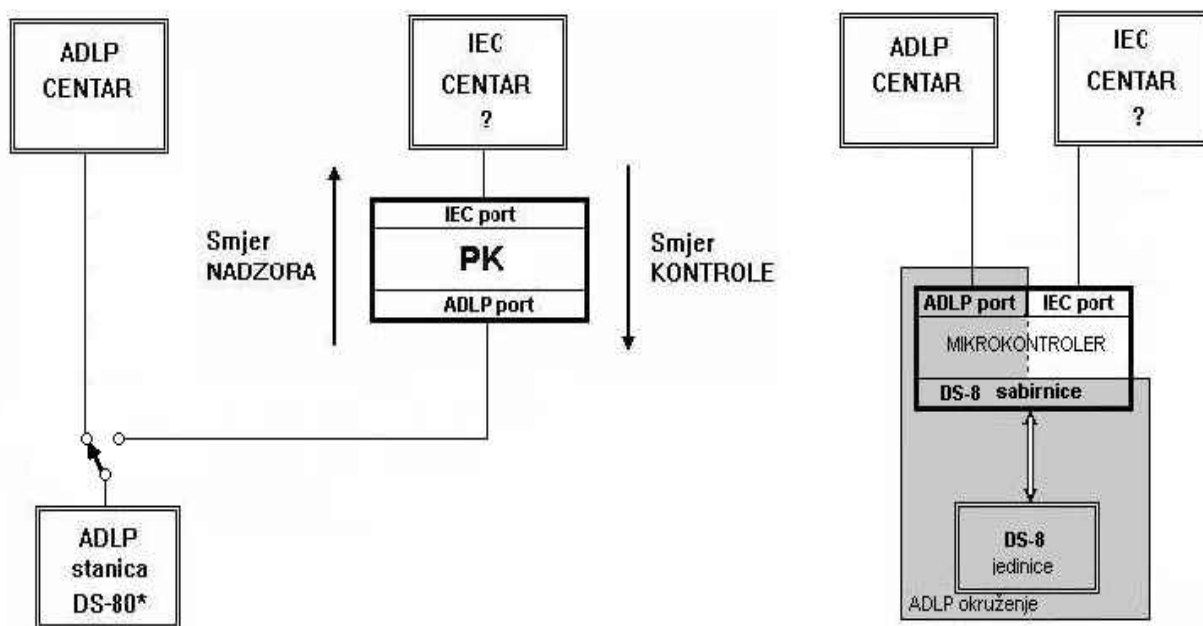
Obzirom da je dio kritičnih cjelina daljinske stanice kroz trajne procese revitalizacije opreme moderniziran (procesorska jedinica, podsustav lokalnog ispisa, radna i programska memorija), komunikacijska jedinica (tipska oznaka EDCU 80, 81) je zasigurno najkritičnija točka daljinskih stanica DS-8 tehnologije.

Jedinica sastavljena iz 4 do 5 modula s velikim brojem komponenti pokazala je relativno nisku pouzdanost u eksploataciji. Često je istovremeno, zbog velikog broja zauzetih sabirničkih mjesta, onemogućavala proširenje stanice dodatnim ulaznim/izlaznim jedinicama ili pak proširenje komunikacijskih podsistema novim komunikacijskim jedinicama. No glavni je nedostatak s vremenom postao korištenje isključivo ADLP protokola za komunikaciju prema centru i/ili staničnom računalu jer novi SCADA sustavi uglavnom uopće ne podržavaju taj protokol.

Slijedom logike eliminacije najslabijih točaka u zastarjeloj daljinskoj stanici, postoje dostatni razlozi za zamjenu komunikacijske jedinice čak i uz zadržavanje samo postojećih svojstava. Sva poboljšana i nova svojstva dodatni su argument u prilog zamjene komunikacijske jedinice.

Ovom zamjenom dobivamo:

- fizička zamjena stare jedinice novom bez preinake programskog koda daljinske stanice
- mogućnost nastavka rada uz postojeći ADLP protokol
- pripremljenost daljinske stanice za trenutni prijelaz na IEC protokol bilo da se radi o 60870-5-101 ili 104
- tijekom prijelaznih razdoblja kod zamjene centra jednostavan povratak na ADLP protokol
- mogućnost brzog punjenja daljinske stanice funkcijskim tablicama pohranjenim u memoriju nove komunikacijske jedinice umjesto dugotrajnog prijenosa ovih tablica preko komunikacijske linije



Slika 1. Usporedni prikaz korištenja vanjskog konvertora i komunikacijske jedinice

Alternativa ovakvoj modifikaciji daljinske stanice bilo bi korištenje odgovarajućeg samostojećeg konvertora protokola. Ovisno o karakteristikama komunikacijske linije moguće je konvertore postaviti na strani centra ili daljinske stanice. Konvertor na strani centra mogao bi istovremeno zadovoljiti više daljinskih stanica ali se bit prijelaza na novi protokol gubi jer bi trebali zadržati komunikaciju po zastarjelom ADLP protokolu sa svim njegovim nedostacima. Ugradnja pak konvertora na lokaciji daljinske stanice zadržava postojeću komunikacijsku jedinicu sa svim već nabrojenim nedostacima. Blok shema sustava s konvertorom i komunikacijskom jedinicom dana je na slici 1. Prednosti rješenja s komunikacijskom jedinicom su: jednostavna montaža, ušteda prostora, ne treba dodatno napajanje, brža i sigurnija komunikacija,

Činjenica da komunikacijska jedinica, uz mikrokontroler visoke snage obrade podataka, ima i tri fizički nezavisna komunikacijska kanala ostavlja mogućnost korištenja stanice u višekorisničkim okruženjima. „Multiportnost“ međutim postavlja posebne zahtjeve na SCADA sustav i tek rješenjem problema iz domene nadležnosti nad stanicom u takvom okruženju može se mogućiti odgovarajući režim rada daljinske stanice.

3. KOMUNIKACIJSKA JEDINICA EDCU 21+NET

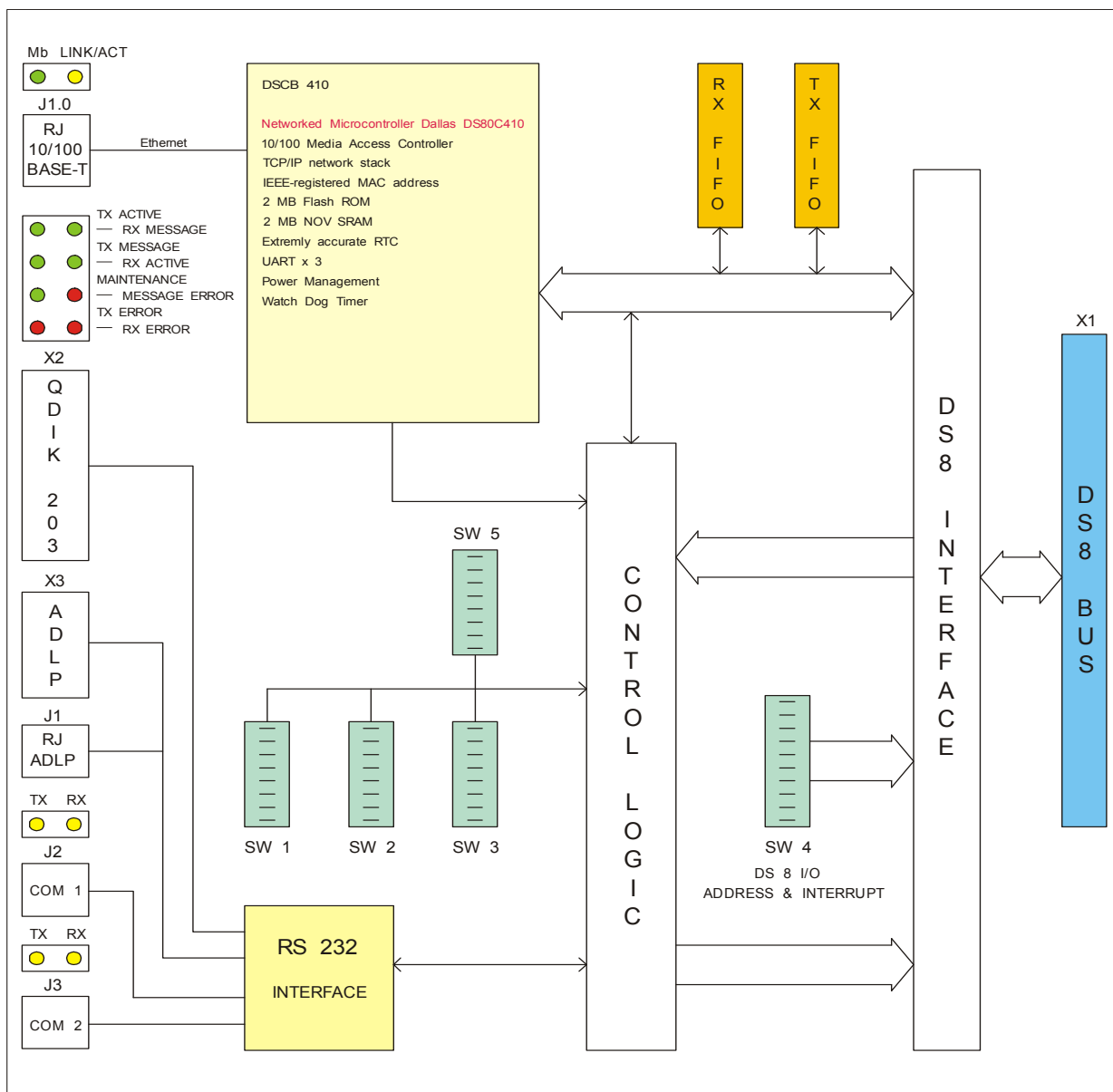
3.1. Tehnički opis jedinice

Komunikacijska jedinica EDCU 21+NET predstavlja cjelovito rješenje koje omogućava priključak starih daljinskih stanica na centre upravljanja najnovije generacije. Izrađena je u formatu jednog DS-8 modula i po funkciji zamjenjuje postojeće komunikacijske jedinice EDCU 80/81. Radi potpune kompatibilnosti sadrži komunikacijski kanal predviđen za komunikaciju po ADLP 80 (SINDAC) protokolu, kao i sve priključke (npr. QDIK 203, stezaljke), indikacije i mogućnosti parametiranja svojstvene starim komunikacijskim jedinicama.

Jedinica se sastoji iz nekoliko funkcijskih cjelina. Glavnu funkciju obavlja mikrokontroler s pripadnim programima. Različiti režimi rada ostvaruju se pokretanjem odgovarajućih programskih sekcija, a pri tom su bitna dva glavna režima rada komunikacijske jedinice: ADLP i IEC

Moderna koncepcija primjenom mikroprocesora i mrežne tehnologije kao i ostali sklopovski resursi kao što su Ethernet priključak, dodatna tri komunikacijska kanala i flash memorija omogućuju maksimalnu fleksibilnost u primjeni. Na slici 2 je prikazana blok shema jedinice.

U programsku memoriju komunikacijske jedinice istovremeno su smješteni svi programski aplikacijski moduli. Izbor aplikacija, a time i režim rada jedinice obavlja se isključivo preklopkama tako da komunikacijska jedinica može poprimati različita svojstva ovisno primjerice o dinamici prijelaznih stanja sustava ili o njenoj konačnoj namjeni.



Slika 2. Blok shema komunikacijske jedinice EDCU 21+NET

Potrebna parametriranja daljinske stanice DS 803 upisom funkcijskih tablica provode se daljinski (izvršenjem naredbe nadređenog sustava) ili lokalno priključenjem PC-a s odgovarajućim programskim alatom (Ftab editor).

Komunikacijska jedinica EDCU 21+NET zauzima jedno utično mjesto u DS-8 okviru. I/O adresa i nivo prekidnog zahtjeva se postavljaju na pripadnim DIP preklopkama. Raspored adresnih i prekidnih linija kao i oznake na tiskanoj pločici uz preklopkе su identične onim na DS-8 adresno kodnoj pločici EDBB 130.

3.2. Rad u režimu ADLP 80

Rad u ADLP režimu znači rad u kompatibilnom modu s komunikacijskim jedinicama DS-8 tehnologije. Obavlja se fizička obrada serijskog signala i priprema za njegovu dvostranu razmjenu po DS-8 sabirnicama s procesorskom jedinicom DS 80x stanice. Slijed i značenje pojedinih riječi u poruci irelevantni su za komunikacijsku jedinicu. Njihov sadržaj i logiku korištenja u daljinskoj stanici u potpunosti kontrolira procesorska jedinica DAS-a (EDPMU 180) izvođenjem programa smještenih u vlastitoj memoriji. Ponašanje ovih poruka sukladno pravilima protokola ADLP 80 nisu dakle posljedica odvijanja programa na komunikacijskoj jedinici.

Komunikacijska jedinica EDCU 21+NET sadrži standardno DS-8 sučelje i kontrolno/statusne registre za razmjenu podataka s procesorom daljinske stanice po DS-8 sabirnicama. S druge strane osigurava dvosmjernu serijsku komunikaciju prema ADLP 80 protokolu u punom dupleksu s time da su podržani tipovi riječi A i B. Ostali tipovi riječi prema ADLP protokolu, ne pojavljuju se u primjeni pa su izostavljeni kod projektiranja nove jedinice.

I/O adresa jedinice kao i razine prekidnih zahtjeva na DS-8 sabirnicama, definiraju se DIP preklopkama na samoj komunikacijskoj jedinici. Ostali parametri se također definiraju preko DIP preklopki a to su:

- brzina prijenosa podataka
- granica distorzije signala
- kodirani broj stanice u sustavu

Riječ tipa A sadrži 8 bitova podataka, 4 kontrolna bita (BCH–kod) i jedan paritetni bit dok riječ tipa B sadrži 12 bitova podataka, 5 kontrolnih bitova i jedan paritetni bit. Jedini kriterij za aktiviranje prijavnika je potpuno ispravna poruka tj. stanje “bez greške u prijenosu”. Time otpada potreba za izborom kriterija prijema kakvi su se koristili kod EDCU80/81. Inicirajuća poruka SCI (Status Check Instruction) uz broj daljinske stanice jednak onome koji je postavljen na komunikacijskoj jedinici, generira signal inicijalizacije INIT-L uz uvjet da je aktivan signal INHIBIT - L na DS-8 sabirnicama.

Osim svjetlećih dioda za signalizaciju koje imaju isti raspored i značenje kao i kod jedinice EDCU 80/81, dodane su još tri i to Maintenance mod, TX fault i RX fault. Signalizacija greške predajnika ili prijavnika označava prepunjenje pripadajućih FIFO registara. Signalizacija stanja ispitivanja predajnika (Maintenance) označava da je prijemnik interno prespojen na predajnik i da poruka ne izlazi na izlazne stezaljke komunikacijske jedinice. Ova mogućnost se koristi u centru daljinskog upravljanja za testiranje funkcije komunikacijske jedinice kada niti jedna daljinska stanica ne odgovara na poziv.

Priključak na komunikacijski kanal po ADLP 80 protokolu obavlja se preko konektora X3 (utične stezaljke) i J1 (RJ41). Signal “Zahtjev za predaju” (RTS) se aktivira istovremeno s aktiviranjem predajnika nakon čega slijede riječi mirovanja a zatim poruka.

Ispitna jedinica se bez prethodne pripreme priključuje tračnim kabelom na konektor X2. Omogućena je potpuna kompatibilnost u radu sa DS-8 daljinskim stanicama i centrom daljinskog upravljanja. Komunikacijska jedinica podržava sve tipove ispitnih uređaja od klasične QDIK 203 do raznih softverskih emulacija koje su razvijane u više hrvatskih firmi.

3.3. Rad u režimu IEC 60870-5-101/104

Za potrebe parametriranja i komunikacije na raspolaganju su osim X3 i J1 komunikacijskih kanala za ADLP 80 još dva komunikacijska kanala dostupna na J2 i J3 konektorima (RJ41) te mrežni priključak na kojima komunikacijska jedinica funkcionira kao konvertor protokola (IEC 60870–5–101/104).

Kod rada u režimu IEC 60870-5-101/104, jedinica preuzima ulogu konvertora protokola. Naime promet podataka između komunikacijske jedinice i procesorske jedinice DAS-a po DS-8 sabirnicama i dalje se odvija po svim pravilima definiranim ADLP 80 protokolom. To je posljedica polaznog stava kod praktički svih dorada, izmjena i poboljšanja daljinskih stanica: „Ne zadirati u mikrokod stanice – nove jedinice nadomještaju stare jednostavnom fizičkom zamjenom “. Dakle mikrokontroler preko svojih komunikacijskih linija dobiva/šalje poruku prema pravilima IEC 60870-5-101/104 protokola. On poruku obrađuje i priprema te ju preko DS-8 sabirnica prosljeđuje u obliku potpuno prilagođenom postojećoj razmjeni s DS-8 procesorom.

Izborom na odgovarajućim DIP preklopkama, komunikacijska jedinica EDCU 21+NET obavlja konverziju protokola ADLP 80 na IEC 60870-5-101/104 protokol. Jedinica preuzima funkciju centra i komunicira s matičnom daljinskom stanicom prema ADLP 80 protokolu. Istovremeno kreira bazu podataka svih procesnih signala i repove za slanje podataka. Pozivom iz centra daljinskog upravljanja uspostavlja se komunikacija i omogućava razmjena podataka za nadzor i upravljanje prema spomenutom IEC protokolu.

3.4. Postavke i indikacije komunikacijske jedinice

Postavke komunikacijske jedinice odabiru se DIP preklopkama, a indikacije na LED diodama ovise o namještenim postavkama. Značenje LED indikacija nije jednako u režimu rada ADLP 80 i IEC 60870-5-101/104. U režimu IEC aktivna su tri kanala i za svaki postoje indikacije odvijanja komunikacije: IEC 60870-5-101 serijski kanal, serijski kanal za parametriranje i mrežni kanal za IEC 60870-5-104.

Od posebnih postavki za IEC režim rada moguće je odabrati dva stanja:

- Šalje se samo kronologija događaja
- Šalje se signalizacija i kronologija događaja

Broj daljinske stanice se postavlja na preklopkama SW3 i SW5. S obzirom da je za adresiranje broja daljinske stanice po ADLP protokolu dovoljno četiri bita, koristi se preklopka SW3 i to 4 – 1. Pri tome se sa preklopkom SW3 – 8 postavljenom u ON odabire funkcija lokalnog punjenja funkcijskih tabela u daljinsku stanicu DS 803. Za adresiranje daljinske stanice po IEC101 protokolu treba podesiti LINK adresu koja je veličine jednog bajta, a što se obavlja na preklopkama SW3 (8–1). Za potrebe IEC104 protokola dodana je još jedna preklopka SW5 jer se ASDU adresa sastoji od dva bajta.

Brzina komunikacije bps za svaki od tri komunikacijska kanala pripadnim DIP preklopkama. Ne mogu se postaviti različite brzine komunikacije predajnik i prijemnika za istu komunikacijsku liniju:

- u ADLP režimu podešava se u rasponu 50 – 19200 bps
- lokalni komunikacijski kanal (J2) od 300 -115200 bps
- komunikacijski kanal (J3) predviđen za IEC 60870-5-101 od 300 -115200 bps

4. VANJSKA PROGRAMSKA PODRŠKA KOMUNIKACIJSKE JEDINICE

4.1. Program za serijsko punjenje memorije (serial loader)

Silicon software mikrokontrolera sadrži program za serijsko punjenje memorije koji omogućuje programiranje programske 'flash' memorije. Ponašanje komunikacijske jedinice pri startanju je ovisno o položaju kratkospojnika S1:

S1	1-2	omogućen je pristup serial loaderu
S1	3-4	normalni rad – onemogućen rad serial loadera
S1	5-6	NetBoot funkcija

Serial loaderu se pristupa programskim alatom MicroController Tool Kit (MTK) koji daje proizvođač mikrokontrolera. MTK omogućuje osnovni rad s datotekama kao i spuštanje izvršne datoteke u programsku memoriju mikrokontrolera. Osim toga postoji ASCII set komandi pomoću kojih se pokreću određene radnje koje omogućava serial loader mikrokontrolera. Važnije komande su slijedeće:

B bank	selektira bank memorije nad kojim se vrše operacije
E	izlazi iz serial loadera i traži izvršni korisnički kod
G	starta izvršenje koda sa adrese 0000h tekućeg bank-a
H	ispisuje verziju serial loadera i tekući bank
N	pokreće izvršenje NetBoot koda
X [offset]	starta izvršenje koda na 'offset' lokaciji tekućeg bank-a
Z bank	briše specificirani bank 'flash' programske memorije

Da bi fizički pristupili Serial loaderu spajamo se preko serijskog porta PC računala na lokalni komunikacijski kanal (J2) komunikacijske jedinice, a zatim pokrećemo MTK program na PC računalu. Osim Rx i Tx linija za serijsku komunikaciju, MTK koristi DTR liniju za RESET mikrokontrolera.

4.2. Editor funkcijskih tablica

Parametre potrebne za rad DS-8 daljinske stanice (Funkcijske tablice) komunikacijska jedinica čuva u flash memoriji. Uključivanjem napajanja ili na zahtjev, parametri se šalju u daljinsku stanicu i na taj način je dovode u punu funkciju.

Pomoću posebnog programa (FTAB editor) na PC računalu mogu se upisivati ili modificirati Funkcijske tablice i pridijeliti im ime i datum kreiranja, a zatim zajedno poslati u komunikacijsku jedinicu putem lokalnog priključka (binarni prijenos) ili komunikacijske linije (IEC file transfer). Istim putem se može iščitati Funkcijske tablice, ime i datum iz komunikacijske jedinice.

FTAB editor je korisnički program u Windows okruženju koji služi za rad s datotekama funkcijskih tablica prvenstveno namijenjenih za komunikacijsku jedinicu EDCU 21+ u sustavu daljinskih stanica DS-8. Omogućava kreiranje i modifikaciju parametara potrebnih za rad daljinske stanice. Kod konverzije protokola sa ADLP na IEC potrebno je definirati funkcijske tablice indikacija i za daljinske stanice koje ih inače ne koriste (DS 801/2).

Moguć je rad sa tri tipa funkcijskih tablica:

1. FTAB za indikacije
2. FTAB za mjerenja
3. FTAB za brojila

Nakon definiranja parametara u pripadajućim formularima, datoteku treba pohraniti na disk računala pri čemu im treba dodijeliti ime. Maksimalna dužina imena datoteke je dvadeset znakova. Predlaže se format imena datoteke koji sadrži ime objekta, datum kreiranja, a ekstenzija se automatski dodjeljuje. Naslovni formular FTAB editora omogućuje razmjenu poruka s komunikacijskom jedinicom. Treba odabrati osnovne komunikacijske parametre, način prijenosa: lokalno (J2) ili daljinski (J3) kao i link adresu u slučaju daljinskog prijenosa. Lokalni prijenos se odvija po specifičnom protokolu dok je daljinski prijenos u okviru standardnog IEC101 protokola (file transfer). Funkcijske tablice se mogu iščitati (ako postoje) iz komunikacijske jedinice ili ih se u komunikacijsku jedinicu može poslati. Uvijek se šalju sva tri tipa funkcijskih tablica, što znači da ukoliko jedna ili više datoteka ne sadrže zapise, u memoriji komunikacijske jedinice biti će pripadne tablice obrisane.

5. ZAKLJUČAK

Argumentacija za definiranje, konstrukciju i proizvodnju komunikacijske jedinice za DS-8 daljinske stanice, obzirom na starost osnovnog proizvoda u koji se ugrađuju, mora biti posebno utemeljena. Sagledali smo najvjerojatniju dinamiku daljnjeg korištenja i konačne zamjene daljinskih stanica i zaključili da će još neko vrijeme veći njihov dio ostati u uporabi. Suprotstavljeni razlozi za demontažu (tehnološka zastarjelost, sporost obrade, skromnost funkcija) i produžetak korištenja (dostupnost rezervnih dijelova, cijena i rizik zamjene) još će uvijek moći opravdati daljnje korištenje stanica. Pri tom se podrazumijeva ne samo održavanje prvobitne funkcionalnosti daljinske stanice nego je osnovna potreba njeno prilagodba sadašnjim uvjetima korištenja. U prvom redu misli se na podizanje komunikacijskih mogućnosti implementiranjem protokola prilagođenih novoj komunikacijskoj infrastrukturi većine korisnika. Proizvodnja nove komunikacijske jedinice potpuno je na crti ovih zahtjeva. Sagledivo vrijeme njene eksploatacije sigurno opravdava sredstva uložena u njenu realizaciju.

LITERATURA

1. Daljinska stanica DS 803T *Tehnički priručnik*, Končar elektroindustrija Zagreb
2. Komunikacijska jedinica EDCU 21+NET *Tehnički priručnik*, Končar elektroindustrija Zagreb
3. N. Baranović, J. Franotović, A. Černicki Mijić "Moguće rješenje zamjene sustava procesne informatike u upravljačkim centrima HEP-a "Četvrto savjetovanje HK CIGRE, Cavtat 1999.