

A. STRITAR, M. KLOBUČAR

INSTITUT " JOŽEF STEFAN "
Odsek za reaktorsko tehniko
JAMOVA 39
61000 LJUBLJANA

Sistem za prikaz obratovalnih parametrov jedrske elektrarne

Computer system for Nuclear Power Plant parameter display

Povzetek: Opisan je programski paket, ki omogoča učinkovit, cenen in enostaven prikaz informacij na zaslonu osebnega računalnika. Prikaz je lahko v alfanumerični ali grafični obliki. Uporaben je z izdelavo sistema za spremljanje obratovanja jedrske elektrarne Krsko. Sistem predstavlja tretji nivo celotnega procesno informacijskega sistema nuklearke, katerega posodobitev je predvidena v bližnji prihodnosti.

Abstract: The computer system for efficient, cheap and simple presentation of data on the screen of the personal computer is described. The display is in alphanumerical or graphical form. The system can be used for the man-machine interface in the process monitoring system of the nuclear power plant. It represents the third level of the new process computer system of the Nuclear Power Plant Krsko.

UVOD

Dober prikaz množice podatkov predstavlja eno ključnih vprašanj pri komunikaciji človek - stroj. Na Odseku za reaktorsko tehniko Instituta "Jožef Stefan" smo razvili programsko opremo, ki omogoča pregledno prikazovanje v numerični ali grafični obliki na barvnem zaslonu osebnega računalnika. Z razvojem smo pričeli za potrebe simulatorja jedrske elektrarne, kasneje pa smo se usmerili tudi k možnosti uporabe za spremljanje procesa v sami elektrarni.

Programski paket predstavlja zadnji člen v celotni verigi obdelave procesnih podatkov. Tipala v procesu pošiljajo analogne signale sistemu za vzorčenje, ta jih pretvori v digitalno obliko in v inženirske enote ter pošlje v procesni računalnik. Od tu so podatki na razpolago digitalnemu procesnemu omrežju in šele nanj se priključi osebni računalnik z naso programsko opremo.

ZASNOVA IN IZVEDBA PROGRAMSKEGA PAKETA

Pri snovanju programskega paketa smo si zastavili naslednje cilje:

- a. Enostavna priprava osnovne, statične slike na zaslonu z možnostjo hitre in enostavne spremembe.
S tem imamo odprto možnost široke uporabe in enostavnih sprememb.
- b. Možnost izpisa numeričnih vrednosti na vnaprej izbrane položaje na osnovni sliki.
To omogoča izdelavo zaslonov, kjer bodo numerični podatki iz elektrarne prikazani na odgovarjajočem mestu na statični sliki.
- c. Možnost spremembe barve, položaja, zasuka ali velikosti posameznih delov slike.
S tem lahko izdelamo npr. sheme hidravličnih sistemov, ki se jim na podlagi stanja v procesu spreminjajo barve (npr. zaprt ventil -rdeče, odprt -zeleno), ali pa oblika (nivo v posodi).
- d. Možnost risanja časovnih potekov izbranih spremenljivk.
- e. Možnost komunikacije s procesnim (ali kakim drugim) računalnikom.
To je seveda bistvena zahteva, saj le preko komunikacije lahko dobivamo tekoče podatke o procesu.
- f. Enostavna izbira in modifikacija v točkah b. do d. navedenih zahtev
S tem je misljen nekaksen grafični urejevalnik, ki bi na enostaven način omogočal pripravo posameznih zaslonov brez morebitnega mučnega kodiranja na nivoju programa ali podatkovnih baz.
- g. Izvedba s splošno uporabljenim jezikom na splošno uporabljenih računalnikih.
S tem si zagotovimo prenosljivost in široko uporabnost.

Zadnja zahteva nas je vodila k uporabi osebnega računalnika tipa IBM-PC. Z velikostjo trdega diska je omejeno število zaslonov, ki jih je možno prikazovati. Vsak zaslon zasede približno 120 KB prostora na disku.

Zahtevo a. smo resili tako, da programski paket uporabi sliko, pripravljeno s programom AutoCAD. Na ta način lahko enostavno in učinkovito narišemo ali uporabimo že narisano sliko v AutoCADu, jo pretvorimo v takoimenovani DXF format in prenesemo v uporabo v naš paket. Uporabili smo tudi koncept BLOCK v AutoCAD za rešitev zahteve c. Posamezni del slike (npr. ventil) v AutoCADu definiramo kot blok, tj. nekakšno zaključeno celoto. Nas programski paket lahko potem takemu bloku spreminja barve, velikost, položaj in zasuk.

Zahtevo f., kreiranje zaslona, smo resili s posebnim programom, ki prebere AutoCADovo datoteko DXF, nariše sliko na zaslon in nam omogoča v interaktivnem dialogu izbiro lokacij za izpis na zaslonu (zahteva b.), izbiro in vrsto spremembe posameznega bloka risbe (zahteva c.) ali pa izbiro spremenljivk za risanje časovnih potoke, trendov (zahteva d.).

Komunikacijo s procesnim računalnikom smo izpeljali preko serijskega vmesnika ali preko Ethernet lokalne računalniške mreže.

UPORABA

Zaradi svoje fleksibilne zasnove ponuja programski paket zelo široke možnosti uporabe. Priceli smo ga razvijati za potrebe simulatorja jedrske elektrarne. Povezan bi bil z glavnim računalnikom simulatorja, kjer bi se preračunavali matematični modeli. Podatki bi torej prihajali iz tekočih preračunov. Podobna uporaba je v analizatorju jedrske elektrarne. Analizator, podobno kot simulator, preračunava matematične modele simuliranega objekta, vendar z namenom projektnih studij. V prvi fazi bi ga pri nas uporabljali za postprocesiranje rezultatov preračunov z računalniškim programom RELAPS.

Samostojna uporaba, brez povezave na večji računalnik, bi lahko omogočila izdelavo solskih pripomočkov pri solanju operaterjev elektrarne (nekakšni mini simulatorji). Tako bi lahko npr. izdelali pripomoček za prikaz delovanja hidravličnih sistemov v različnih fazah z barvanjem odprtih ali zaprtih pretočnih poti, delovanja električnih sistemov z barvanjem zbiralk, ki so pod napetostjo ipd.

V procesu bi naš programski paket lahko služil kot osnovni način prikaza stanja. S priključitvijo osebnega računalnika z našo programsko opremo na že obstoječi procesni informacijski sistem pa postanejo vsi zbirani podatki vedno dostopni v praktično poljubni grafični ali alfanumerični obliki.

Jedrska elektrarna Krško se je lotila posodobitve svojega procesno informacijskega sistema (PIS). Sedanji PIS je zasnovan okoli

zastarelega računalnika W2500. Ima omejene kapacitete spremljanja procesa in zelo omejene možnosti prikaza informacije operaterju.

NE Krsko je v letu 1989 objavilo specifikacije novega PIS /4/. Temelji naj bi na večprocesorski konfiguraciji, ki nudi najvišji nivo zanesljivosti. Predvideni so trije nivoji računalniške obdelave:

- Najnižji nivo naj bi zbiral analogne podatke procesa, jih pretvarjal v digitalni zapis in jih prevedel v inženirske enote.
- Nivo realnega časa opravlja tekoče obdelave merjenih rezultatov, skrbi za podatkovne baze in za komunikacijo s sistemom za prikaz operaterju
- Oprema za prikaz stanja nudi operaterju vse nujno potrebne podatke za upravljanje nuklearke.

Osnovni namen PIS je, da nudi operaterju čim hitreje vse potrebne podatke o dejanskem stanju procesa. Med nezgodnimi situacijami mu lahko pomaga pri diagnosticiranju. Odkar se za prikaz podatkov uporabljajo barvni zasloni, je zelo pomembno, kako so te ti urejeni. V komandni sobi jih je na razpolago več. Enega od njih rezerviramo za javljanje alarmov, medtem ko delovanje ostalih lahko prilagajamo trenutnim potrebam.

Na sliki 1 je predstavljeno, kako bi se naš sistem lahko vključil na različna mesta v integrirani PIS, poleg neposredne uporabe v komandni sobi.

ORGANIZACIJA PRIKAZA

Prikaz podatkov smo zasnovali v hierarhični obliki (slika 2). Na najvišjem nivoju so poleg osnovne skice procesa prikazani tudi najbolj pomembni podatki trenutnega stanja. Minimalno potreben nabor osnovnih podatkov bi bil naslednji:

- moč reaktorja
- primarni tlak
- primarni pretok
- povprečna temperatura primarnega hladiva
- podhlajenost
- tlak v uparjalnikih
- nivo v uparjalnikih
- pretok pare iz uparjalnikov
- pretok napajalne vode
- moč generatorja

Dodatno k temu se lahko osnovni varnostni parametri prikazujejo v obliki osmerokotnika s spreminjajočimi se dolžinami diagonal ali pa v obliki horizontalnih crt spremenljive dolžine.

Drugi nivo ima zaslone združene okrog različnih sistemov. Glede na zasnovno jedrske elektrarne Krsko, smo se odločili, da jih razdelimo v naslednje skupine:

1. RCS - Primarni sistem
2. BOP - Sekundarni nejederski del elektrarne
3. AUX - Drugi ne-varnostni pomožni sistemi
4. EL - Električni sistemi
5. ESF - Sistemi tehničnih varnostnih mer
6. razno

Vsaka od teh šestih točk ima uvodno sliko z osnovnimi podatki skupine sistemov (slika 3 je primer za RCS). Taka zasnova je enostavna za RCS in BOP sisteme, medtem ko moramo za ostale, ki so bolj raznoliki, uvesti pomožne slike z osnovnimi informacijami posameznih podsistemov.

Tretji nivo vsebuje zaslone z natančnim prikazom vsakega podsistema. Število je odvisno od števila podsistemov in od natančnosti zahtevanega prikaza. Kot primer zaslon, na katerem prikazujemo tlačenik, lahko vsebuje sheme z numeričnimi prikazi vseh meritev - 4 kanale za tlak, 4 kanale za nivo, vse temperaturne meritve, stanje ventilov ipd.

Na istem nivoju so tudi različni prikazi, ki ne predstavljajo hidravličnega ali električnega sistema, so pa vseeno velikega pomena za normalno obratovanje naprav. To vključuje večino grafičnih prikazov mejnih pogojev obratovanja v tehničnih specifikacijah (PT diagramih, omejitvene krivulje sredica, AFD - axial flux difference diagram sredice), za katere tekoče rešitve ne zagotavljajo nikakršne sprotne računalniške podpore.

Četrti nivo omogoča operaterju tekoče spremljanje stanja naprav in zgodovine v tabelaričnih ali grafičnih oblikah. Vsak zaslon na tretjem nivoju ima več podpornih tabel oz. časovnih diagramov na četrtem nivoju. Vsebina določenega dela tabel je konstantna, medtem ko lahko ostale operater spreminja glede na potrebe. Vsak zaslon v tretjem nivoju ima določeno število procesnih spremenljivk, ki so na razpolago za tabelarične oz. grafične prikaze.

Dodatno so na tem nivoju na razpolago tudi zaslone, ki podpirajo operatorjevo delo med procesom. Kot primer, računalnik lahko izračuna količino vode potrebne za znižanje koncentracije borove kisline v primarnem krogu.

STROJNA OPREMA DELOVNE POSTAJE

Delovna postaja temelji na 80386 CPU računalniku. Sestavljena je iz 80386 CPU (16 MHz), matematičnega koprocesorja, 16 MB pomnilnika, 80 MB trdega diska za shranjevanje procesnih podatkov, dodatnih grafičnih skic in programov za povezovanje delovne postaje z drugimi računalniki (Ethernet link).

Programska oprema delovne postaje je kombinacija video menija in funkcijskih tipk. V vsakem trenutku ima operater v prvi vrstici ekrana izpisan meni z imeni slik v drugem meniju hkrati z ustrežno funkcijsko tipko, ki ga do te slike lahko privede.

Po izbiri funkcijske tipke se prikaže meni v tretjem nivoju. Število teh je različno za vsak nivo sistema. Podobno se nam pojavi nivo četrtega reda, potem ko smo izbrali določeno funkcijsko tipko tretjega nivoja.

V vsakem trenutku ima operater možnost sliko na zaslonu shraniti na datoteko trdega diska. Tako shranjena slika vsebuje statični in dinamični del s trenutnimi podatki. Možen pa je tudi zapis podatkov določenega dela opazovanega sistema. Npr. v danem trenutku lahko shranimo podatke neke črpalke ter jih kasneje analiziramo na katerikoli delovni postaji.

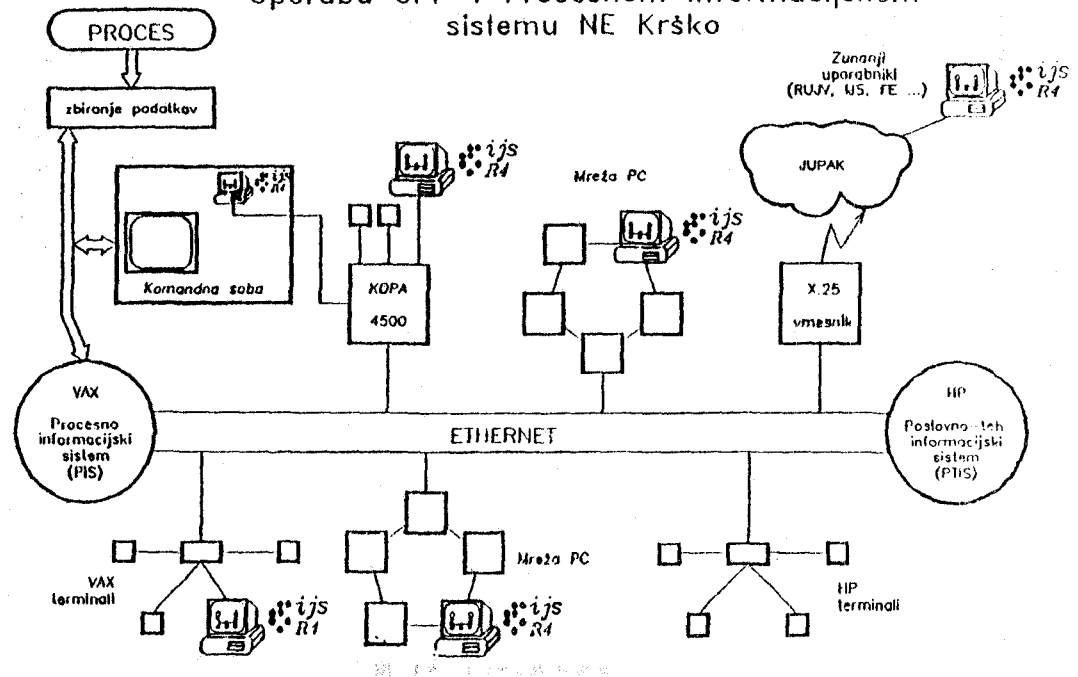
ZAKLJUČEK

Opisani sistem je samo začetna zasnova sistema povezave človek-stroj. Lahko služi kot osnova za nadaljni razvoj dobrega informacijskega sistema. Ker je varen in dober sistem nujen za upravljanje jedrske elektrarne, smo prepričani, da bo naša idejna zasnova doživela še več sprememb. Predvsem je bistveno sodelovanje upravljalcev NE Krsko, kot končnih uporabnikov.

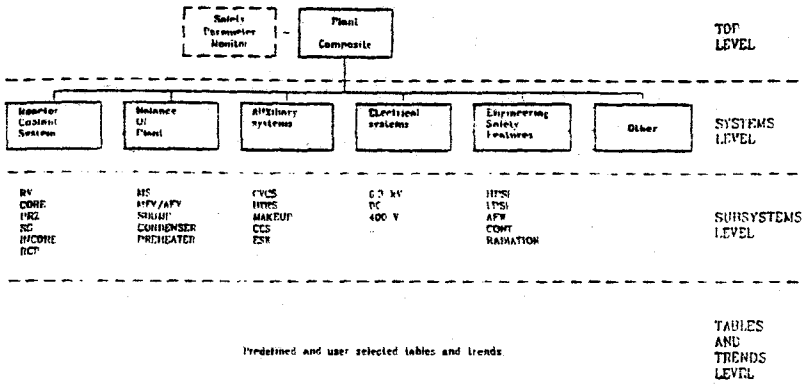
Literatura

- /1/ K.Janežič, A.Stritar: GPP - programski paket za grafično predstavitev podatkov na osebem računalniku, IJS-DP-5184, 1988.
- /2/ Turbo Pascal Owner's Handbook, Borland international.Inc. 1988.
- /3/ M.Yester: Using Turbo Pascal, Que-Corporation, 1989.
- /4/ Design Basis and Requirements Specifications for the Pilot Project of the Process Computer Replacement in Krsko NPP, NEK, July 1989

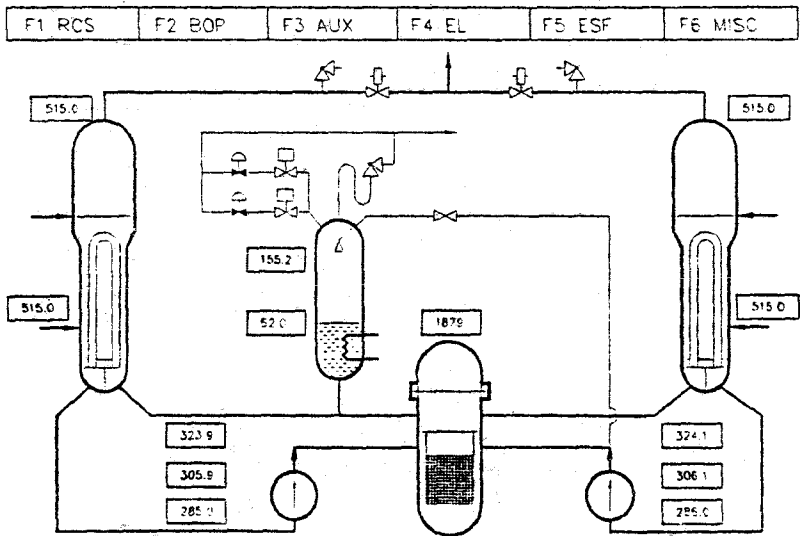
Uporaba GPP v Procesnem informacijskem sistemu NE Krško



Slika 1: Vključitev dejavnih postaj v PIS



Slika 2: Organizacija prikaza slik operaterju



Slika 3: Primer slike na zaslon, drugega nivoja