

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
Научно веће Института

ОВДЕ

ПРЕДМЕТ: ЗАХТЕВ ЗА ВАЛИДАЦИЈОМ И ВЕРИФИКАЦИЈОМ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл. Гласник РС 38/2008, Прилог 2) обраћамо се Научном већу Института за рударство и металургију Бор са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом

**Преносна мерна станица**

аутора:

Др Драган Р. Миливојевић, дипл.инж.ел.  
Др Виша Тасић, дипл.инж.ел.  
Владимир Деспотовић, дипл.инж.ел.  
Маријана Павлов, дипл.инж.ел.  
Мр. Дарко Бродић, дипл.инж.ел.  
Владан Миљковић, дипл.инж.ел

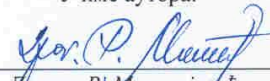
Техничко решење (М82 – индустријски прототип) је резултат реализације пројекта при Министарству за период 2011-2014, бр. ТР33037 – Развој и примена дистрибуираног система надзора и управљања потрошњом електричне енергије код великих потрошача.

За рецензенте предлагемо:

1. Проф. Др Зоран Стевић, ванредни професор ФЕПН Београд
2. Др Радојле Радетић, научни сарадник, ЕМС Србије - Бор

У Бору, 04.11.2011.

У име аутора:

  
Драган Р. Миливојевић



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ  
Број: IV/8.7.  
Од 06.12.2011.године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на IV-ој седници одржаној дана 06.12.2011. године донело:

### ОДЛУКУ

*о покретању поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења и именовању рецензената*

### I

На захтев др Драгана Миливојевића, научног сарадника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Преносна мерна станица“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. проф.др Зоран Стевић, ванредни професор, ФЕПН Београд
2. др Радојле Радетић, научни сарадник, ЕМС Бор

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА  
Др Миленко Љубојевић, дипл.инж.руд.  
Научни саветник



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
19210 Бор, Зелени булевар 35  
Тел:(030)436-826;факс:(030)435-175;E-mail:institut@irnbor.co.rs



**ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE  
( M82 – INDUSTRIJSKI PROTOTIP )**

**PRENOSNA MERNA STANICA PMS 2010**

Bor, 2012.

1. Naslov i Evidencioni broj projekta:

**RAZVOJ I PRIMENA DISTRIBUIRANOG SISTEMA ZA NADZOR I UPRAVLJANJE POTROŠNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE KOD VELIKIH POTROŠAČA**

Evidencioni broj Ugovora TR33037 (2011.)

1. Rukovodilac: Dragan R. Milivojević, Institut za rudarstvo i metalurgiju

2. Organizacija koordinator:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU U BORU

3. Organizacije učesnici:

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU U BORU  
TEHNIČKI FAKULTET U BOR

4. Korisnik:

RTB BOR, FBC MAJDANPEK, JKP TOPLANA, BOR  
ENERGANA TIR D.O.O., BOR, IRM BOR

5. Naziv tehničkog i razvojnog rešenja:

PRENOSNA MERNA STANICA

6. Autori:

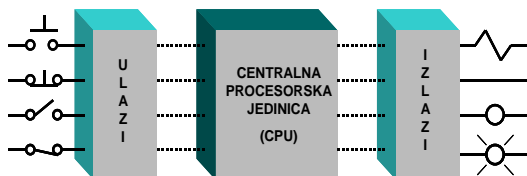
Dr Dragan Milivojević dipl.inž.el.  
Dr Viša Tasić dipl.inž.el.  
Vladimir Despotović dipl.inž.el.  
Marijana Pavlov dipl.inž.el.  
Dr Darko Brodić, dipl.inž.el.  
Vladan Miljković, dipl.inž.el.

7. Oblast na koju se tehničko i razvojno rešenje odnosi:

ELEKTRONIKA I TELEKOMUNIKACIJE

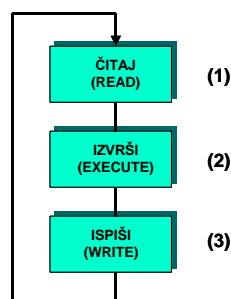
## 1. UVOD

Prenosna merna stanica (PMS 2008) je mobilni merni uređaj opšte namene tipa programabilnog logičkog kontrolera (PLC). To je kompaktni uređaj iz familije mikror računara koji koristi integralne elektronske elemente umesto elektromehaničkih sklopova, a namenjen je kontrolnoj funkciji. Može da memoriše nizove instrukcija, da ih izvršava sekvencijalno i ciklično i da vrši vremenski definisanu obradu podataka i njihovu izmenu sa ciljem kontrole industrijskih mašina i procesa [1]. Najjednostavnije može da se predstavi kao sinteza dva osnovna podsistema: centralne procesorske jedinice – CPU (*Central Processing Unit*) i ulazno-izlaznog modula U/I (*I/O - Input Output Interface*), slika 1.



Slika.1. Uprošćena blok šema PLC-a

CPU upravlja svim aktivnostima programabilnog kontrolera. Ulazno-izlazni podsistem je fizička veza sa sklopovima pridruženim kontrolisanom procesu ili upravljanoj uređaju. Ulazni signali, kao i signali na izlazu iz PLC-a mogu da budu diskretni (izlazi krajohodnih prekidača, kontakti tastera, startera motora, solenoida), ili analogni – kontinualni (signali iz transdjusera temperature, pritiska, protoka). U toku rada CPU izvršava tri ključne akcije: (1) učitava – prihvata ulazne informacije o procesu ili pojavi preko ulaznog interfejsa, (2) obrađuje prihvaćene podatke izvršavajući instrukcije kontrolnog programa i (3) upisuje – menja stanja izlaza prosleđujući komandne signale preko izlaznog interfejsa, slika 2.



Slika 2. Ilustracija osnovnog ciklusa CPU (petlja - Scan)

Proces učitavanja ulaznih informacija, vršenje njihove obrade pod dejstvom odgovarajućeg programa u memoriji i ažuriranja stanja na izlazu naziva se osnovna petlja ili *Scan*. Otuda i pojam skeniranje, koji se odnosi na kompletan ciklus u radu PLC-a, odnosno, vreme skeniranja (*Scanning Rate*), kojim se kvantifikuje brzina rada [1]. Pod *vremenom odziva* PLC-a podrazumeva se najkraći vremenski interval u kome se ažurira izlaz kao rezultat promena na ulazu. U direktnoj je zavisnosti od trajanja izvršenja ciklusa. Kod većine PLC-a *Program Scan Time* zavisi od brzine procesora i od složenosti osnovne petlje. Osim od brzine izvršenja obrade, odziv u velikoj meri zavisi od vremena uspostavljanja ulaznih signala. Filtri i pojačavači u mnogome usporavaju te procese i time produžavaju vreme odziva.

U Institutu za rudarstvo i metalurgiju, u odeljenju Industrijske informatike se pristupilo razvoju hardversko-softverskih rešenja koja ispunjavaju standarde savremenih programabilnih logičkih kontrolera, a istovremeno su se pokazala kao ekonomski isplativa.

## 2. PROBLEMATIKA I STANJE U OBLASTI PROGRAMABILNIH LOGIČKIH KONTROLERA I SLIČNIH UREĐAJA

U praksi se uveliko koriste prenosni merni uređaji različitih proizvođača i karakteristika. Do nedavno to su bili namenski instrumenti realizovani za konkretne potrebe (merači električnih veličina, određenih fizičkih parametara i slično). Najpre su bili sa skromnijim performansama, a sada koriste mikroprocesorske module i predstavljaju prenosne PLC. Programabilni logički kontroleri nastali su kao odgovor na potrebe automobilske industrije u Americi, sa idejom da se zamene postojeći relejni logički sistemi. Tokom godina oblast primene PLC-a se proširila na kontrolu procesa i u svim ostalim granama industrije, a vremenom je PLC postao sastavni deo distribuiranih kontrolnih sistema i složenih

industrijskih mreža. Kod prvih primena PLC-a, kako bi inženjeri koji su navikli na izradu šema u relejnoj tehnici, bezbolno prešli na primenu PLC-a, primenjan je lestvičasti (ladder) programski jezik. Ovaj način programiranja ima za osnovu relejnu upravljačku šemu, odnosno njen grafički izgled, prilagođen principima rada PLC kontrolera.

Karakteristike PLC-a, kao što su brzina rada, način povezivanja, mogućnost obrade informacija permanentno se poboljšavaju i to je trajan proces. To se postiže izmenama u rešenjima (dizajnu) mikrokontrolera, što rezultira jačanjem hardvera (fizičke komponente) i unapređenjem softvera (kontrolni programi) [1]:

- korišćenjem napredne mikroprocesorske tehnologije postignute su velike brzine merenja (skeniranja),
- dimenziono mali i jeftini PLC sada predstavlja snažan uređaj, a ne samo zamenu za prethodna relejna rešenja,
- integrisani (*High-Density*) ulazno-izlazni sistemi omogućavaju jeftinije povezivanje sa procesima,
- mikrokontrolisani U/I moduli obezbeđuju i distribuiranu regulaciju (PID na primer) i mogućnost umrežavanja u složene sisteme,
- posredstvom posebnih interfejsa na kontroler je moguće direktno vezati raznorodne jedinice (tipičan primer su termoparovi, otporne trake, impulsi davači i slično),
- periferijska oprema je značajno unapredila vezu operatera sa kontrolnim sistemom, grafički prikaz aktuelnog stanja kontrolisanog procesa i način formiranja i čuvanja dokumentacije.

Performanse PLC poboljšane su i unapređenjem softvera:

- objektno orijentisani programski alati su sastavni deo čak i nekih standardnih softverskih verzija kontrolnog programa PLC-a,
- u primeni su i dodatne instrukcije (prošireni instrukcijski set), kojima se povećava snaga i brzina CPU,
- velika programska fleksibilnost postignuta je mogućnošću korišćenja viših programskih jezika (BASIC, C),
- uvođenjem funkcijskih blokova instrukcija postiže se velika efikasnost u programiranju,
- dijagnostika i detekcija grešaka su unapređene tako da se ne odnose samo na kontrolne sisteme, već i na kontrolisane procese.

### 3. SUŠTINA, OPIS I KARAKTERISTIKE TEHNIČKOG REŠENJA

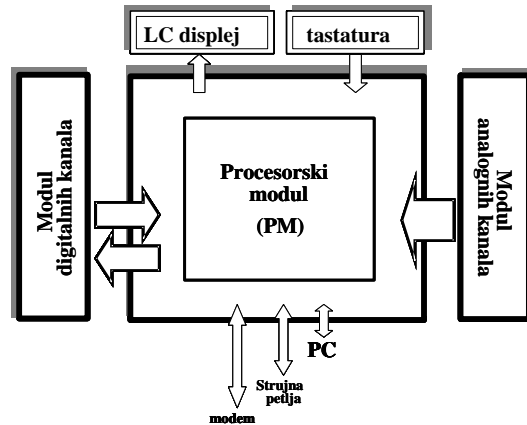
Prenosna merna stanica (PMS) – *Portable Measuring Station* (Slika 11), nastala kao rezultat razvoja u odeljenju Industrijske informatike Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru je karakterističan primer kompaktnog mobilnog nemog uređaja. Ostvarena je u klasičnoj hardversko-softverskoj tehnologiji. Mikrokontroler predstavlja osnovu svakog ovakvog uređaja. Za njenu realizaciju izabran je mikrokontroler M68HC11 iz više razloga:

- već je realizovana vrzija stacionarne merne stanice opšte namene bazirana na istom kontroleru,
- zadovoljava zahteve analize u odnosu na kritične zahteve,
- povezivanje mikroprocesora sa modulom centralne memorije, a naročito sa periferijskim jedinicama je jednostavno,
- već su obezbeđeni dovoljno dobri razvojni alati, ne samo na Motorola platformi, već i emulatori na PC-u,
- raspoložive su jeftine komponente ulazno-izlaznih modula podesnih za vezu sa ovim kontrolerom,
- postoji veliki broj korisnika prethodnih generacija Motorola sistema sa dobrim iskustvima u njihovoj primeni, eksploataciji i održavanju,
- kompatibilan je sa mnogim familijama Motorola u oba smera, podržava sve aplikacije ostvarene na bazi MC6800, a podržan je od 16-bitnih procesora,
- stabilan 8-bitni osmokanalni A/D konvertor integrisan u ovaj kontroler obezbeđuje reproduktivnost konverzije sa greškom od  $1/256 < 0.5\%$  i
- nastavak razvoja i primene upravljačko-kontrolnih sistema u Institutu za za rudarstvo i metalurgiju u Boru zahteva mogućnost podrške i neposrednu vezu sa postojećim rešenjima koja uspešno funkcionišu u praksi [2 - 6].

Uporedo sa razvojem PMS, realizovana je odgovarajuća programska podrška na strani nadređenog PC računara. Zbog toga je razvijen složeni interaktivni programski paket za rad u realnom vremenu. Radi se o posebnom SCADA sistemu nazvanom Univerzalni merni program (UMP).

#### 3.1 Hardver

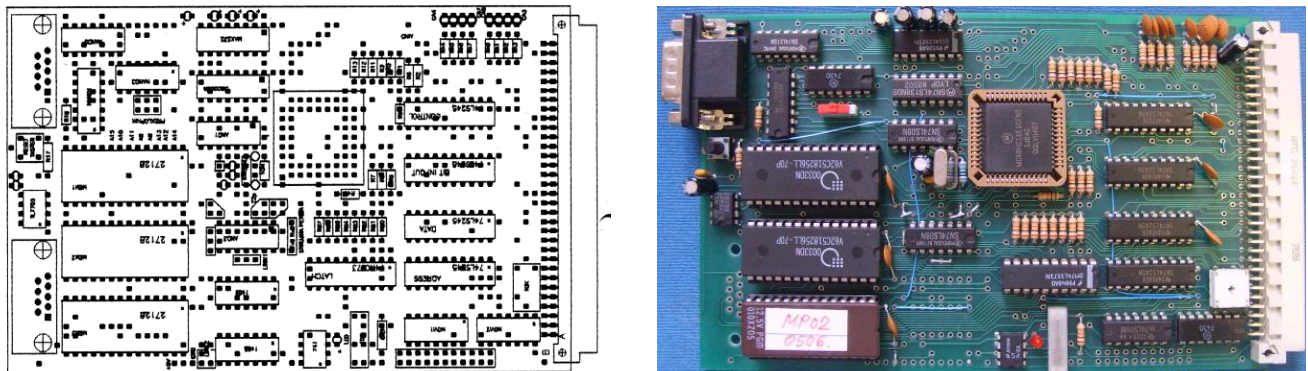
Procesorski modul PMS-a (*One Board Computer – OBC*) baziran je na mikrokontroleru Motorola MC68HC11. Mikrokontroler MC68HC11xx – HCMOS (*High-density Complementary Metal-Oxide*) je 8-bitni mikroprocesor sa veoma dobrim mogućnostima podrške periferiji smešten je na samom čipu. Njegov dizajn omogućava nominalnu brzinu na internoj magistrali od 2MHz. Od izuzetne važnosti je osmobitni osmokanalni A/D konvertor. Njegova stabilnost u radu i ubedljiva reproduktivnost garantuju grešku od 1/2 bita, koja zadovoljava najveći deo zahteva u industrijskoj primeni. Najvažnije funkcije integrisane su u sam kontroler. U hardverskom smislu mikroprocesorska merna stanica je modularne strukture. Osnovni funkcijski moduli PMS su: procesorski modul (OBC), modul analognih ulaza, modul digitalnih ulaza i izlaza i moduli za testiranje i lokalni rad (mikroprekidač, tastatura i LED i LC displej).



Slika 3. Funkcionalna blok šema prenosne merne stanice

Funkcionalna blok šema PMS (Slika 3) prikazuje osnovne celine, koje su realizovane na odvojenim dvoslojnim štampanim pločama "Evropa" formata sa 2 x 32 - pinskim konektorima. Priključuju se u slotove matične ploče sa pasivnom spoljnom magistralom, koja je fiksirana za zadnju stranu kabineta PMS.

Procesorski modul (PM) projektovan je kao računar na ploči – OBC. Baziran je na mikrokontroleru MC68HC11 (izabrana je varijanta E0, koja u svojoj konfiguraciji nema ROM i EEPROM u čipu). PM je ostvaren na dvoslojnoj štampanoj ploči evropa formata (Slika 4). Osim mikrokontrolera PM sadrži generator takt signala (*clock*), adresne dekodere, kola za prilagođenje signala za spoljnu magistralu (*tree state circuits*), sklop za serijske komunikacije (max 232), i veći broj linkova kojima se bira način rada.



Slika 4. Hardver procesorskog modula (OBC)

### 3.1.1 Način rada uređaja

Po uključenju napajanja (*Power On Sequence*) uspostavlja se početno (inicijalno) stanje. Sličan proces odvija se i pod uticajem spoljnog *Reset* signala. Zavisno od izabranog načina rada iz vektorske tabele (memorijska zona koja sadrži početne adrese procedura za reset sekvencu i opsluživanje prekida) puni se programski brojač (PC) adresom odgovarajuće procedure i počinje izvršavanje definisanog postupka za početak rada (*Start Up or Reset Sequence*). Istovremeno odvija se inicijalizacija kontrolnih registara koji određuju konfiguraciju mikrokontrolera (*Default State*). Izbor načina rada (*Mode of operation*) zavisi od stanja signala *MODA* i *MODB* [7]:

- formira se memorijska mapa (raspored internog RAM-a, registri),
- ulazno-izlazni kanali CPU se otvaraju ka spoljnoj magistrali,
- maskiraju (blokiraju) se prekidi od strane tajmera,
- serijski komunikacioni interfejs definiše se kao U/I port opšteg karaktera,
- A/D konvertor se dovodi u inicijalno stanje (sukcesivna konverzija 8 nezavisnih kanala, 2 puta po 4).

Postupak prekida (*Interrupt Sequence*) je po prirodi asinhrona pojava. Nastaje kao reakcija na zahtev za prekid (*Interrupt Request*), ukoliko nije zabranjen (maskiran) u registru stanja (*CCR - Condition Code Register*). Postoje zahtevi za bezuslovni prekid rada (*NMI - Nonmaskable Interrupt*) i oni su posledica ozbiljnih problema u radu mikrokontrolera:

kvar u napajanju (*Power Fault*), greška pariteta i slično. Rešavanje NMI ili drugih zahteva za prekid koji nisu zabranjeni (maskirani) odvija se programskom procedurom koja se naziva rutina za obradu prekida (*Interrupt Service Routine-ISR*).

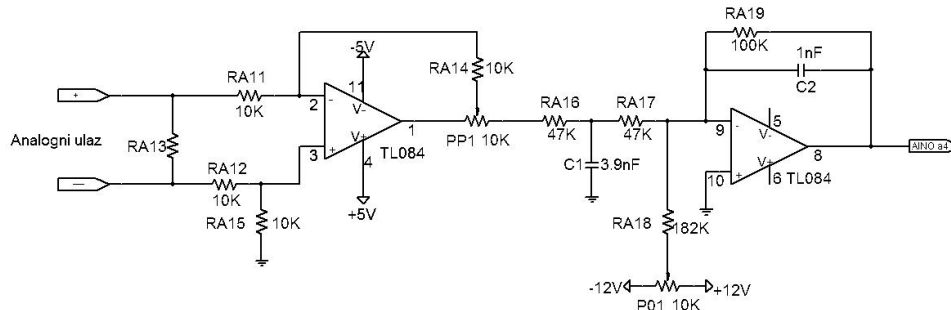
Ove programske sekvence smeštene su u memoriji, a njihove početne adrese sadrže se u vektorskoj tabeli prekida. Posebna opcija programiranih periodičnih prekida - RTI (*Real-time interrupt*) koristi se za kontrolu izvršenja softverskih rutina. Mehanizam zaštite od hardversko-softverskih grešaka u toku rada MPU, *Computer Operatig Properly (COP)* – watchdog timer, zasnovan je na ovoj mogućnosti. Izvor takta za RTI je nezavisni oscilator (*free-running oscilator*). Ovaj takt određuje konstantni vremenski interval između dva uzastopna prekida. Istekom definisanog vremena izaziva se prekid, koji se upisuje u statusni registar kao RTIF (*Real Time Interrupt Flag*). Nakon postavljanja ovog indikatora, startuje novi vremenski interval, nezavisno od odvijanja softverskih procedura za rešavanje prekida (ISR).

### 3.1.2 Napajanje PMS

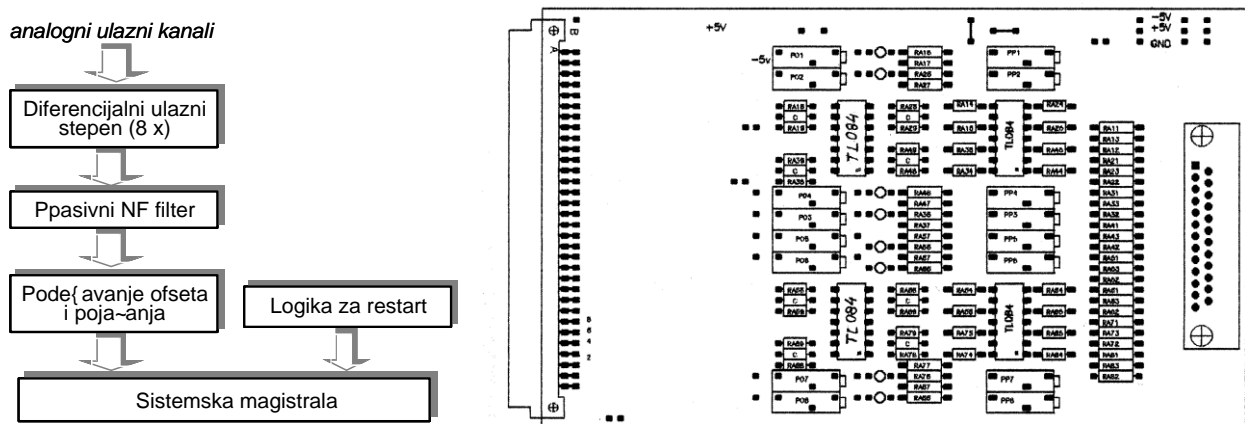
Osnovna karakteristika prenosne merne stanice je njena mobilnost. To znači da je za napajanje potreban izvor jednosmerne struje napona od 12 do 15 V, najčešće je to klasičan akumulator. Napone potrebne za rad PMS obezbeđuje sklop za napajanje (*Power Supply*). Bez klasičnog DC/DC pretvarača generiše se simetričan stabilan jednosmerni napon +5 i -5 V za logiku i A/D konvertor (odnosno podesivi referentni napon). U slučaju kada se ne vrše merenja stanica može da se napaja sa 7V. Moduli za komunikaciju napajaju se jednosmernim naponom  $\pm 8$  V. Zavisno od konfiguracije, kao i potrebe za korišćenjem modema, električna snaga iznosi oko 6 W. Ova karakteristika je od velikog značaja kada je u pitanju rad na terenu i napajanje iz akumulatora. Za potrebe stacionarnog rada postoji adapter za napajanje iz električne mreže 220 V naizmenično.

### 3.1.3 Analogni ulazni kanali

Na modulu analognih ulaza nalazi se sistem od 8 nezavisnih kanala (Slika 3). Ulazni signal se dovodi na dvostepeni pojačavački lanac sa diferencijalnim pojačavačem (sa operacionim pojačavačem TL084). Ulazni stepen se standardno podešava za signale iz opsega od 0–5 V DC, ili od 1–5 V DC. Ukoliko ulazni signal ne zadovoljava ovaj uslov, vrši se njegovo prilagođenje.



Slika 5. Analogni ulazni kanal – električna šema

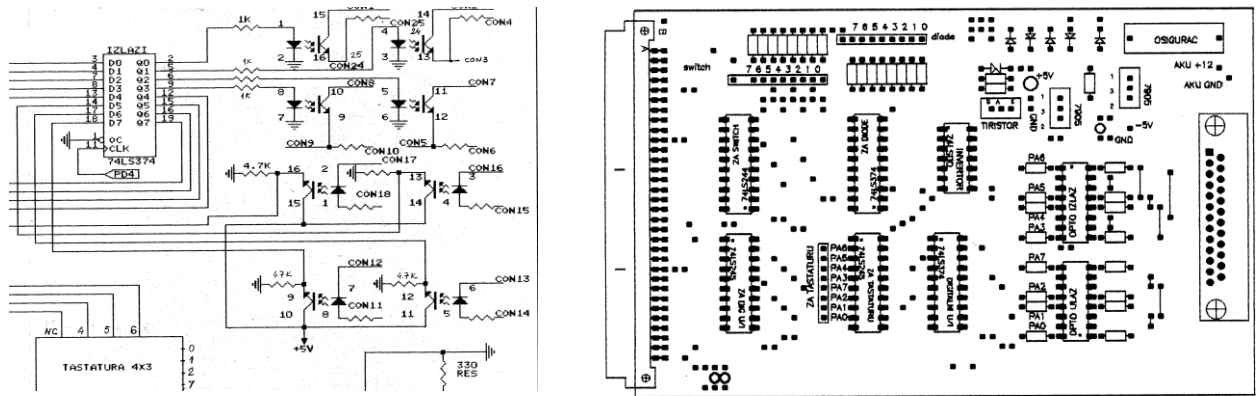


Slika 6. Uprošćena blok šema i prikaz rasporeda komponenti 8-kanalnog modula analognih ulaza



### 3.1.4 Digitalni U/I modul

Osim kontinualno promenljivih parametara, predstavljenih analognim električnim signalima, tehnološke procese karakterišu i stanja pojedinih sklopova kao i prisustvo, ili odsustvo definisanih količina. Jednom reči, radi se o diskretnim promenljivima, koje se u meri sistem uvode kao digitalni (bitovni) ulazi. U slučaju PMS ostvaren je 4-kanalni modul nezavisnih digitalnih ulaza, koji mogu biti galvanski odvojeni ili direktno vezani (u posebnim slučajevima). Prilikom učitavanja i provere stanja učitavaju se 4 digitalna ulaza i vrši se provera svakog (ili željenog) bita. Modul digitalnih U/I signala sadrži i 4 nezavisna bitovna izlaza. Mikrokontroler MC68HC11 ima definisan digitalni 8-bitni paralelni port A. Četiri nezavisna digitalna signala porta A definisana su kao izlazi, tri kao ulazi, a jedan (PA7) može da se programira prema potrebi preko kontrolnog registra (*Data Direction Register – DDR*) [8]. Pri inicijalizaciji definiše se paralelni digitalni port kao skup od 4 ulaza i 4 izlaza. Digitalni signali iz 'spoljnog sveta' - ulazi, dovode se najpre na ulazni digitalni modul gde se vrši njihovo kondicioniranje, u ovom slučaju galvansko odvajanje preko optokaplera. Na identičan način izlazni digitalni signali vode se na upravljačke organe (aktuatorne), slika 7.

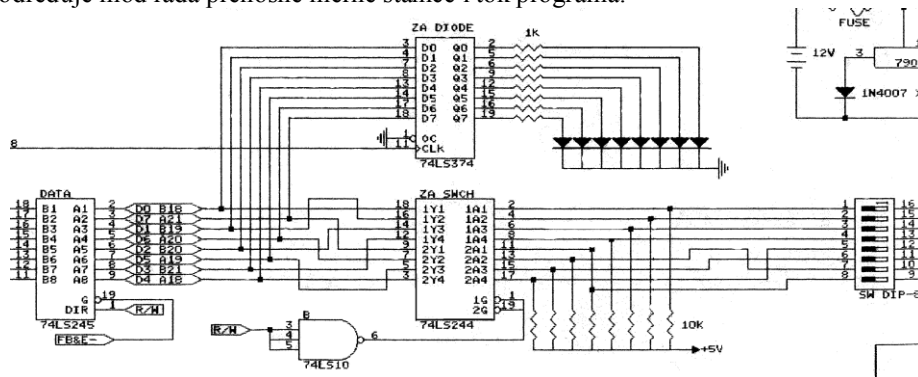


Slika 7. Deo električne šeme digitalnog U/I modula i prikaz elemenata na štampanoj ploči

### 3.1.5 Lokalna kontrola rada PMS

#### 3.1.5.1 Mikroprekidač i diodni displej

Da bi se zadovoljili postavljeni zahtevi, PMS mora da ima veći broj radnih stanja, različitih režima rada (*Operations Mode*). Razlikuju se dva osnovna: režim pripreme, inicijalizacije (*Preparation Mode*) i režim merenja, prikupljanja podataka (*Measuring Mode*) [4]. Za izbor radnih stanja PMS koristi se 8-bitni mikroprekidač na prednjoj strani uređaja. Njegova adresa nalazi se u zoni digitalnih ulaza i okupira prvi adresni bajt (\$FB&E8). Stanje prekidača očitava se preko jednosmernog *three state buffer*-a (IC 74LS244), čiji su izlazi aktivni u vreme visokog nivoa signala R/W. Stanje prekidača se na magistrali podataka javlja kada se aktivira dvosmerni bafer podataka (IC 74LS245) signalom FB&E- u vreme čitanja ( $R/W = high$ ), slika 7. Osnovni softverski modul preko planera (*Scheduler*) permanentno kontroliše stanje mikroprekidača i određuje mod rada prenosne merne stanice i tok programa.



Slika 8. Osmabitni mikroprekidač i diodni displej – električna šema

Kombinacijom 8-bitnih mikroprekidača (Sw1-Sw8) definišu se radna stanja PMS. Faza pripreme je dosta složena, jer je potrebno zadati sve relevantne parametre: datum i vreme, broj ulaznih kanala, vreme uzorkovanja, način usrednjavanja, konstante za pojedine kanale i drugo. Za indikaciju stanja PMS i za prikaz karakteristika, parametara i vrednosti sa ulaznih kanala, statusa uređaja, režima rada, realnog vremena, podataka merenja i drugo, koriste se 8-bitni diodni displej (LED) i dvoredni alfanumerički displej s tečnim kristalom (LC displej), slika 9. Oba displeja smeštena su na prednjoj strani uređaja.

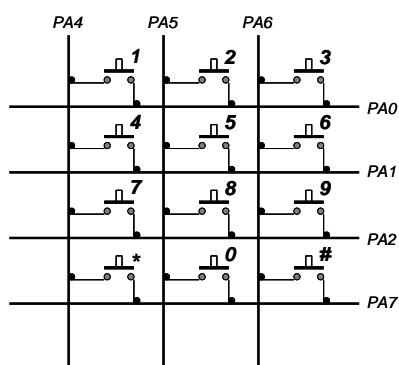
Izlaz iz bafera podataka sa magistrale vodi se preko otpornika na LED diode. Adresa diodnog displeja je prva u adresnom području izlaznih bitovnih signala (\$FBE8). Ona je identična sa adresom mikroprekidača, ali predstavlja adresu samo za upis (*Write Only*), što se postiže korišćenjem niskog nivoa R/W signala.

Podatak prenet na diode zadržava se do novog upisa. Zavisno od režima rada PMS, odgovarajućom kombinacijom mikroprekidača na diodnom displeju prikazuje se:

- stanje uređaja: operativno / lokalni rad,
- stanje mikroprekidača,
- ASCI kod tastera,
- vrednost na analognim / digitalnim kanalima,
- kod poslednje komande,
- tekući sekund u minuti (u režimu merenja) i drugo.

### 3.1.5.2 Tastatura i LC displej

S obzirom da se radi o samostalnom uređaju, potrebno je omogućiti unos raznih parametara u procesu inicijalizacije. U protivnom, biće korišćeni inicijalno upisani (*Default*). Za te namene koristi se funkcijska tastatura. Tastatura je priključena na paralelni port A mikrokontrolera i to tako da su za kolone izabrani izlazni bitovi (PA4, PA5 i PA6), a redovi su vezani na ulaze (PA0, PA1, PA2, PA7). U vreme korišćenja tastature (inicijalizacija uređaja), postavlja se jedan od izlaza, PA4-PA6 i očitavaju se ulazi (PA0-PA7). Pritisak na neki od tastera rezultira promenom nivoa jednog od ulaznih PA signala. Kontrola stanja spoljne magistrale paralelnog porta A vrši se signalom PD5, koji se programski postavlja, kako bi se propustili, najpre izlazni signali (PA4-PA6), a zatim odgovarajući ulaz (PA0-PA7). Softverskom analizom ulaznog, pri odgovarajućoj kombinaciji izlaznih signala, formira se karakter pritisnutog tastera (ASCII – kod). Prisutan problem šumova (*bouncing*) rešava se softverskim usporanjem provere odziva, kašnjenjem (*software delay*), koje je ovde određeno empirijski; eksperimentalno je ustanovljen najkraći vremenski interval (160 ms – empirijski).



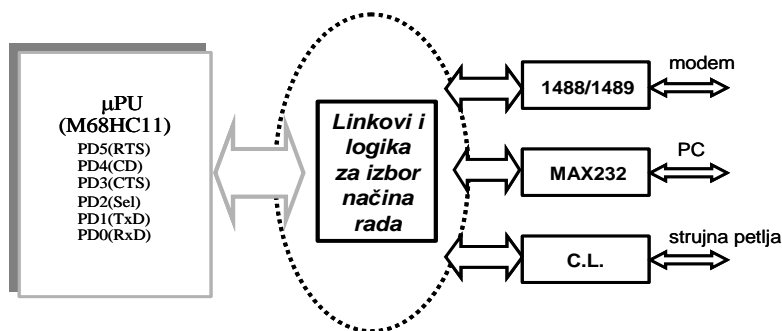
Slika 9. Električna šema tastature i kombinacija sa LC displejom

Prikaz osnovnih tekstualnih informacija postiže se primenom dvorednog displeja sa tečnim kristalom (LCD) tipa DV-16244, koji sadrži po 16 karaktera u svakom redu (Slika 9). Pošto provera statusa displeja (*Read busy flag*) nije uvek pouzdana (ponekad displej nije spreman za prijem podatka, a bit BF – *busy flag* nije postavljen), uvedena su programska kašnjenja od 40 i od 160  $\mu$ s. Koriste se alternativno (mehanizam *time out*).

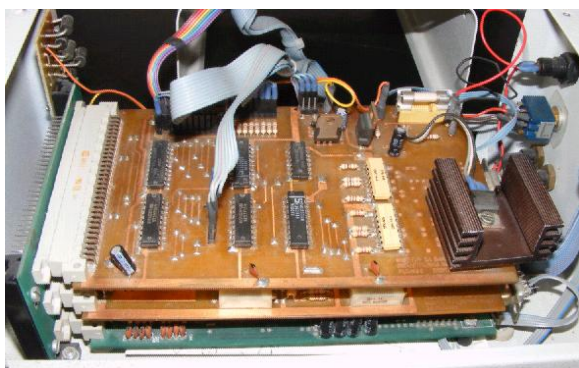
### 3.1.6 Načini komunikacija PMS

Iako je projektovana za autonomni rad, prenosna merna stanica često mora da se poveže s nekim nadređenim računarnom. To je značajno u vreme njene inicijalizacije (prilagođenje nadgledanom procesu) i prilikom prenosa prikupljenih podataka (*Uploading*). Ukoliko postoje mogućnosti, u toku samog merenja ili nadzora PMS se priključuje na PC računar jer se mogućnosti interakcije s procesom, ili komunikacije sa drugim sistemima značajno povećavaju. Ako se uzmu u obzir mogućnosti mikrokontrolera M68HC11 u delu serijskih komunikacija i karakteristike standardnog serijskog komunikacijskog porta PC-a, logično je da se kao najracionalnije rešenje izabere asinhroni serijski prenos za vezu s PC.

Prenosna merna stanica predviđena je za rad u mreži. Fizička veza među čvorovima mreže može da bude ostvarena direktno (*Back-to-back*) ili preko modema sa iznajmljenom linijom. Direktna veza ostvaruje se interfejs kablom za rastojanja do 20 m, ili strujnom petljom (do 1500 m). Za izbor načina veze koristi se posebno dizajnirana logika, preklopnici (linkovi) i programsko upravljanje pojedinim signalima porta D, slika 10.



Slika 10. Uprošćena blok šema komunikacijskog porta PMS



Slika 11. PMS - raspored modula i izgled kompletnog uređaja

### 3.2 Softver prenosne merne stanice

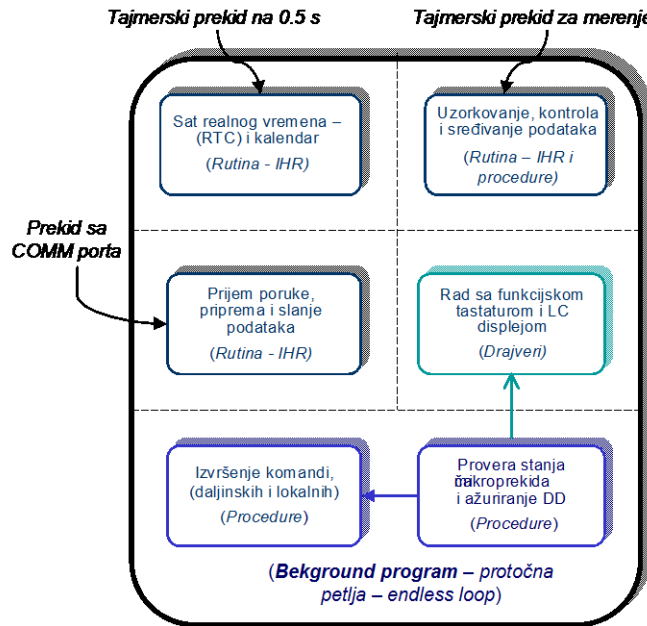
Sve funkcije prenosne mernice stanice, kontroliše složeno programsko rešenje – *Izvršni sistem (Executive System)*. Izvršni sistem ima neke odlike operativnog sistema i to naročito u delu upravljanja resursima. Osim provere ispravnosti svih hardverskih modula i funkcija, izvršni sistem ima zadatak da stalno kontroliše ulazno-izlazne operacije i da uredno vrši merenja i akviziciju podataka. Iako je vrlo složene strukture, izvršava se kao 'beskonačna petlja' - *Endless Loop*. U stvari, razgranata programska forma izvršava instrukcijske nizove u različitim granama, zavisno od zadate kombinacije mikroprekidača, slika 13. Na taj način se bira režim rada. Saglasno algoritmu i rezultatima merenja odvijaju se i neke od aktivnih funkcija - uticaj na proces.

Pošto se radi o industrijskom računaru za kontrolu tehnološkog procesa, najracionalnije je da se najveći deo kontrolnih programa (Izvršni sistem) smesti kao rezidentni modul u EPROM-u na procesorskom modulu. To je bilo neminovno, pošto se radi o prenosnom uređaju koji često može da ostane bez napajanja. Osim toga, postoje i drugi razlozi: zaštićen je od oštećenja, raspoloživ je pri svakom uključanju ili restartovanju uređaja, može da izvršava sve lokalne funkcije i ne zahteva obaveznu vezu sa PC kako bi se izvršio prenos (punjenje) softvera u lokalni RAM.

#### 3.2.1 Osnovna softverska rešenja

Softver prenosne mernice stanice razvijen je na PC računaru sa Intel-ovim mikroprocesorom i DOS operativnim sistemom, u  $\Pi$ -assembleru [8]. Ova softverska platforma predstavlja razvojno okruženje i pruža mogućnost pisanja koda u simboličkom jeziku za Motorola mikroprocesore. Osim toga, omogućena je i simulacija izvršenja pojedinih instrukcija [8]. Izvorni program pisan je u simboličkom jeziku – assembleru i sadrži preko 4500 programskih linija (instrukcija).

Prevodjenje u mašinski (*object*) kôd vrši se pozivom kompajlera čiji je jedini parametar naziv programa. Nakon prevođenja generiše se odgovarajući listing izvornog programa i binarni izvršni kod – *exe-file*.



Slika 12. Dijagram stanja radnog programa PMS (*State Chart*)

Analogno uređajima slične namene, softver PMS ima nekoliko osnovnih funkcija [9], koje se odvijaju sukcesivno, ili uporedo:

- provera ispravnosti svih hardverskih resursa pre početka rada,
- inicijalizacija osnovnih stanja i priprema uređaja za startovanje,
- upravljanje radom i kontrola regularnosti funkcija,
- prikupljanje rezultata merenja, primarna obrada i memorisanje,
- rad u mreži u interaktivnom režimu (*on-line veza*),
- uticaj na tehnološki proces (upravljanje i regulacija),
- lokalne i daljinske komande,
- prikaz relevantnih informacija na diodnom i LC displeju i
- proces automatskog prenosa prikupljenih podataka merenja.

Saglasno tome, razlikuju se dve programske celine:

- testno-kontrolni i
- radni programski modul.

### 3.2.2 Testno-kontrolni softver

Testno kontrolni (dijagnostički) softver je složeni programski modul koji ima osnovne funkcije:

- inicijalnu proveru ispravnosti harvera prilikom startovanja i
- permanantnu kontrolu rada pojedinih sklopova (*on line kontrola*) [10],
- testiranje ispravnosti vitalnih funkcija na zahtev.

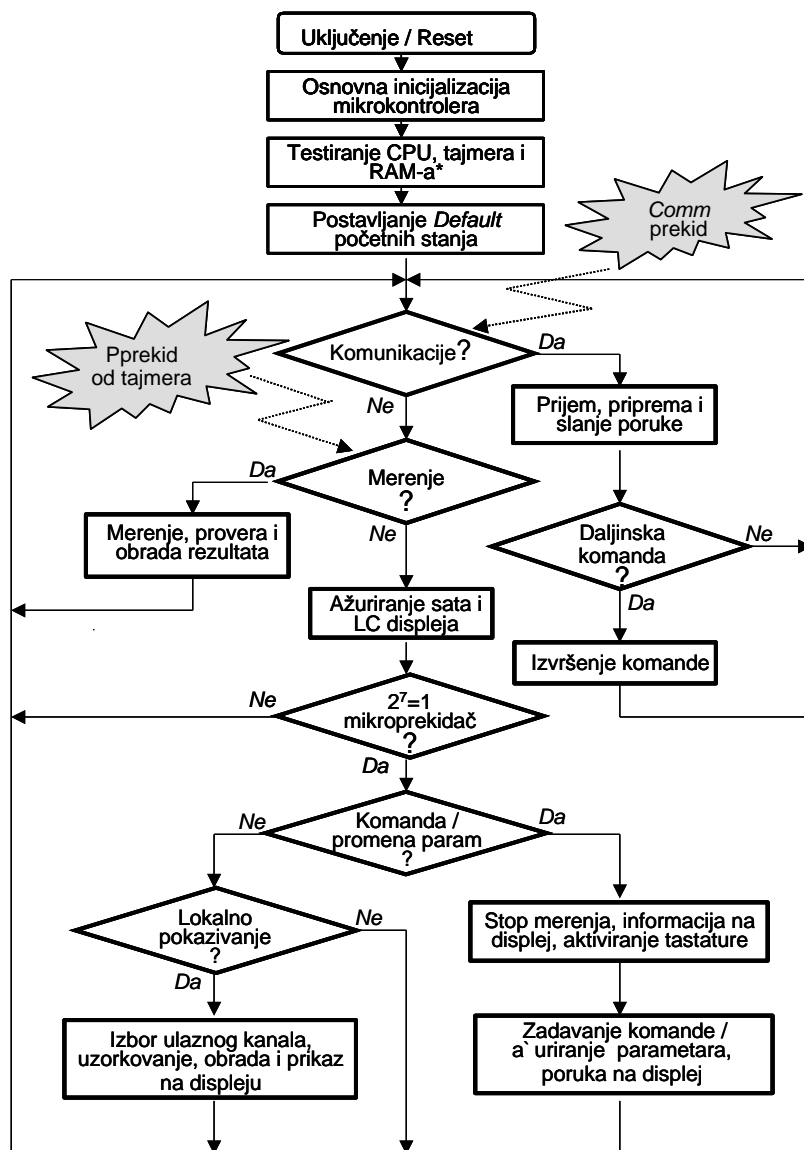
U testno-kontrolni softver spadaju i programi za kontrolu ispravnosti nekih funkcija uređaja koji se odvijaju uporedo sa radnim programom. Jedan od njih je modul za kontrolu ispravnosti A/D konverzije. On vrši proveru digitalne vrednosti analognih ulaza za svaki kanal prilikom merenja. Jednostavno, vrši se poređenje rezultata digitalizacije sa vrednostima \$00 i \$FF. Pri hardverskom podešavanju A/D konvertora (referentni napon) i ulaznih kanala (ofset i pojačanje) obezbeđeni su uslovi da izlaz iz A/D konvertora bude u granicama  $d \in [\$01 \text{ do } \$FE]$ . Ako se pri merenju dobije vrednost izvan ovog opsega, program reaguje informacijom o pogrešnom merenju, a to upravo znači zasićenje (podkoračenje ili prekoračenje) na ulazu. Rezultat merenja se ignoriše i poruka greške se unosi u statusni registar i pojavljuje se na LC displeju. Ovaj programski modul, uslovno, spada u BIST (*Built In Self Test*) softver [10].

Izborom odgovarajućeg položaja mikroprekidača izaziva se programska rutina za proveru rada tastera i LC displeja. Ovaj test moguće je izvesti u bilo kom režimu rada: nakon uključenja uređaja, u vreme inicijalizacije, ili za vreme merenja.

### 3.2.3 Radni program

Radni program ima zadatak da podrži sve funkcije u radu PMS. On predstavlja skup većeg broja programskih modula, i može uslovno da se nazove *izvršni sistem – Executive System* [11] (ponekad – *kontrolni softver*), pošto upravlja radom i kontroliše funkcije svih resursa. Takav izvršni sistem mora da reši tri ključne funkcije: *planiranje* zadataka, ili procesa (*Task scheduling*), *raspoređivanje* resursa (*Dispatching*) i međusobnu vezu, interakciju među zadacima (*Intertask communication*) [12].

U principu, usaglašavanje izvršavanja pojedinih taskova, njihova sinhronizacija, može da se postigne načinom provere (*Polling*) i mehanizmom prekida (*Interrupt*). Zahtev za prekid (*Interrupt Request*) dešava se u pravilnim intervalima, periodično (ciklično), aperiodično ili sporadično, ili kombinacijom ova dva načina (što je slučaj kod PMS). Izvori ovih zahteva su hardverski: od tajmera za sat realnog vremena i ritam uzorkovanja i zahtev sa serijskog porta za transfer podataka nadređenom sistemu. Tajmerski zahtevi spadaju u klasu periodičnih, dok je komunikacijski zahtev sporadičan; u posebnim slučajevima i on može da bude periodičan, ali za to je potrebna sinhronizacija sa nadređenim sistemom [12]. Mikrokontroler M68HC11 ne dopušta “prekide po dubini”, pa je potrebno da procedura obrade prekida (*Interrupt Handling Routine*) servisira svaki od njih, prema prioritetu. Prioritete je moguće programski menjati, upisom u kontrolni registar HPRIO.



Slika 13. Globalna šema scenarija Izvršnog programa MMS

### 3.2.4 Programski moduli za rad sa periferijom (Drivers)

Za interakciju sa mikroprocesorskom mernom stanicom u lokalnom radu koriste se mikroprekidači, funkcijska tastatura, diodni i LC displej. U svim režimima rada aktivni su izlazni sklopovi, displeji, dok se mikroprekidači i tastatura koriste samo u postupku testiranja i inicijalizacije.

S obzirom da su u primeni jednostavni sklopovi u hardverskom pogledu, razvijene su posebne programske celine za podršku njihovog rada, drajveri. U režimu lokalne kontrole rada postoji poseban test tastera koji se izaziva odgovarajućim stanjem mikroprekidača, pri čemu se svaki pritisnuti taster prikazuje na LCD, a njegov ASCII kod na diodnom displeju.

Da bi se efikasno rukovalo prenosnom mernom stanicom u lokalu, definisana su stanja 8-bitnog mikroprekidača tako da u kombinaciji sa funkcijskom tastaturom i Reset tasterom može da se zada režim rada i svi relevantni parametri, počev od datuma i vremena do broja kanala, vremena i perioda merenja, načina usrednjavanja i konstanti kanala. Primer izbora dat je na slici 14.

```
{ SWITCH = 80hex - rad u lokalnu }
{ SWITCH = 90hex - test tastera }
{ SWITCH = anhex - prikaz vrednosti sa kanala n=0-7 }
{ SWITCH = b0hex - zadavanje datuma i vremena: * mm dd ss mm # }
{ SWITCH = c0hex - startovanje merenja zvezdicom (*), zaustavljanje (#) }
{ SWITCH = d0hex - zadavanje broja an.kanala / merenje temperature)
{ SWITCH = e0hex - period: 1-1sec, 2-5sec, 3-15sec, 4-30sec, 5-1min.)
{ SWITCH = f0hex - interval: 1-1sec...6-5min, 7-15min, 8-30min, 9-1sat }
```

Slika 14. Izbor nekih od funkcija PMS pomoću mikroprekidača

### 3.2.5 Softver za podršku komunikacija

Veza PMS i PC računara može da bude permanentna i povremena. Ostvaruje se direktno ili preko modema [5]. Permanentna (*on-line*) veza omogućava stalni transfer podataka merenja i daljinski nadzor i kontrolu procesa i pojava. Podrazumeva inicijalizaciju i komande PMS sa PC računara. Smatra se regularnim načinom rada u nadzorno kontrolnim sistemima. Povremena veza ostvaruje se za potrebe jednokratnog prenosa podataka (*Uploading*) sadržanih u RAM-u PMS nakon završenih merenja.

Za potrebe komunikacija razvijen je složen programski podsistem na mernoj stanici sa specifičnim, za tu namenu razvijenim protokolom (ASP – asinhroni serijski prenos). Na PC računaru izvršava se odgovarajući aplikativni program za rad u realnom vremenu. On sadrži posebne procedure kojima se uspostavlja, održava i kontroliše transfer podataka. Ključni elementi ASP protokola:

- mreže su tipa LAN ili MAN,
- po topologiji su zvezdaste strukture, mada ima i linijskih,
- sve realizovane mreže su hijerarhijske organizacije,
- primarni čvor (skoro uvek PC računar) definiše ritam komunikacija,
- PC računar inicira uspostavljanje veze sa jednom od PMS u mreži, ili vezano za tajmer PC-a, ili izvršavanjem programske petlje,
- mernoj stanici se šalje Master poruka i čeka se adekvatni odgovor,
- primljena poruka (na obe strane: PC i PMS) kontroliše se na pojavu grešaka i ako se ustanovi njihovo prisustvo, aktivira se mehanizam ponovnog slanja (kao *Recovery Routine*),
- mnogi od parametara transfera definišu se sa nivoa PC računara.

Nezavisno od načina veze (permanentna ili povremena), PMS se uključuje u računarsku mrežu kao sekundarni (*Slave*) čvor. To znači da ne inicira uspostavljanje veze i kontrolu transfera, već se taj proces aktivira zahtevom sa nadređenog (*Master*) računara. U režimu samostalnog rada (akvizicije podataka), permanentno se ispituje odgovarajući bit u opštem registru stanja (*Communication Flag in GSR* [12]). Onog trenutka kada se pojavi komandna poruka sa nadređenog PC računara (taj događaj postavlja pomenuti bit), PMS šalje svoj status i počinje kontinualni prenos podataka merenja.

Za efikasne komunikacije na strani PMS potrebno je rešiti:

- pripremu serijskog porta,
- servisiranje zahteva za prekid sa komunikacijskog porta,
- prijem poruke sa primarnog čvora i
- slanje poruke odgovora.

Sekvenca slanja poruke na serijski port je *foreground* procedura i završava se pozivom procedure *InitComm*; PMS nastavlja izvršavanje radnog programa proverom semafora *SemRcv* i *MeriSad*, kao i stanja mikroprekidača, slika 13. Slanje poruke ostvareno je na principu rada sa nizovima, pošto su podaci merenja smešteni u odgovarajućim memorijskim baferima. Izlazni bafer (*Send Buffer*) uvek sadrži zadnju poslatu poruku. Tek nakon potvrde primarnog čvora o uspešnom prenosu, u izlazni bafer se smešta nova poruka. U slučaju neuspelog prenosa slanje iste poruke se ponavlja. Pri brzini od

19.2 Kbps prenos poruke podataka traje od 7.82 ms, do skoro 60 ms, za najkraću, odnosno najdužu poruku, respektivno. U slučaju brzine prenosa 9600 bps, trajanje je dvostruko duže. Ovaj podatak je od značaja za složene mreže, dok pri jednokratnom preseljenju podataka iz bafera PMS vreme prenosa direktno zavisi od režima rada "uploading" programa na PC-u.

#### 4. Zaključak

Prenosna merna stanica razvijena je, uglavnom, za potrebe rada na terenu u ruralnom okruženju, gde često nema napajanja električnom energijom. Njena osnovna karakteristika je što nema specifičnu namenu, već predstavlja univerzalni merno-akvizicioni uređaj. Prilično je podesna i za povremena, ili privremena jednokratna merenja, pa se zato često koristi i u uslovima proizvodnih pogona u industrijskim kombinatima. Vrlo je praktična njena primena za merenje meteoroloških i ekoloških parametara u radnoj i životnoj sredini. U takvim situacijama broj ulaznih kanala sasvim zadovoljava zahteve, a brzina i tačnost merenja je apsolutno prihvatljiva.

Praktična realizacija sklopova (napajanje, logički moduli) i njihova integracija u prenosni uređaj pokazala je vrlo dobru pouzdanost u radu u stvarnim radnim uslovima proizvodnih pogona. Adaptivnost ulazno-izlaznih kanala dobra je garancija za priključenje standardnih i nestandardnih transmitera i aktuatora. Izbor i konfiguracija softverske podrške (rezidentni izvršni sistem u EPROM-u) obezbeđuje stabilnost i reproduktivnost u izvršavanju svih funkcija merenja i monitoringa. Raspoložive mogućnosti lokalnog rada dovoljne su za elementarnu dijagnostiku stanja uređaja i za aktiviranje neophodnih funkcija. Dobro rešena veza sa nadređenim PC računarom omogućava efikasan prenos prikupljenih podataka. Zahvaljujući optimalno dizajniranom programskom rešenju na svim nivoima (PMS i PC), nadzorni sistemi su u praksi pokazali vrlo dobre rezultate: veliku raspoloživost (preko 98%), dobru stabilnost i pouzdanost i projektovanu tačnost (greške merenja i obrada podataka su ispod 1%). PMS je korišćena u Institutu za rudarstvo i metalurgiju - Zavod za hemijsko-tehničku kontrolu i za merenja nekih parametara u toploprodajnim stanicama gradskog toplifikacionog sistema u Boru.

#### LITERATURA

1. *J.A. Bryan, E.A. Bryan, Programmable Controllers – theory and implementation*, Industrial Text Company, Atlanta 1997.
2. *D.Milivojević, Mikroprocesorska merna stanica kao element industrijskih upravljačko-kontrolnih sistema*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, 2008.
3. *M.Jevtić, B. Đorđević, Č.Doličanin, D.Milivojević, A.Žonić, V.Tasić, D.Karabašević, A.Velimirović, M.Cvetković i S.Brankov, Upravljačko nadzorni sistemi za rad u realnom vremenu*, Projekat broj IT.1.05.0077.A, Izveštaj MNTR Republike Srbije za 2002 i 2003. godinu
4. *D. R. Milivojević, M. Radojković, Đ. Šimon, G. Jojić Blagojević, S. Lalović Računarske mreže na bazi BSP komunikacijskog podsistema*, Rad saopšten na YUINFO '95. Simpozijum o računarskim naukama i informatici, Brezovica 1995.
5. *D.R.Milivojević, B.Lazić, V.Tasić, Mobilna merna stanica* Rad saopšten na konferenciji ETRAN 2000, Soko Banja 2000.
6. *D.R.Milivojevic, V.Tasic. MMS in Real Industrial Network. Information Technology and Control, (ISSN=1392-124X)* Kaunas, Technologija, 2007, Vol. 36, No. 3, pp. 318 - 322.
7. *D.R.Milivojević, B.Lazić, V.Tasić SCADA – rezultat sopstvenog razvoja*, Časopis BAKAR broj 1. IBB Bor 2000.
8. *MOTOROLA INC., 1990 M68HC11 Reference Manual*
9. *Živorad Radonjić, Uputstvo za II-assembly*, Niš 1996.
10. *D.R.Milivojevic, V.Tasic, V.Despotovic, M. Pavlov, One solution of task priority ordering in microprocessor measuring station, Information Technology and Control, (ISSN=1392-124X)* Kaunas, Technologija, 2009, Vol. 38. No. 1, 67 – 71,
11. *Philip A. Laplante, Real-Time Systems Design And Analysis*, IEEE Computer Society Press, New York 1997.
12. *Dragan R. Milivojevic, Marijana Pavlov, Visa Tasic, Vladimir Despotovic, The software Structure and Principles of Main Task Scheduling in an Executive System, Journal of Theoretical and Applied Information Technology (ISSN 1992-8645), 31<sup>st</sup> March 2009 | Vol. 5 No. 3, pp 270-276*

**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума  
за признање техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије („Службени гласник РС“, бр. 38/2008) **рецензент проф. др Зоран Стевић оценио је да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:**

Назив: **„Преносна мерна станица“** развијен у оквиру пројекта **„РАЗВОЈ И ПРИМЕНА ДИСТРИБУИРАНОГ СИСТЕМА НАДЗОРА И УПРАВЉАЊА ПОТРОШЊОМ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ КОД ВЕЛИКИХ ПОТРОШАЧА – TR33037 “**

Аутор/аутори: **Драган Миливојевић, Виша Тасић, Владимир Деспотовић, Маријана Павлов, Дарко Бродић, Владан Миљковић**

Категорија техничког решења: **индустријски прототип – M82**

**Образложење**

Рецензентска комисија је утврдила да је предложено решење урађено за **РТБ Бор**.

Субјект који решење користи је **Институт за рударство и металургију Бор и РТБ Бор**.

Предложено решење је урађено **2011. године**.

Субјект који је решење прихватио је: **Институт за рударство и металургију Бор, РТБ Бор**.

Резултати су верификовани од стране **Научног већа Института за рударство и металургију Бор**.

Предложено решење се користи на следећи начин: **Привремена и повремена мерења енергетских и процесних величина, надзор еколошких и метеоролошких параметара и као део система за надзор и управљање индустријским процесима**.

Област на коју се техничко решење односи је: **Електроника и телекомуникације**

Проблем који се техничким решењем решава је: **Аквизиција података о електричној енергији, загађености животне средине и о технолошким процесима и утицај на ток технолошких процеса у обојеној металургији**.



2

Стање решености тог проблема у свету је следеће:

Постоји већи број произвођача који нуде различита решења за различите области индустрије. Свако решење захтева додатно прилагођавање специфичној области примене, што имплементацију чини дуготрајном и веома скупом.

Суштина техничког решења састоји се у:

Преносна мерна станица врши аквизицију података са различитих мерних места у трафостаницама или у производним процесима и меморише их или прослеђује командно-надзорном центру коришћењем сталне или повремене везе. На тај начин омогућена су мерења на терену, али и даљински надзор над дистрибуираним индустријским процесима. Пошто је комуникација између станице и центра бидирекциона, омогућена је и делимична контрола процеса подешавањем појединих процесних параметара.

Карактеристике предложеног техничког решења су:

Хардвер преносне мерне станице је модуларне конструкције и састоји се од блока напајања, процесорске плоче, плоче аналогног интерфејса, плоче дигиталног интерфејса и контролног панела са тастатуром и дисплејем. Употребљене су компоненте које су широко доступне на тржишту. Конструкција станице ја таква да је омогућено једноставно одржавање и замена компонената у случају отказа. Уграђени софтвер станице је смештен као резидентна компонента у меморијском чипу на процесорској плочи, чиме је омогућено да станица извршава одрђене функције аутономно, без потребе за успостављањем везе са командно-надзорним центром. Детаљне техничке карактеристике индустријског прототипа преносне мерне станице су дате у пратећој документацији.

Резултат је реализован у Институту за рударство и металургију у Бору и примењује се код корисника наведених у пратећој документацији.

Могућности примене предложеног техничког решења су следеће:

Примарно подручје примене преносне мерне станице су мерења на терену, као и надзор и контрола технолошких процеса. Подесна је за праћење аерозагађења и метеоролошких параметара. С обзиром да је станица конструисана за рад у индустријском окружењу примена се може наћи и у другим сродним гранама, уз одговарајуће модификације уграђеног софтвера и комуникационих протокола.

На основу свега наведеног рецензент је оценио да резултат научноистраживачког рада под називом "Преносна мерна станица" развијен у оквиру Пројекта РАЗВОЈ И ПРИМЕНА ДИСТРИБУИРАНОГ СИСТЕМА НАДЗОРА И УПРАВЉАЊА ПОТРОШЊОМ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ КОД ВЕЛИКИХ ПОТРОШАЧА – ТР33037, представља научни резултат који поред стручне компоненте садржи значајан научноистраживачки допринос.

Рецензент:

  
Проф. Др Зоран Стевић, дипл.инж.ел.

**Предмет: Мишљење о испуњености критеријума  
за признање техничког решења**

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије („Службени гласник РС“, бр. 38/2008) **рецензент Др Радојле Радетић, научни сарадник оценио је да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:**

Назив: **„Преносна мерна станица“** развијен у оквиру пројекта **„РАЗВОЈ И ПРИМЕНА ДИСТРИБУИРАНОГ СИСТЕМА НАДЗОРА И УПРАВЉАЊА ПОТРОШЊОМ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ КОД ВЕЛИКИХ ПОТРОШАЧА – ТР33037 “**

Аутор/аутори: **Драган Миливојевић, Виша Тасић, Владимир Деспотовић, Маријана Павлов, Дарко Бродић, Владан Миљковић**

Категорија техничког решења: **индустријски прототип – М82**

**Образложење**

Рецензентска комисија је утврдила да је предложено решење урађено за **РТБ Бор**.

Субјект који решење користи је **Институт за рударство и металургију Бор и РТБ Бор**.

Предложено решење је урађено **2011.** године.

Субјект који је решење прихватио је: **Институт за рударство и металургију Бор, РТБ Бор**.

Резултати су верификовани од стране **Научног већа Института за рударство и металургију Бор**.

Предложено решење се користи на следећи начин: **Привремена и повремена мерења енергетских и процесних величина, надзор еколошких и метеоролошких параметара и као део система за надзор и управљање индустријским процесима.**

Област на коју се техничко решење односи је: **Електроника и телекомуникације**

Проблем који се техничким решењем решава је: **Аквизиција података о електричној енергији, загађености животне средине и о технолошким процесима и утицај на ток технолошких процеса у обојеној металургији.**

Стање решености тог проблема у свету је следеће:

**На тржишту постоје уређаји овога типа. Углавном су развијани за конкретну**

примену. Иако су приближно истих перформанси, често постоје извесна ограничења или посебни услови у њиховој примени. Најчешће је потребно додатно прилагођавање специфичној области примене и то може да представља проблем у апликацији.

Суштина техничког решења састоји се у:

Преносна мерна станица је модуларне грађе базирана је на микроконтролеру и може да врши мерења процесних параметара и свих других електричних сигнала, еквивалентних физичким величинама. Њене комуникацијске могућности допуштају ефикасно повезивање са надређеним РС рачунаром, чиме се перформансе овакве конфигурације знатно повећавају. Значи, осим самосталног рада, може да представља и звор једне специфичне индустријске мреже.

Карактеристике предложеног техничког решења су:

Преносна мерна станица у хардверском погледу представља синтезу електронских склопова: блока напајања, процесорске плоче, плоче аналогног интерфејса, плоче дигиталног интерфејса и контролног панела са тастатуром и дисплејем. Склопови (модули) реализовани су стандардним компонентама које су широко доступне на тржишту. Конструкција станице ја таква да је омогућено једноставно одржавање и замена компонената у случају отказа. За подршку рада уређаја развијен је сопствени софтвер смештен као резидентна компонента у меморијском чипу на процесорској плочи. На тај начин је обезбеђена пуна аутономност уређаја и репродуктивност рада; након укључења, преносна мерна станица почиње са радом. Основни принципи градње, али и значајни детаљи и техничке карактеристике индустријског прототипа преносне мерне станице налазе се у пратећој документацији.


Резултат је реализован у Институту за рударство и металургију у Бору и примењује се код корисника наведених у пратећој документацији.

Могућности примене предложеног техничког решења су следеће:

За сва привремена и повремена мерења и ограничене контроле мерених параметара у индустријским зонама, али и у руралној средини, преносна мерна станица је врло погодна. Зависно од избора учестаности мерења, њен самостални рад може да траје и по неколико дана, што допушта рационалне коришћење интерне меморије и мала потрошња електричне енергије. Подесна је за праћење аерозагађења и метеоролошких параметара. Робусност у градњи обезбеђује поуздану примену и у отежаним, индустријским условима.

На основу свега наведеног рецензент је оценио да резултат научноистраживачког рада под називом "Преносна мерна станица" развијен у оквиру Пројекта *Развој и примена дистрибуираног система надзора и управљања потрошњом електричне енергије код великих потрошача – TP33037*, представља научни резултат који осим стручног пружа и одређени оригинални теоријски резултат.

Рецензент:

  
Др Радоље Радетић, научни сарадник



**RUDARSKO TOPIONIČARSKI BASEN BOR GRUPA  
TOPIONICA I RAFINACIJA BAKRA BOR DOO  
ELEKTROLIZA**

19210 Bor, Đorđa Vajferta 20-26, Srbija  
Telefon/Fax: 030/427-471

www.tirbor.com  
e-mail: elzatirbor@open.telekom.rs

**ДОКАЗ О ПРИМЕНИ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА**

Потврђујем да је у Производном погону Електролизе коришћена *Преносна мерна станица* реализовану у Институту за рударство и металургију Бор – Индустриска информатика, за мерења појединих процесних параметара у технолошком процесу електролитичке рафинације бакра. Ова мерења и прикупљање података вршена су са циљем идентификације процеса и утицаја на његов ток.

У Бору, марта 2012.

Управник Електролизе:  
  


У РЕГИСТРУ ПУТРАЊИ



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ

19210 Бор, Зелени булевар 35  
Тел:(030)432-299;факс:(030)435-175;E-mail:institut@ibb-bor.co.yu



|  |                         |         |
|--|-------------------------|---------|
| НАЗИВ ЗАПИСА<br>Захтев за валидацијом и верификацијом техничког решења | ВРСТА : 0.<br>МАТ.ДОК.: | Ознака: |
|--|-------------------------|---------|

Датум:



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

Број: 14.

10.01. 2012. год

БОР, Зелени булевар 35

#### ДОКАЗ О ПРИМЕНИ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Потврђујем да је Лабораторија за хемијско испитивање (ХТК) Института за рударство и металургију Бор користила *Преносну мерну станицу* реализовану у Институту за рударство и металургију Бор – Индустриска информатика, за повремена и привремена мерења метеоролошких и еколошких параметара у зони града Бора и на терену.

У Бору, новембра 2011.



Управник Лабораторије:

Мр. Новица Милошевић, дипл.хем.



**„RUDARSKO – TOPIONIČARSKI BASEN BOR“ GRUPA  
„TOPIONICA I RAFINACIJA BAKRA BOR“**

DRUŠTVO SA OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU - U RESTRUKTURIRANJU

Telegram: „TIR“ Bor, Teleks: 19286, Telefaks: 425-380,  
Telefon: 030/425-576, 421-576, 422-877, 423-171, 435-489

Institut za rudarstvo i metalurgiju  
BOR

Odeljenje: OC Energana

Telefoni - (030)  
427-488; 427-467

NAŠ ZNAK I BROJ: 207  
VAŠ ZNAK I BROJ:

Datum: 07.05.2012 god.  
19210 Bor, Đorđa Vajferta 20 - 24

**DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG REŠENJA**

Potvrđujem da je u proizvodnom pogonu Energana korišćena Prenosna merna stanica realizovana u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor – Industrijska informatika, za merenja pojedinih procesnih parametara u tehnološkom procesu elektrolitičke rafinacije bakra. Ova merenja i prikupljanje podataka vršena su sa ciljem identifikacije procesa i uticaja na njegov tok.

U Boru, Maja 2012.

Upravnik pogona Energana,

*Milorad Nestorović*  
Milorad Nestorović, dipl.inž.mas-1

„U RESTRUKTURIRANJU“



**INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR**

19210 Bor, Zeleni bulevar 35

Tel: (030) 436-826; faks: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ  
Број: V/3.7.  
Од 10.01.2012.године**

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на V-ој седници одржаној дана 10.01.2012. године донело:

**ОДЛУКУ**  
*о прихватању техничког решења*

**I**

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Преносна мерна станица“, аутора: *Др Драган Миливојевић, Др Виша Тасић, Владимир Деспотовић, Маријана Павлов, Др Дарко Бродић, Владан Миљковић* и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

*Др Миленко Љубојевић, дип.инж.руд.*  
**Научни саветник**