

## NADZORNO KONTROLNI SISTEM U ENERGANI RTB BOR

Viša Tasić, Dragan R. Milivojević, Dejan Karabašević, Vladimir Despotović, Zlatan Eškić, Institut za bakar Bor

**Sadržaj** – U radu je opisan realizovani sistem za praćenje proizvodnog procesa u pogonu Energana RTB Bor. Naznačene su posebnosti u strukturi razvijenog i primenjenog hardvera i specifičnosti programskih rešenja.

### 1. UVOD

U Institutu za bakar u Boru, u odeljenju za Industrijsku informatiku, već 20-ak godina radi se na razvoju računarskih sistema za nadzor, kontrolu i upravljanje tehnološkim procesima u realnom vremenu. Kao rezultat razvoja ovakvih sistema proistekla je III generacija UMS (Univerzalna Merna Stanica) sopstvene proizvodnje, koja predstavlja industrijski PLC (Programmable Logical Controller). Stanica u mreži sa nadređenim računarom čini jezgro svakog nadzornog sistema. Obuhvatanje i obrada podataka iz procesa, njihovi adekvatni prikazi u realnom vremenu i formiranje baze rezultata predstavljaju osnovni zadatak nadzornih sistema. Aktivno učešće monitorskih sistema u nadzoru procesa ogleda se u mogućnosti upozorenja na neželjeni tok procesa (prekorećenje vrednosti zadatih parametara), ili, što je efikasnije, na predviđanje takvih događaja. U tu svrhu koristi se sistem upozorenja, alarmiranja.

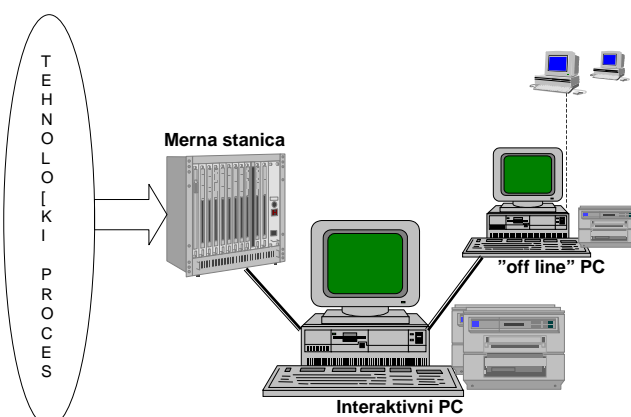
Kao najnoviji rezultat razvoja softvera za nadzorni računar proistekao je Opšti Merni Program OMP (sopstvena SCADA), koji je primenjen u slučaju nadzora procesa termičke pripreme vode u Energani, jednom od pogona Topionice i rafinacije bakra u Boru. Rad ima za cilj da prikaže neke mogućnosti realizovanog sistema.

### 2. KONFIGURACIJA SISTEMA

Projektom sistema za nadzor predviđeno je da se merenjima obuhvate kotlovska postrojenja, odeljenje za pripremu vode i izmenjivač toplote. Pošto su postrojenja smeštena u više hala, na međusobnom rastojanju od više desetina metara, bilo je potrebno da se signali sa mernih pretvarača skoncentrišu na pogodno mesto u pogonu gde je postavljena i merna stanica. U prvoj fazi obuhvaćeno je šezdesetak mernih mesta. Svi signali u mernu stanicu uvedeni su kao standardni strujni ulazi iz opsega od 0-20 mA. Nadzorni računar smešten je u upravnoj zgradi u kancelariji tehnologa proizvodnje. Ovaj računar je u mreži sa mernom stanicom posredstvom serijskog porta (RS 232 priključak) pri čemu je fizička veza ostvarena fiksnom linijom. Kako je rastojanje od merne stanice veće od 15 metara primenjeni su Line Coupler-i [1] preko kojih je ostvarena brzina prenosa 9600 bps. Predviđeno je da nadzorni računar ujedno služi i kao server, te je on povezan u lokalnu mrežu sa ostalim računarima u upravnoj zgradi. Ovim je pružena mogućnost prikaza slike procesa na veći broj mesta u sektoru tehničke kontrole.

Druga faza realizacije nadzornog sistema predviđa uvođenje još jedne merne stanice kojom bi se obuhvatila

merne mesta za koja tek treba da budu nabavljeni pretvarači, kao i obuhvatanje jednog broja signala stanja. Ova merna stanica takođe bi na istovetan način kao i prva bila povezana na nadzorni računar. Uprošćena blok šema realizovanog nadzornog sistema prikazana je na slici 1.



Sl.1. Blok šema nadzornog sistema u Energani

### 3. HARDVER

Merna stanica je mikroprocesorski uređaj za akviziciju podataka sa izvesnim stepenom autonomnog rada. Bazirana je na mikrokontroleru Motorola 68HC11 sa osnovnim karakteristikama:

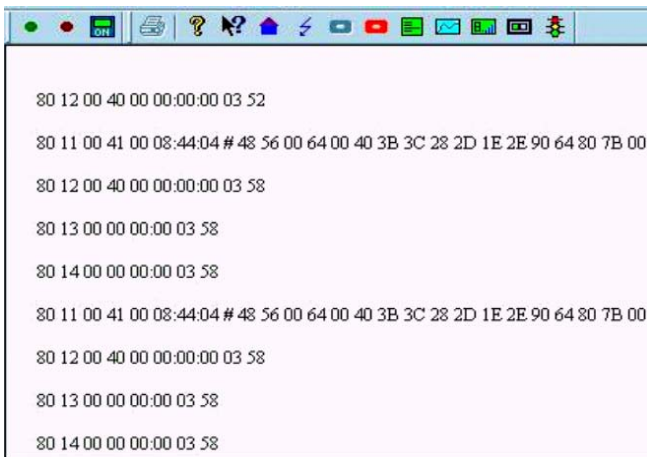
- mikrokontroler 68HC11E
- interni osmokalni 8-bitni A/D konvertor (trajanje konverzije manje je od 40  $\mu$ s),
- 56 diferencijalnih analognih ulaza koji mogu biti strujni, ili naponski (standardni ili nestandardni),
- 256 + 256 signala stanja (ulazi + izlazi) sa zajedničkom tačkim ili 64 + 64 nezavisnih digitalnih (ulazi + izlazi) signala. Svi digitalni signali mogu se galvanski izolovati od napona napajanja merne stanice,
- RS232 komunikacijski priključak sa mogućnošću rada preko modema,
- 48 (56) KB prostora za podatke (RAM)
- 16 (8) KB prostora za program (EPROM)

Lokalna funkcijska tastatura i displej pružaju mogućnost kontrole rada uređaja, unos realog vremena i startovanje merenja. Zadavanjem izvesnih komandi vrši se interakcija s procesom. Raspoloživi RAM omogućava samostalni rad (bez PC računara) i naknadno prosleđivanje podataka merenja (oko 2000 poruka).

Što se tiče zahteva u pogledu hardvera nadzornog računara, potrebno je da to bude PC računar standardne konfiguracije pod Win9x OS, sa minimum P2 procesorom, 64 MB RAM memorije i SVGA grafikom.

#### 4. SOFTVER

EPROM merne stanice sadrži izvršnu verziju testno-kontrolnog, radnog i komunikacijskog programskog modula. Ovi moduli su optimizirani u prostoru i trajanju i predstavljaju opšte rešenje za standardnu konfiguraciju. Radni program vrši merenja analognih kanala i proveru stanja digitalnih ulaza. Način merenja (uzorkovanje ili višestruko merenje s usrednjavanjem), učestanost i još neki parametri, zadaju se u lokalno preko funkcijske tastature, ili se prosleđuju sa PC računara (što je češći slučaj). Rezultati merenja formiraju poruku koja se prenosi nadređenom PC-u, ili se smeštaju u RAM, da bi se preneli nakon uspostavljanja veze sa PC. Osim transparentnog prenosa daljinskih komandi (sa PC-a) na tehnološki proces, radni program može da vrši i lokalno upravljanje.



Sl.2. Izgled ekrana za praćenje komunikacija u mreži

Na nadzornom računaru instaliran je program napisan u Microsoft Visual C++ 6.0 predviđen za rad u realnom vremenu koji obezbeđuje sledeće:

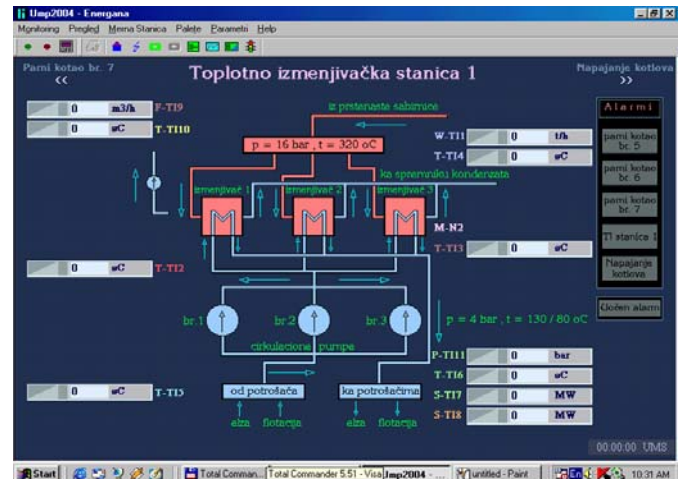
- komunikacije u računarskoj mreži za nadzor,
- obradu podataka,
- prezentaciju podataka,
- upravljanje (interakcija),
- arhiviranje i
- off-line obrade, restauraciju i analizu toka procesa.

Najvažnije klase ovog programa obavlja ulogu drajvera za komunikacije sa mernim stanicama kao sekundarnim čvorovima mreže (PC je master). Realizovane funkcije članice ovih klasa pružaju podršku komuniciranja po ASP protokolu [1]. Zadatak ovog dela programa je 'prozivanje', uspostavljanje veze, prenos podataka, provera ispravnosti prenosa i indikacija stanja čvorova u mreži. Posredstvom ovih funkcija nadzorni program kontroliše najvažnije parametre merne stanice, kao što su:

- učestanost generisanja poruka,
- način merenja (uzorkovanje ili usrednjavanje),
- broj analognih i digitalnih kanala i
- podešavanje sata realnog vremena.

Funkcije članice klasa koje imaju ulogu da podatke prikažu na ekranu u grafičkoj, sinoptičkoj ili tabelarnoj formi, vrše analizu postavljenog skupa pravila za prikaz i na osnovu rezultata ove analize prikazuje se željeni podskup podataka. Na slici 3 prikazan je izgled jednog sinoptičkog

ekrana, dok je na slici 4 dat izgled ekrana sa tabelarnim prikazom rezultata merenja.



Sl.3. Izgled sinoptičkog ekrana izmenjivača toplote

Rezultati merenja smeštaju se u prihvatne bafere do momenta arhiviranja. Njihova dalja obrada se sastoji iz niza akcija:

- obrada podataka za grafički prikaz na ekranu,
- obrada podataka za alarmni sistem,
- obrada podataka za distribuciju u LAN mrežu,
- formiranje dnevnih zapisa i
- formiranje mesečnih zapisa.



Sl.4. Tabelarni pregled rezultata merenja

Da bi se omogućio prikaz rezultata merenja prema zahtevu korisnika, nezavisno od njihovog redosleda u komunikacijskoj poruci, kreirana je posebna klasa za preusmeravanje podataka na odgovarajuće mesto na nekom od grafičkih prikaza. Posebne klase u programu obezbeđuju dodatne pogodnosti za korisnika, kao što su promena radnog opsega nekog parametra (usled promena davača, drugi režim rada), podešavanje pragova alarma, skaliranje grafičkog prikaza po određenoj osi i tsl. Skoro sva podešavanja odvijaju se putem dijaloga prozora. Na slici 5 prikazan je izgled dijaloga prozora za podešavanje jednog parametra.

Klasa za rad sa datotekama sadrži funkcije članice za upis podataka. Ove funkcije već formirane poruke iz bafera upisuju na hard-disk prema definisanom vremenskom kriterijumu. Rezultati merenja smeštaju se u tekstualne datoteke pogodne za dalju obradu (Excel, Access itd.).

Formiraju se tri grupe datoteka koje sadrže podatke za dnevne izveštaje, podatke za mesečne izveštaje i log podatke. Primer izgleda dela jedne log datoteke za evidenciju rada programa prikazan je na slici 6.

Kanal	min	max
Kanal 0	28	92
Kanal 1	28	92
Kanal 2	32	150
Kanal 3	28	92
Kanal 4	28	92
Kanal 5	28	92
Kanal 6	28	92
Kanal 7	28	92
Kanal 15	28	92

**Parametri kanala**

Opisni naziv signala:

Oznaka kanala:

Dozvoljeni minimum:

Dozvoljeni maksimum:

Multiplikator za grafik:

Broj radnih kanala na MS:

Broj virtuelnih kanala na PC:

Sl.5. Dijalog prozor za podešavanje parametara

Da bi se poboljšale karakteristike programa moguće je promeniti njegov nivo prioriteta (process priority) u odnosu na druge aktivne programe na nadzornom računaru. U režimu rada sa visokim (high) ili najvišim (real-time) prioriteto, program se ponaša veoma pouzdano, bez zastoja u komunikacijama ili usporenog grafičkog prikaza.

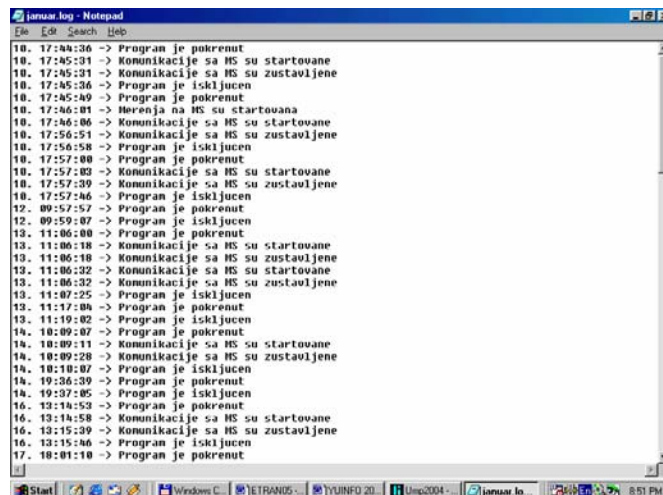
## 5. NAČIN RADA NADZORNOG SISTEMA

Po svojoj prirodi izmena toplote spada u klasu sporih procesa. To znači da posle svake od akcija na promeni parametara, postoji dovoljno vremena da se posledice te promene uoče i da se preduzmu odgovarajuće korektivne mere, ukoliko za tim ima potrebe.

Kako se program za nadzor izvršava na PC računaru koji radi u multitasking OS, iz potrebe pouzdanosti u radu bira se visoki (high) ili najviši (real-time) prioritet njegovog izvršavanja. Osnovni parametri sistema su inicijalno zadati (Default), a neke akcije se pokreću u toku rada. Komunikacija PC i merne stanice odvija se na Master-Slave principu, pri čemu PC 'proziva' mernu stanicu i kao odgovor dobija informacije o njenom stanju, kvalitetu prenosa i podatke merenja. Sistem funkcioniše tako što se sa PC računara startuje merna stanica, pri čemu joj se prenose svi potrebni parametri za njen samostalan rad, kao i realno vreme PC računara. Stanica kontinualno meri definisane parametre u određenom ritmu. Usrednjene vrednosti podataka merenja prosleđuju se PC računaru.

Na nadzornom računaru vrši se prijem poruke, analiza i prikaz rezultata merenja i njihovo arhiviranje. Detektovana prekoračenja i podkoračenja u odnosu na zadate granične uslove rada evidentiraju se u posebne datoteke, sa vremenom nastanka, i vrši se vizualno i zvučno alarmiranje operatera. Uočena alarmna stanja operater poništava i preduzima odgovarajuće akcije na otklanjanju uzroka.

Svi računari u lokalnoj računarskoj mreži (koji su pod Windows OS) posredstvom klijent verzije nadzornog programa mogu da pristupe deljivim podacima na nadzornom računaru. Ova (client) verzija programa poseduje samo mogućnosti prikaza podataka, ne i interakcije.



Sl.6. Primer izgleda dela log datoteke

## 5. ZAKLJUČAK

Implementirani nadzorni sistem, pokazao je zavidnu stabilnost u radu i reproduktivnost merenja. Jednostavna izmena parametara za odziv sistema pruža mogućnost optimizacije performansi. Korisnik je veoma zadovoljan konforom u radu: kako mogućnostima kreiranja iskaza u realnom vremenu, tako i formiranjem različitih izveštaja. Format izlaznih fajlova (tekstualni, binarni...) olakšava vezu sa standardnim Windows servisima i to predstavlja dodatni kvalitet. Prilikom širenja sistema treba posebnu pažnju obratiti na kontrolnu funkciju: lokalno automatsko upravljanje procesom i daljinsku kontrolu.

## LITERATURA

- [1] D.Milivojević, V.Tasić, D.Karabašević, "Komunikacije u ostvarenim RTS sistemima", Rad saopšten na konferenciji ETRAN 2003, Herceg Novi, 9-13.6.2003.
- [2] A.S.Tanenbaum, *Computer Network*, Prentice-Hall, International, Inc, 1989.

**Abstract** –This paper shortly describes realization of the computer network for monitoring of production process in Energana plants in Bor. Some specific details of hardware and software implementation were specially noted.

## MONITORING SYSTEM FOR TECHNICAL PROCESS IN ENERGANA RTB BOR

Viša Tasić, Dragan R. Milivojević, Dejan Karabašević, Vladimir Despotović, Zlatan Eskić