



MK0700020

PROCESNI NADZORNO-UPRAVLJACKI SISTEM
TE GACKO
PROCESS CONTROL AND MONITORING SYSTEM
THERMAL POWER PLANT GACKO

Jeremic Dragan, Skoko Maksim, TE Gacko, Gacko
Đokanovic Zdravko, Energoinvest Kibernetika, Beograd

Sadržaj: U radu je opisan DCS Ovation, proizvođača Westinghouse, USA, sa akcentom na koncept realizacije i osnovne karakteristike u Termoelektrani Gacko. U zaključku rada dati su najvažniji dosad uoceni komparativni efekti i performanse novog monitoring i kontrol sistema u odnosu na dosad korišteni tradicionalni sistem za nadzor i upravljanje blokom snage 300 MW TE Gacko u Gacku.

Abstract: DCS Ovation system, manufactured by Westinghouse, USA, is described in this paper. Emphasize on concept of realization and basic characteristic in Thermal Power Plant Gacko is given in this paper. The most important, noticed by now, comparative effects and performances of new monitoring and control system according to classical monitoring and control system of 300 MW units Thermal Power Plant Gacko in Gacko, are given in the conclusion.

1. УВОД

Rudnik i Termoelektrana Gacko nalaze se u gatackom energetsom bazenu u jugo-istocnom dijelu Republike Srpske.

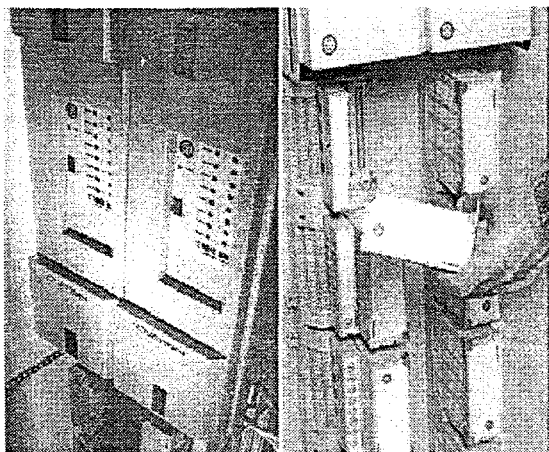
Prva faza Termoelektrane, blok snage 300 MW pušten je u pogon 9. februara 1983 godine. U poslednje tri godine TE Gacko je najveći proizvođač električne energije u Republici Srpskoj. Termoelektrana je zaključno sa 2001. god proizvela 15.751.635GWh električne energije na pragu za 78.226 sati rada. Termoelektrana je projektovana na 200 000 sati rada, tako da preostali vijek trajanja iznosi oko 120.000 sati ili 20 godina rada. Glavna oprema Rudnika i Termoelektrane Gacko isporučena je uglavnom iz bivšeg SSSR-a.

Oprema automatike do početka remonta 2001 godine bila je različitih proizvođača: iz bivšeg SSSR-a, Energoinvesta, Telemehanika, ATM-a i dr. Vecina ove opreme bila je na kraju vijeka trajanja. U periodu 1996 - 1999 godine u skladu sa najnovijim tehnicko-tehnoškim dostignucima realizovano je upravljanje nekim funkcionalnim grupama programabilnim logickim kontrolerima, akvizicija digitalnih ulaza, te još neki manji zahvati. U toku 2000 godine ekipa ruskih specijalista izvršila je u sardnji sa Institutom Vinca iz Beograda ispitivanje bloka TE Gacko i na osnovu analize, zakljucaka i sugestija, te tehno-menad: erske analize u TE Gacko, a u uslovima brzog razvoja informacionih tehnologija, koje se prije svega ogledaju u razvoju digitalnih racunara koji su postali sastavni dio kako malih tako i velikih industrijskih sistema, u Termoelektrani Gacko, tokom prošlogodišnjeg remonta, uveden je novi procesni nadzorno-upravljacki sistem vodeceg svjetskog proizvođaca Westinghouse.

2. OPŠTI OPIS SISTEMA

Distribuirani sistem za upravljanje Ovation, zasnovan na ANSI otvorenom standardu, koristi komercijalno raspoložive hardverske platforme, operativne sisteme i mrežne tehnologije. Sistem izvršava upravljačke funkcije kroz distribuiranu bazu podataka. Osim vrijednosti ulaznih i izlaznih velicina (trenutnih i istorijskih), granica opsega i alarmnih vrijednosti procesnih tacaka, baza podataka sadrži i sve ostale informacije o sistemu, uključujući i podatke o konfiguraciji sistema i upravljačke strukture. Ovakav pristup omogućava distribuciju funkcija u više nezavisnih procesora.

Komunikaciona mreža Ovation sistema, u obliku dvostrukog prstena, zasniva se na komercijalnom FDDI (Fiber Distributed Data Interface) protokolu, što omogućava brzinu prenosa od 100Mb/s i distribuciju informacija o 200000 procesnih tacaka u sekundi kroz sistem.



Slika 1a.

Slika 1b.

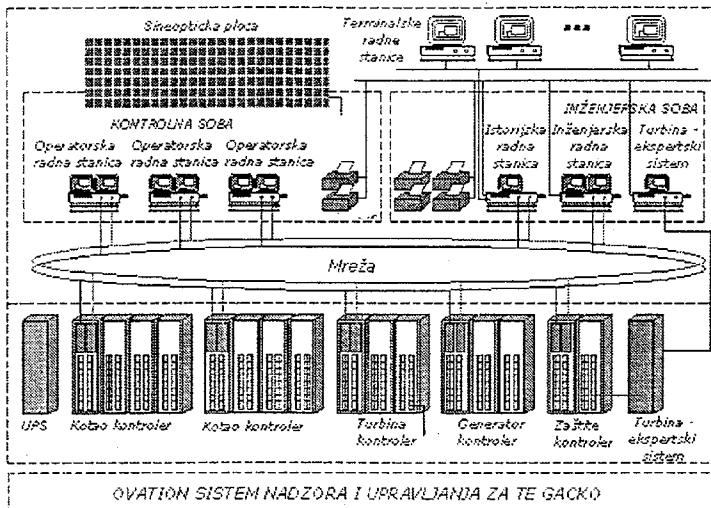
Slika 1a. Glavni i rezervni kontroler
Slika 1b. Grana, priključne klemne, personalni i U/I modul

Kontroleri sistema Ovation bazirani su na standardnoj PC arhitekturi sa Pentium procesorima i PCI/ISA 32-bitnom magistralom. RTOS operativni sistem za rad u realnom vremenu je u skladu sa otvorenim POSIX1003.1b standardom. Do 16000 tacaka može biti pridruženo jednom kontroleru, a od toga maksimalno do 1024 analogna ili do 2000 digitalnih procesnih signala, odnosno do maksimalno 128 ulazno-izlaznih modula. Ovation kontroler je dizajniran da izvršava brojne funkcije uključujući:

- kontinualno (PID) upravljanje
- logičko upravljanje
- specijalne logičke i vremenske funkcije
- prikupljanje podataka
- analizu sekvence događaja

- kompenzaciju hladnog kraja termoelemenata
- provjeru opsega procesnih velicina i senzora
- proveru alarmnih granica procesnih velicina
- konverziju signala u inženjerske jedinice

Upravljačka logika i pripadajući signali mogu biti podijeljeni u pet cjelina, čije se vrijeme izvršavanja podešava u opsegu od 10 ms do 30 sekundi. Za analizu redosljeda pojave bitnih signala koriste se posebni SOE (Sequence of Events) ulazni moduli, sa rezolucijom 1/8 ms.



Slika 2. Ovation sistem nadzora i upravljanja za TE Gacko

Redundantnost se obezbeđuje udvojenim kontrolerima, mrežnim i I/O interfejsima, kao i udvojenim napajanjem kontrolera, I/O modula i pomoćnim napajanjem ulaza. Rezervni kontroler prati stanje radnog kontrolera i istovremeno uzima sve podatke o procesu iz njegove memorije, tako da u slučaju kvara u potpunosti i bezudarno preuzima sve funkcije radnog kontrolera.

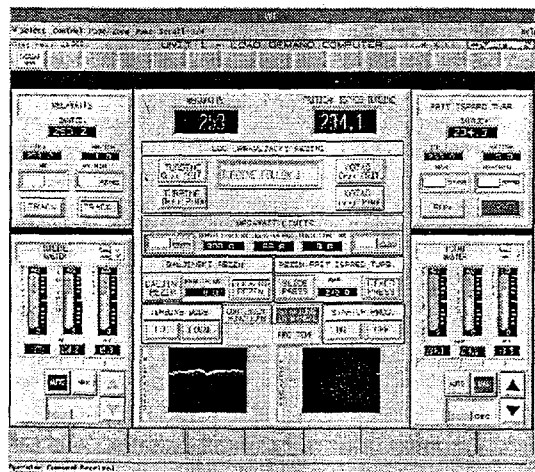
Sistem raspolaze širokim spektrom ulazno-izlaznih analognih i digitalnih modula. Ozicenje se izvodi na bazi modula, tako da se eventualna zamjena modula može izvršiti u toku rada, bez isklucivanja sistema i korištenja bilo kakvog alata. Ugrađeni osiguraci štite uređaj od kratkog spoja na ulaznim linijama. Osim uobicajenih miliamperskih, milivoltnih, RTD i digitalnih modula, na objektu TE Gacko korišteni su i SOE moduli kao i RLI moduli za upravljanje regulacionim ventilima.

3. NADZORNO - UPRAVLJACKI SISTEM TE GACKO

Upravljački dio Ovation sistema u TE Gacko čini pet parova redundantnih kontrolera. Prvi kontroler (drop11/drop111) upravlja tehnološkom cjelinom voda-para kotla: buster pumpe, napojne elektro-pumpe, napojna turbo-pumpa, 49 regulacionih i 20 on-off

ventila. Kontroler obraduje 329 analognih ulaza, 2 analogna izlaza, 427 digitalnih ulaza i 244 digitalna izlaza, ukupno 1002 signala. Funkcija drugog kontrolera (drop12/drop112) je upravljanje tehnološkom cjelinom gorivo-vazduh: mlinovi, ventilatori dimnog gasa, svjezeg vazduha i recirkulacije, 55 regulacionih i 50 on-off ventila i klapni. Procesnu sliku cini 1150 signala: 239 analognih ulaza, 6 analognih izlaza, 503 digitalna ulaza i 402 digitalna izlaza. Treći kontroler (drop13/drop113) nadzire rad turbine turbine i pripadajućih mehanizama i ventila, kao i kondenzatnih pumpi I i II stepena, pumpi normalne i havarijske dobave demi vode. 37 regulacionih i 71 on-off ventila. Pridruženo mu je 1069 signala: 295 analognih ulaza, 460 digitalnih ulaza i 314 digitalnih izlaza. Četvrti kontroler (drop14/drop114) namijenjen je za kontrolu rada generatora, 6kV i 0.4kV postrojenja i prati 994 signala: 234 analogna ulaza, 561 digitalni ulaz i 199 digitalnih izlaza. Funkcija petog kontrolera (drop15/drop115) je zaštita bloka, kotla, turbine i generatora. Kontroler obraduje 225 signala: 77 analognih ulaza, 109 digitalnih ulaza i 39 digitalnih izlaza. U ovom kontroleru se izvršava i softverski paket LDC (Load Demand Computer) za regulaciju snage.

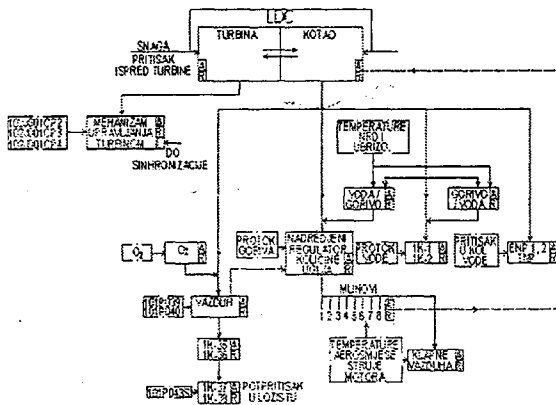
LDC je realizovan u standardnom Ovation programskom paketu za programiranje logike Control Builder, korištenjem standardnih logičkih blokova. Njegova funkcija je koordinacija rada regulacija kotla i turbine. Zadana vrijednost snage se propušta kroz softverski model bloka i šalje u podređene regulatore opterećenja kotla i pritiska ispred turbine. PID regulacija se koristi samo za korekciju odstupanja koja je posljedica različitog kvaliteta goriva i sl. Rezultat ovakvog čvršćeg vezivanja regulacija opterećenja kotla i pritiska ispred turbine je povećana stabilnost regulacije snage. Princip propuštanja zadane vrijdnosti kroz softverski model objekta i korištenje PID regulacije za korekciju, primijenjen je i na podređene regulatore pritiska svjezeg vazduha (sa korekcijom od regulatora sadržaja kiseonika) i potpritiska u ložištu.



Slika 3. Graficki prozor LDC

Veza operatora i funkcija LDC ostvarena je u obliku slicnom ostalim grafickim prikazima u sistemu, pomocu Ovation programskog paketa za grafiku Graphics Builder. LDC omogucava operatoru da postavi donju i gornju granicu zadane vrijednosti

snage (ukoliko postoje neka privremena ogranicenja) i brzinu promjene u skladu sa mogućnostima kotla i turbine. U slučaju većih odstupanja pomoćnih parametara (potpritiska u ložištu, pritiska svježeg vazduha, sadržaja kiseonika, protoka napojne vode i sl.) koje podređeni regulatori ne stizu da regulišu, LDC automatski smanjuje zadanu vrijednost snage. Moguće je nezavisno podešavati brzinu i krajnju tacku smanjenja snage za svaki pojedinačni uzrok. Ovo koordinisano smanjenje snage značajno smanjuje mogućnost ispađa bloka u kritičnim situacijama. LDC preduzima smanjenje opterećenja i u slučaju da šu neki mehanizmi dostigli svoj radni maksimum, npr. u slučaju da ventilatori dimnog gasa rade maksimalno opterećeni, LDC smanjuje zadanu vrijednost snage do nivoa koji odgovara maksimalnom opterećenju vantilatora. LDC ima ugrađenu funkciju da automatski vodi kotao tokom star-ta.



Slika 4. Blok šema LDC

Osim zaštitnih funkcija i LDC, peti kontroler (drop15/drop115) komunicira sa ekspertskim podsistemom za vibracije turbine COMPASS proizvođača Bruel and Kjaer.

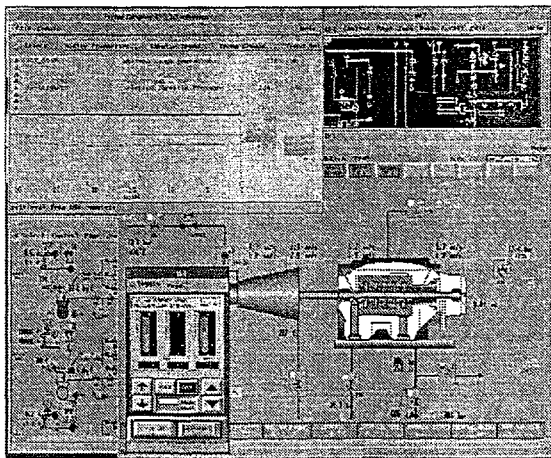
Ovaj podsistem ima sledeće karakteristike:

- mogućnost proširenja u budućnosti
- Off-line i on-line režim rada
- dodatne softverske mogućnosti analize: analiza uz pomoć trendova, analiza spektra, Bodeovi ili Nikvistovi dijagrami, živi bar-grafovi
- rano predviđanje kriznih stanja
- ekstremno brza akvizicija vrijednosti vibracija
- automatsko statističko određivanje normalnog stanja i havarijskih granica za svaku pojedinačnu mjernu tacku u zavisnosti od opterećenja turbine
- praćenje vrijednosti i faze vibracija (vektorski monitoring)
- automatsko izdavanje upozorenja i alarma pri dostizanju kritičnih granica
- automatsko prepoznavanje, akvizicija i dokumentovanje stanja pri pokretanju i zaustavljanju turbine (uključujući i poredenje sa starim stanjima)
- ugrađena baza znanja za automatsku identifikaciju s mogućim uzrocima (ekspertski sistem)

- hronološki zapis alarma i akcija na sistemu uključujući analizu nakon ispada

U komandnoj sali smještene su tri operatorske radne stanice sa po dva monitora, namijenjene za praćenje procesa i manipulaciju mehanizmima i izvršnim organima u tehnološkim cjelinama kotao, turbina i generator. Operatorske radne stanice su standardni PC racunari sa Pentium procesorima i WindowsNT operativnim sistemom. Operatorima je na raspolaganju 70 grafickih prikaza za praćenje procesa i odgovarajući broj pomocnih prozora za upravljanje mehanizmima i ventilima, kao i prozori sa informacijama o stanju tehnoloških i elektricnih uslova za uključenje mehanizama, prozori za promjenu redoslijeda i trenutno stanje mehanizama koji djeluju po principu radni-rezervni i prozori za izbor između više mjerenja sa identicnim mjernim mjestom. Operator može da odabere bilo koje od više mjerenja, njihovu srednju, najnizu ili najvišu vrijednost. Sistem automatski isključuje iz izbora neispravno mjerenje (kratak spoj, prekid linije ili odstupanje veće od definisanog). Do 4 vremenska dijagrama sa po 8 procesnih velicina može biti istovremeno prikazano na jednoj radnoj stanici. Procesne velicine mogu biti proizvoljno izabrane ili kao jedna od unaprijed definisanih grupa tehnološki srodnih velicina. Alarmi se prikazuju u obliku liste trenutno aktivnih alarma ili po redoslijedu pojavljivanja. Za svaku mjernu velicinu mogu se definisati po 4 gornje i donje granice i granice brzine promjene naviše i nanize. Alarmna lista se može filtrirati po tehnološkim grupama i/ili po prioritetu alarma.

U inženjerskoj sobi su inženjerska i istorijska (HSR) radna stanica. To su Sun microsystems racunari sa UltraSPARC procesorima i UNIX Solaris operativnim sistemom. Na inženjerskoj stanici su svi programski alati neophodni za rad na sistemu:



Slika 5. Graficki prozor procesnog dijagrama i procesnih velicina na operatorskoj stanici

- Control Builder za programiranje upravljačke logike, regulacionih kontura i logike zaštita. To je standardni AutoCAD R14 sa dodatnim funkcijama za crtanje logickih šema (izborom elemenata iz biblioteke od preko 100 funkcionalnih blokova sa više podvar-

ijanti), njihovo povezivanje i, na kraju, prevodenje u grafički oblik koji omogućava da se na svim radnim stanicama mogu uzivo pratiti logički uslovi rada pojedinih mehanižama (linije logičkih signala mijenjaju boju), a na inženjerskoj stanici mijenjati svi bitni parametri logičkih blokova (parametri PID regulatora, vremena vremenskih članova, granice blokova za poredenje i sl.)

- Graphics Builder za crtanje procesnih slika. Postoje dva režima rada: grafički i pisanjem programskom koda. Prelaz iz jednog u drugi način rada je moguć u svakom trenutku, pošto se obje verzije procesne slike automatski usaglašavaju prilikom svake promjene. Grafički režim je, naravno, jednostavniji za upotrebu, ali tekstualni omogućava neke funkcije nedostupne u grafičkom režimu, kao što su upotreba funkcija IF...THEN...ELSE, FOR...NEXT i sl.

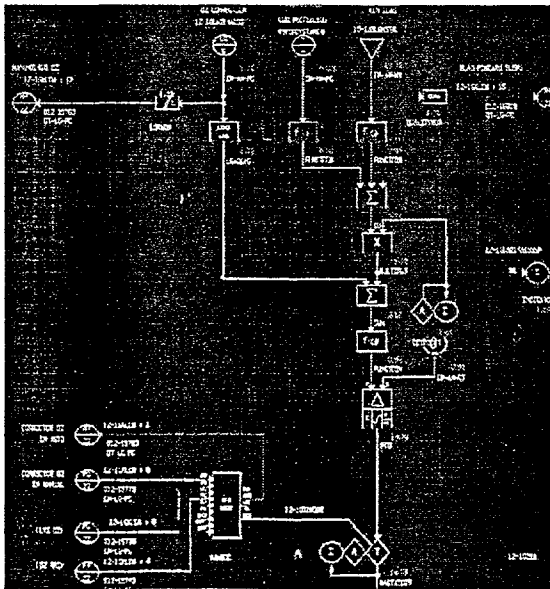
- I/O Builder za konfiguraciju kontrolera i ulazno-izlaznih modula

- Point Builder za definisanje procesnih tacaka i njihovih karakteristika: pripadnosti kontroleru, frekvencije osvjetljavanja, mjernog opsega, opsega signala, alarmnih granica i stanja i sl.

- Point Group Builder za formiranje grupa tehnološki srodnih signala za prikazivanje na vremenskim dijagramima

- Report Builder za kreiranje štampanih izvještaja. Uz pomoć komercijalnog softverskog paketa Applix Spreadsheets (po funkciji gotovo identičan programu Microsoft Excel) definišu se izgled i sadržaj izvještaja, koji se automatski popunjava realnim podacima prilikom štampanja. Štampanje izvještaja može biti periodično, po zahtjevu ili po ispunjenju definisanih uslova iz procesa.

- Security Builder za definisanje korisničkih imena, lozinki i prava pristupa sistemu i pojedinim alatima



Slika 6. Primjer programiranja u control builderu

Istorijska (HSR) radna stanica je po mogućnostima jednaka inženjerskoj, ali je njen prvenstveni zadatak automatsko prikupljanje svih podataka i njihovo arhiviranje na optičke diskove kapaciteta 5.2 GB. Za arhiviranje se koristi Hewlett-Packard uređaj SureStore Optical 5200ex.

Sekundarna mreža terminalskih radnih stanica ima isključivo ODBC (Open Database Connectivity) pristup bazi podataka. Ovi računari se nalaze u prostorijama rukovodilaca različitih sektora i inženjera zaduženih za proizvodnju i održavanje, unapređenje i razvoj. ODBC omogućava da se, pomoću standardnih programa kao što su Microsoft Excel i Access, prate i prikupljaju trenutni i historijski podaci o procesnim veličinama i njihova dalja obrada. Na terminalskim radnim stanicama je i programski paket za proračun performansi bloka. Ovaj program je odgovor na zahtjeve za povećanjem efikasnosti rada bloka, povećanje proizvedene energije uz smanjenje troškova i zagađenja. To je ekspertski sistem koji:

- prati performanse glavnih uređaja i opreme i otkriva odstupanja u odnosu na proračunate optimalne vrijednosti
- identifikuje moguće uštede vezane sa načinom upravljanja i promjenama kvaliteta goriva
- tokom vremena prati gubitke koji se mogu kontrolisati i predložiti mjere za njihovu korekciju
- identifikuje alternativne metode za upravljanje bloka i simulira promjene u radnim uslovima u cilju povećanja performansi.

4. ZAKLJUČAK

Upravljacko - nadzorni sistem već u prvih četiri mjeseca pokazao je svoju punu opravdanost, što je nedvojbeno mišljenje stručnjaka koji su detaljno upoznati sa postignutim performansama. Podešavanje osnovnih funkcija sistema trajalo je oko dva mjeseca i u tom periodu uspostavljene su sve funkcije upravljanja u automatsko-optimalnom režimu. Nivo automatizacije kotla, koji je ranije bio oko 30%, sada je oko 90% projektovanih rješenja, uz uspostavljanje mnogih funkcija koje ranije nisu ni projektovane. Uspostavljen je optimalni režim rada uz povećanje stepena iskorištenja bloka, što je najevidentnije kroz:

- olakšano je puštanje TE u pogon uz minimalan utrošak mazuta (30-40% manje nego ranije);
- smanjena je temperatura na izlazu iz ložišta za 80 - 100 °C, što povoljno utiče na smanjenje zaprljanosti kotla i smanjenje toplotnih gubitaka;
- temperature aerosmješe su veće za 50 °C, što utiče na kvalitetnije sagorijevanje i povećanu efikasnost ložišta;
- optimizovana je količina vazduha i opterećenje ventilatora dimnog gasa što utiče da je smanjena potrošnja mazuta u startu i na optimizaciju sagorijevanja u svim režimima rada;
- automatizacija doziranja goriva utiče na smanjenje propada snage i smanjenje potrošnje mazuta pri ispadu pojedinih mlinskih postrojenja

- mogućnost analize istorijskih podataka omogućava kvalitetno praćenje rešenja rada i korekcije u cilju dalje optimizacije;

Ovo su samo najvažniji do sad ispoljeni efekti novog procesnog nadzorno-upravljackog sistema u TE Gacko. Niz drugih efekata koja obezbeđuju kvalitetniji, pouzdaniji i komforniji rad koji su već, ili će tek postati evidentni u toku eksploatacije sistema, obzirom na ograničen prostor nije moguće navesti ili obraditi u okviru ovog rada.

LITERATURA

- [1] Projektna dokumentacija procesnog nadzorno-upravljackog sistema, TE Gacko, Gacko 2001.
- [2] Eksploataciona dokumentacija Ovation Sistema, Pitsburg 2001.
- [3] Westinghouse: Ovation Graphics Language Manual
- [4] Westinghouse: Ovation Graphics Builder User's Guide

**Jeremic Dragan, Skoko Maksim, TE Gacko, Gacko
Đokanovic Zdravko, Energoinvest Kibernetika, Beograd**