Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Sarajevska škola automatike

Šabanović, Asif

2023-06-06

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/items/eb8ee76f-1717-4b5d-b858-f47a88e71425

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

SARAJEVSKA ŠKOLA AUTOMATIKE



priredio
Asif Šabanović

SARAJEVSKA ŠKOLA AUTOMATIKE

Izdavač
Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Za izdavača
Muris Čičić

Priredio
Asif Šabanović

Saradnici
Adnan Salihbegović, Asif Šabanović, Čedomir Milosavljević, Dževad Muratović, Ejup Ganić, Gojko Babić, Jasna Vidović, Ljubomir Tošović, Milan Milenković, Milan Vujović, Mile Ostojić, Nedžad Kolaković, Semir Fazlagić, Svjetlana Vukmirović, Špiridon Mustur, Zdravko Jurić, Zijo Pašić, Zikrija Avdagić, Živko Stikić

Lektorica
Zenaida Karavdić

Korektura
Sabina Vejzagić

Fotografija na korici
Akšamija & Berbić

DTP
Eldin Hodžić

Tiraž
200

Štampa
Dobra knjiga Sarajevo

C.E.E.O.L.
EBSCO

ISBN 978-9926-410-85-8
CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 54840070

Sarajevska škola automatike

Sarajevo, 2023.

Posvećeno akademicima
Svetozaru Zimonjiću i
Božidaru Matiću

Sadržaj

Predgovor 1

1 Kako je počelo 5
1.1 Automatika u svijetu u ranim 60-im 9
1.2 Počeci i okruženje 13
1.3 Razvojni put automatike u Energoinvestu 15
1.4 Godine neponovljivog rasta 25

2 Istraživanje i razvoj u IRCA 28
2.1 Razvoj komponenata sistema procesne automatike 29
2.1.1 Rani razvoj sistema 30
2.1.2 Profiliranje i širenje djelovanja 31
2.1.3 Međunarodna saradnja i sazrijevanje 33
2.1.4 Prelazak na hibridne i digitalne sisteme 36
2.1.5 Projekat MHD 39
2.2 Izvršni organi, servotehnika i robotika 40
2.2.1 Izvršni organi 41
2.2.2 Industrijska robotika 44
2.2.3 Računarska vizija i vještačka inteligencija 48
2.3 Upravljanje velikim sistemima 48
2.4 Upravljanje elektroenergetskim postrojenjima i njihova zaštita 49
2.5 Energetska elektronika 52

3 Namjenski program u IRCA 58
3.1 Prethodne analize i studije 58
3.1.1 Sistem automatizacije gorivog trakta 58
3.1.2 Sistem upravljanja vatrom obalske artiljerije 59
3.1.3 Blok vazdušnih podataka 59
3.1.4 Davač ubrzanja i registratora zamora 61
3.1.5 Optimizacija sagorijevanja za turbomlazne motore 61
3.1.6 Testno postrojenje turbomlaznog motora 62
3.2 Namjenski program za KOV 62
3.3 Namjenski program za JRV 62
3.4 Namjenski program za JRM 64

4 Institut za računarske i informacione sisteme – IRIS 67
4.1 Razvoj IRIS-a 67
4.2 SCADA sistemi i telemetrija 71
4.3 Telemetrijska ploča MJF-11 projekat SANUO 72
4.4 IRIS PC računar 74

4.5 Aplikacioni softver i školski centar 76
4.6 Sistem Energonet-PS1 77

5 Proizvodni kapaciteti 85
5.1 Procesna automatika 85
5.1.1 Proizvodnja upravljačko-regulacionih sistema 86
5.1.2 Proizvodnja mjernih pretvarača 88
5.1.3 Proizvodnja izvršnih organa 89
5.1.4 Plasman uređaja i sistema procesne automatike 90
5.2 Tvornica Mjerni sistemi (MS) 93
5.3 Tvornica sekundarne opreme (TSO) 97
5.4 Industrijska automatika 97
5.5 Tvornica alata 98

6 Inžinjering za automatiku Automating 101

7 Sjećanja 105
Ejup Ganić 105
Čedomir Milosavljević 108

8 Reference 118

9 Bibliografija radova 1959–1992. 120
9.1 Knjige i skripta 124
9.2 Radovi u časopisima 126
9.3 Radovi na konferencijama i u zbornicima 138
9.4 Patenti 171
9.5 Istraživačko-razvojni projekti i projektni izvještaji 174
9.6 Doktorske disertacije na ETF Sarajevo u oblasti automatike (1967–1991) 183
9.7 Magistarski radovi ETF Sarajevo 186

10 Pregled realiziranih objekata 188
10.1 Procesna automatika 188
10.2 Elektromotorni pogoni i indukciona elektrotermija 193
10.3 Mjerenje protoka, toplotne energije i mjerne stanice 196
10.4 Izvoz na inostrana tržišta 196

11 Prilozi 198

PREDGOVOR

U prvom trenutku ova knjiga je bila zamišljena kao kratak tekst, svojevrsna uspomena na rad i djelovanje akademika Svetozara Zimonjića i Božidara Matića. Tokom pisanja početna ideja je doživjela nekoliko modifikacija, da bi konačan tekst poprimio oblik koji imate pred sobom. Umjesto priče o akademicima S. Zimonjiću i B. Matiću, nastala je priča o djelovanju u oblasti automatike u Sarajevu, koje je akademik Zimonjić započeo ranih 60-ih, a čemu je akademik Matić dao ogroman doprinos tokom niza godina. Činilo nam se da ćemo opisujući djelo dati najbolju sliku o djelovanju i načinu razmišljanja koje su njih dvojica utkali u mnoge generacije saradnika koji su sa njima dijelili "hljeb nasušni" u Energoinvestu i studenata Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu kojima su predano prenosili znanja i usađivali svijest o ljudima kao pokretačima svega. A djelo, koje su akademici Zimonjić i Matić osmislili i rukovodili njegovim rastom i razvijanjem, je kompleks razvojnih, proizvodnih, inžinjerskih i obrazovnih institucija koje su zajedno činile ono što s pravom možemo zvati – sarajevska škola automatike. Njihovo djelovanje unutar Energoinvesta i Univerziteta u Sarajevu, a osobito Elektrotehničkog fakulteta, omogućilo je da se u Sarajevu pojavi i razvije poseban pristup integracije proizvodnje, projektovanja, naučnog rada i obrazovanja u oblasti automatskog upravljanja.

Nastajanje i razvoj sarajevske škole automatike je usko vezano za djelovanje akademika S. Zimonjića i B. Matića u Energoinvestu i na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) Univerziteta u Sarajevu (UNSA). Mogućnost djelovanja u Energoinvestu i na ETF-u stvorila je uslove prožimanja i simbioznog djelovanja privrede i obrazovnih institucija u razvoju oblasti koja do tada u Sarajevu nije imala nikakvu tradiciju, niti se činilo da ima stvarne pretpostavke za uspjeh. Danas se u mnogim sredinama, pa i u našoj, govori o usaglašavanju obrazovanja s potrebama burnog razvoja tehnologije i znanosti, ali i društva u cjelini. Nastajanje i razvoj sarajevske škole automatike je jedan izvrstan primjer prožimanja obrazovnih, razvojnih i proizvodnih procesa koji može pružiti inspiraciju i u današnjem vremenu. Nadamo se da ćemo, kroz pokušaj da osvijetlimo nastajanje i razvoj sarajevske škole automatike, baciti nešto više svjetla na procese koji su omogućili taj razvoj i na bar neke učesnike u tom procesu.

Nažalost, za prikaz razvoja i djelovanja u oblasti automatike u Sarajevu na raspolaganju je vrlo oskudna dokumentacija. To je posljedica ratnih razaranja u periodu 1992–1995. godine u kojem su organizacije koje su djelovale unutar Energoinvesta, smještene uglavnom u Sarajevu i posebno na Stupu, nestale (kako u organizacionom tako i u stvarnom fizičkom smislu), što je dovelo do gubitka najvećeg dijela dokumentacije. S druge strane, nakon 1995. godine nisu obnovljene značajnije aktivnosti u ovoj oblasti, kao uostalom i u malo čemu u Energoinvestu, tako da je došlo do osipanja kadrova koji su sada raštrkani po svijetu. U prikupljanju bibliografije objavljenih radova i projekata značajan problem je predstavljala činjenica da za razmatrani period (1959–1992) postoje veoma oskudni podaci u nacionalnim i internacionalnim bazama podataka. U tekstu su, i pored nastojanja da se postigne što šira obuhvaćenost, izložena viđenja te uključene i naglašene one aktivnosti sa kojima su saradnici koji su najviše radili na pojedinim dijelovima teksta bili upoznati i smatrali da zaslužuju da budu navedene. Prikupljene informacije smo provjeravali na nekoliko načina kako bismo otklonili greške, ali su se neke sigurno potkrale. Bili bismo zahvalni čitaocima ako nam na njih ukažu.

U pripremi ovog rada učestvovao je značajan broj saradnika koji su na jedan ili drugi način djelovali u oblasti automatike u Sarajevu. U obradi drugog poglavlja o istraživanju i razvoju najveći doprinos su dali Adnan Salihbegović, Živko Stikić, Mile Ostojić, Zijo Pašić, Milan Vujović, Svjetlana Vukmirović, Jasna Vidović i Asif Šabanović. Treće poglavlje je uglavnom rezultat rada Nedžada Kolakovića, Adnana Salihbegovića, Zikrije Avdagića i Semira Fazlagića. Četvrto poglavlje je napisao Gojko Babić uz konsultacije sa Ljubomirom Tošovićem i Milanom Milenkovićem. Peto poglavlje su u najvećem dijelu priredili Špiridon Mustur, Milan Vujović, Zijo Pašić, Živko Stikić i Zdravko Jurić. Autori šestog poglavlja su u najvećem dijelu Dževad Muratović i Adnan Salihbegović, uz dodatke koje je unio Špiridon Mustur. U sedmom poglavlju navedena su sjećanja akademika Ejupa Ganića i profesora Čedomira Milosavljevića. Pregled industrijskih referenci u desetom poglavlju su u najvećem dijelu dali Špiridon Mustur i Milan Vujović. Predgovor, prvo poglavlje, bibliografiju radova, patenata i razvojnih projekata napisao je Asif Šabanović, koji je uredio i cjelokupni tekst.

U konsultacijama za izradu aktivno učešće su uzeli profesori Karel Jezernik, Vadim Utkin, Sead Mulabegović i Branislava Peruničić. Posebnu pomoć u uređivanju teksta pružile su Svjetlana Vukmirović i Nadira Šabanović-Behlilović. Posebno smo zahvalni Bošku Krstajiću koji je pomogao da se

sakupe materijali o djelovanju Svetozara Zimonjića i Božidara Matića iz arhiva ETF-a Univerziteta u Istočnom Sarajevu. U uređivanju konačnog teksta ugrađene su minimalne intervencije u originalnim podnescima tako da se u istom poglavlju susreću različite varijante jezika koji se govore u Bosni i Hercegovini. To je urađeno kako bi se prikazala raznolikost saradnika koji su učestvovali u pisanju tekstova, ali i svojstvena širina učesnika u razvoju onoga što smo nazvali sarajevska škola automatike. Doprinos razvoju sarajevske škole automatike dali su saradnici koji su dolazili iz svih krajeva Jugoslavije i svi su se na kraju "utopili" u Sarajevo, grad koji je i sam doprinio uspjehu Energoinvesta i automatike u njemu.

U Sarajevu, 2023. godine

Asif Šabanović

1. KAKO JE POČELO

Razvoj automatike u Sarajevu u okolnostima ranih 60-ih godina prošlog vijeka je neprirodna pojava jer za tako nešto u Sarajevu nisu postojali skoro nikakvi uslovi, izuzev, pokazat će se kasnije, malog broja entuzijasta i privrednika koji su tim entuzijastima dali šansu. Taj razvoj je istovremeno svjedočenje o ulozi pojedinaca – vizionara – kao što su bili Emerik Blum, Svetozar Zimonjić i Božidar Matić u pokretanju procesa i događaja te razvoju društva uopšte. Za E. Bluma i S. Zimonjića se proširenje osnovnog djelovanja Energoinvesta – oblast sistem-inžinjeringa za energetske i tehnološke procese – na upravljanje procesima, objektima i mašinama činilo prirodnim, iako u datom trenutku za to nisu bili dostupni ni školovani kadrovi niti druge tehnološke i tehničke pretpostavke. No, ipak je otvoren proces koji će u toku 30-ak godina dovesti do razvoja tehnologije upravljanja i primjene računarskih sistema u značajnu privrednu djelatnost koja je u Energoinvestu upošljavala veliki broj, posebno visoko obrazovanih kadrova.

Sve je počelo početkom 1959. godine kad je S. Zimonjić u dogovoru sa E. Blumom uputio molbu za zaposlenje u Energoinvestu.[1] Prelaskom u Energoinvest, kao rukovodilac grupe za automatiku u Elektrobirou, S. Zimonjić pokreće procese koji će u godinama koje slijede dovesti do onoga što smo nazvali sarajevska škola automatike – djelovanja unutar Energoinvesta i Univerziteta u Sarajevu, a osobito Elektrotehničkog fakulteta, u oblasti automatskog upravljanja, koje je obuhvatalo proizvodnju, projektovanje, naučni rad i obrazovanje kao integrisanu cjelinu. Razvoj je u sljedećih 30-ak godina imao uspone i padove, ali je stalni progres lako uočljiv. Već 1960. formiran je Biro za automatiku i elektroniku unutar Sektora projektovanja i kao dio Biroa formirano je proizvodno odjeljenje kao začetnik proizvodnje uređaja automatskog upravljanja. U 1961. je formirana Tvornica uređaja za automatizaciju i Studijski biro za automatiku u okviru Istraživačko-razvojnog centra za energetiku (IRCE). Paralelno s tim su iste godine, na novoformiranom Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu (ETF), osnovani Katedra za automatizaciju i Odsjek za automatiku i elektroniku. U 1963. je osnovan Istraživačko-razvojni centar za automatiku (IRCA), kao baza za razvoj

[1] v. kopiju svojeručno pisane molbe na str. 7.



Svetozar Zimonjić je rođen 1928. godine u hercegovačkom mjestu Avtovcu. Osnovno obrazovanje stiče u Mostaru, a pred drugi svjetski rat nastavio je gimnazijsko školovanje u Sarajevu. Poslije oslobođenja završava gimnaziju. Godine 1947. upisuje studij elektrotehnike na Politehničkom institutu u Sverdlovsku, a završava ga na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu početkom 1953. Doktorat nauka je stekao 1971. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu.

Poslije šest godina rada na projektovanju i izgradnji kombinata crne metalurgije u Ilijašu 1959. godine prelazi u "Energoinvest". Paralelno sa tim radom, 1959. godine izabran je za docenta i predaje na Tehnološkom fakultetu u Tuzli, a zatim 1962. godine prelazi na Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, gdje je biran za vanrednog profesora 1967. godine, a za redovnog 1972. godine.

I kao univerzitetski nastavnik ne napušta vrlo aktivan rad u "Energoinvestu", gdje prvo vodi projektni biro za automatiku, 1961. godine je postavljen za direktora Tvornice za automatizaciju u Energoinvestu, a od 1963. obavlja dužnost direktora Istraživačko-razvojnog centra za automatiku (IRCA), čiji je i osnivač. Godine 1971. je postao direktor Sektora automatike u Energoinvestu, krovne organizacije koja je uključivala preduzeća u oblasti automatizacije.

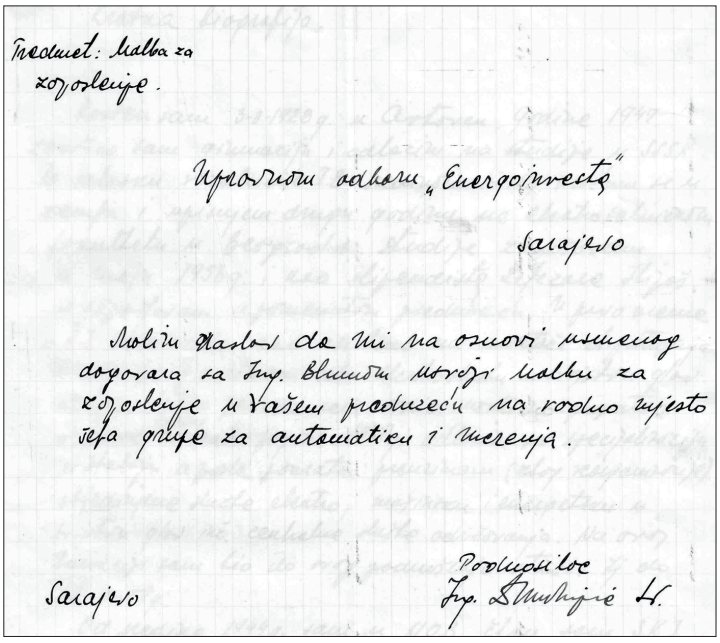
Početni krug njegovog istraživačkog interesa odnosi se na izučavanje elektroenergetskih objekata, iz kojeg potiče više radova, među kojima su i *Jednostavni kružni dijagram lučne peći*, *Rudno termička peć* i *Prespajanje kratkospojnih mašina 500 V za napon 380 V*. Drugi krug istraživačkog interesa vezuje za automatsko upravljanje, tada i u svijetu novu naučnu oblast, u kojoj razvija izuzetnu aktivnost koja će kasnije prerasti u prepoznatljivu "sarajevsku školu automatike". S. Zimonjić je osmislio i razradio koncept razvoja automatike u "Energoinvestu" i na Univerzitetu u Sarajevu. Dugogodišnji je rukovodilac naučnoistraživačkog Instituta za automatiku i računarske nauke "Energoinvesta". Pokretač je u to vrijeme (1962) jedinog u Jugoslaviji studija iz domena automatskog upravljanja na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu i dugogodišnji je šef tog odsjeka. Ova kretanja neposredno dovode do uvođenja predmeta i osnivanja smjerova iz domena nauke o upravljanju na nekim drugim fakultetima Univerziteta u Sarajevu. Njegov rad na ovom planu prati opus od 35 stručnih i naučnih radova, kao i niz praktičnih realizacija. Vodio je više konkretnih naučnoistraživačkih projekata, neposredno je sarađivao s AN SSSR-a (Institut za probleme upravljanja) i učestvovao u realizaciji krupnog istraživačkog projekta koji su ostvarili Institut za automatiku i računarske nauke "Energoinvesta" i spomenuti Institut AN SSSR-a.

Naučna istraživanja usmjeravao je u pravcu teorije optimalnih rješenja i, povezano s tim, na oblast slabo strukturiranih sistema. U ovom periodu javlja se i više njegovih specifičnih naučnoistraživačkih radova, među kojima su: *Analitička aproksimacija prenosa kašnjenja sa agregatnim regulatorima*, *Pristup sintezi nekih optimalnih sistema*, *O jednom pristupu sintezi sistema sa promjenljivom strukturom*, *Jedna strukturna varijanta (SPS*), *Generalizacija frekventnih metoda*, *Gradijentni osnov simpleksne metode*.

Bio je član Republičkog, a zatim Saveznog savjeta za naučni rad, kao i član više stručnih tijela. Za dopisnog člana ANUBiH izabran je 1973, a za redovnog 1978. godine. Bio je predsjednik ANUBiH od 1981. do 1990. godine. Ruska akademija nauka izabrala ga je za inostranog člana. Rat je proveo aktivno učestvujući u organizaciji i nastavi Elektrotehničkog fakulteta. Nosilac je brojnih nagrada: Nagrada AVNOJ-a, Šestoaprilska nagrada Grada Sarajeva, Orden rada sa zlatnim vijencem.

(Uz male preinake preuzeto iz ANUBiH, 2011)

uređaja i sistema automatskog upravljanja u Energoinvestu. IRCA je odigrao vrlo važnu ulogu u saradnji sa ETF-om Univerziteta u Sarajevu, u obrazovanju kadrova, razvoju uređaja i sistema, počevši od prostih struktura u ranim 60-im do složenih računarskih sistema upravljanja u ranim 80-im godinama i u osnivanju novih proizvodnih jedinica kroz izdvajanje grupa koje su dosegle nivo profesionalne zrelosti i obima da mogu same opstati na tržištu. Tu ulogu možda najbolje oslikava opaska "IRCA je kao steona krava, svake godine rađa nove proizvode i preduzeća", koju je često koristio B. Matić, dugogodišnji direktor IRCA (1971–1981), koji je zajedno sa S. Zimonjićem pokretač i inspirator skoro svih procesa značajnih za razvoj djelovanja u oblasti automatike u IRCA, Energoinvestu i na Odsjeku automatike i elektronike ETF-a u Sarajevu. Djelovanje je u osnovi slijedilo osnovne pravce razvoja Energoinvesta u oblasti inžinjeringa u procesnoj industriji i energetici. Rast i reorganizacije unutar Energoinvesta su 1970. dovele do osnivanja Sektora automatike koji je činila grupa preduzeća djelujući u oblasti automatizacije. Time se u jednom desetljeću uspostavlja proizvodna i projektna baza djelovanja Energoinvesta u oblasti automatizacije i jak obrazovni centar u obrazovanju stručnjaka u oblasti automatike na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.


Predmet: Molba za zaposlenje.

Upravnom odboru „Energoinvesta"

Sarajevo

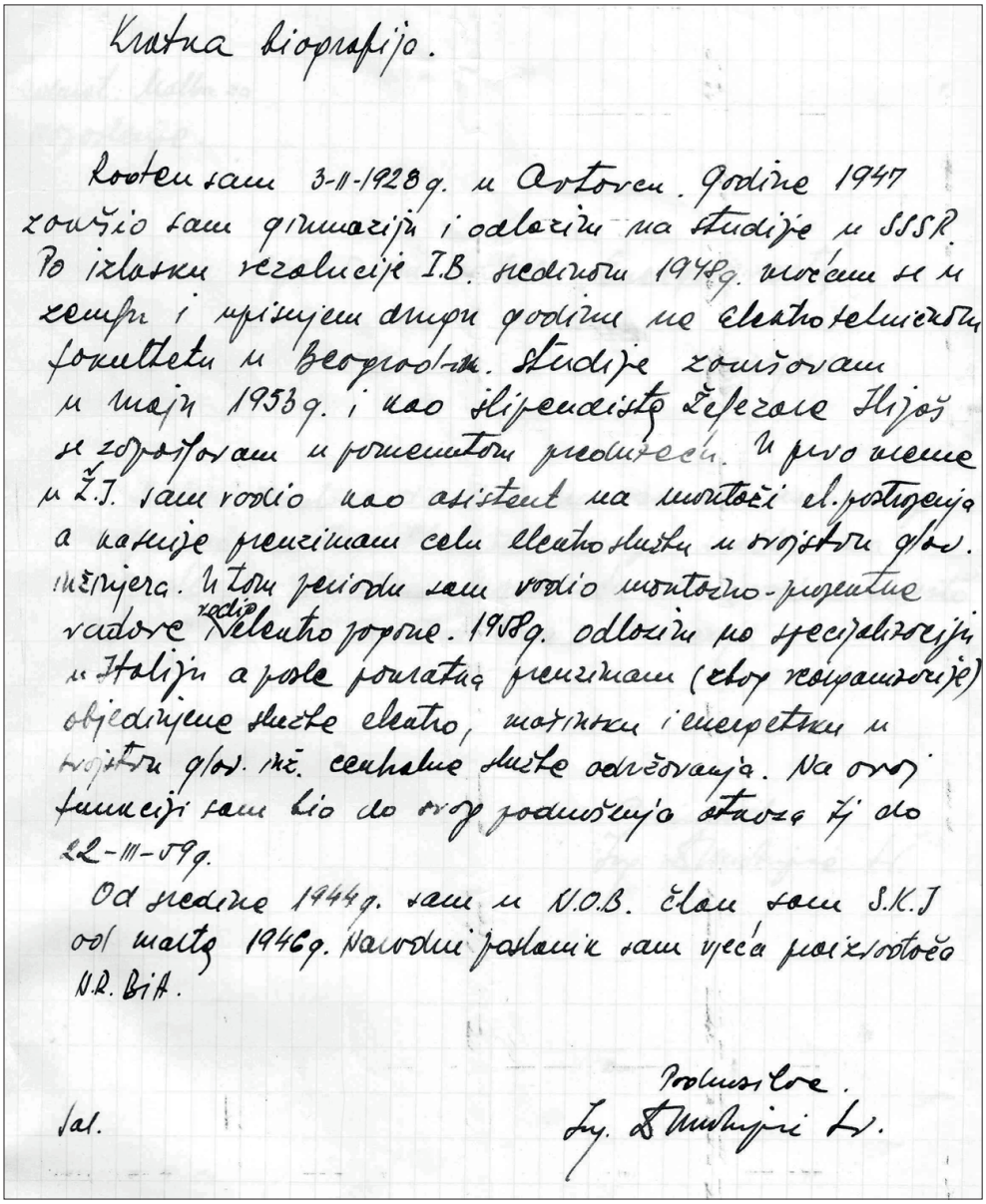
Molim Vaslov da mi na osnovi usmenog dogovara sa Ing. Blumom usvoji molbu za zaposlenje u vašem preduzeću na radno mjesto šefa grupe za automatiku i mereńja.

Podnosilac

Sarajevo

Ing. Dimitrijić S.

Slika 1. Molba S. Zimonjića za prijem u Energoinvest
(u posjedu arhiva ETF-a Istočno Sarajevo)



Kratka biografija.

Rođen sam 3-II-1928 g. u Avtovcu. Godine 1947 završio sam gimnaziju i odlazim na studije u SSSR. Po izlasku rezolucije I.B. sredinom 1948 g. vraćam se u zemlju i upisujem drugu godinu na elektrotehničkom fakultetu u Beograd-u. Studije završavam u maju 1953 g. i kao slipendistą Železare Ilijaš se zapošljavam u pomenutom preduzeću. U prvo vreme u Ž.I. sam radio kao asistent na montaži el. postrojenja a kasnije preuzimam celu elektroslužbu u svojstvu glav. inžinjera. U tom periodu sam radio montažno-projektne radove radio i elektropogone. 1958 g. odlazim na specijalizaciju u Italiju a posle povratka preuzimam (zbog reorganizacije) objedinjene službe elektro, mašinsku i energetsku u svojstvu glav. inž. centralne službe održavanja. Na ovoj funkciji sam bio do svog podnošenja otkaza tj. do 22-III-59 g.

Od sredine 1944 g. sam u N.O.B. član sam S.K.J od martą 1946 g. Narodni poslanik sam vjeća proizvođača N.R. BiH.

Podnosilac.

Sal.

Ing. Đ. Mukhijić Sv.

Slika 2. Biografija S. Zimonjića pisana kao dodatak molbi za zaposlenje u Energoinvestu (u posjedu arhiva ETF-a Istočno Sarajevo)

Rad u primjeni računara u sistemima upravljanja, razvoju softvera za daljinsko prikupljanje podataka i upravljanju sistemima odigrao je značajnu ulogu u proširenju djelovanja Energoinvesta u oblasti računarskih sistema kao zasebne djelatnosti koja je izdvojena iz IRCA u Institut računarskih i informacionih sistema (IRIS). Istraživanje u oblasti mikroprocesorskih sistema ostalo je u IRCA i na bazi tog razvoja prošireno je djelovanje u digitalnim sistemima upravljanja, posebno primjeni u upravljanju brodovima i u avionici.

Saradnja sa Institutom za probleme upravljanja Akademije nauka SSSR od kasnih 60-ih do ranih 80-ih godina imala je veliki uticaj u podsticanju naučnog djelovanja u oblasti sistema upravljanja, posebno u oblasti primjene sistema sa promjenljivom strukturom. U toj oblasti autori iz Sarajeva su publikovali niz vrlo važnih radova i time predstavili sarajevsku školu automatike u svijetu. Saradnja sa Institutom za probleme upravljanja Akademije nauka SSSR na inženjerskim primjenama sistema s promjenljivom strukturom doveo je do razvoja u oblasti energetske elektronike i industrijske automatike kao zasebnih oblasti u Energoinvestu.

Za razumijevanje značaja i obima razvoja djelovanja u oblasti automatike u Sarajevu interesantno je dati kratak prikaz stanja u toj oblasti u svijetu u ranim 60-im godinama prošlog vijeka.

1.1 Automatika u svijetu u ranim 60-im

Historiju razvoja teorije automatskog upravljanja uobičajeno je dijeliti na četiri perioda: rani period do 1900, pretklasični period 1900–1940, klasični period 1935–1960. i moderni sistemi upravljanja poslije 1955. godine (za detalje v. Bennett, 1993).

U kasnim 40-im i ranim 50-im godinama prošlog vijeka, potrebe za osiguranjem kvalitetnih komunikacija dovode do razvoja metoda analize sistema u frekventnom domenu (AT&T). J. G. Zigler i N. B. Nichols (1947) prikazuju svoj metod podešavanja PI i PID regulatora. U isto doba se razvija projektovanje i šira primjena mašina u simuliranju procesa. Upravljanje servosistemima dovodi do tješnje saradnje inženjera mehanike, elektronike i elektrotehnike i ukazuje na ograničenost metoda analize i sinteze upravljanja koje su do tada razvijane u odvojenim oblastima – frekventne metode u komunikacijama (elektronika) i analiza u vremenskom domenu koja je favorizirana u mehanici. Korištenje metoda zasnovanih na transformacijama otvara put za

grafičko određivanje fazne i amplitudne rezerve i razvoja Nyquistovog kriterijuma za stabilnost sistema. Pri kraju ovog perioda metode projektovanja sistema s jednim ulazom i jednim izlazom bile su dobro razvijene (Nykvist (1932), Bode diagrams (1945), Zigler-Nichols (1947), Root-locus (1948), kao i metoda vremenske analize korištenjem diferencijalnih jednačina i transformacija. Jedno od osnovnih pitanja u cijelom ovom periodu bilo je posvećeno razvoju metoda određivanja stabilnosti i rezerve stabilnosti sistema. Akumulirani rezultati su publikovani u kasnim 40-im i ranim 50-im na konferencijama i izdanjima knjiga koje su sumirale rezultate istraživanja. Primjene, posebno u domenu vojne tehnike i komunikacija, pokazale su snagu frekventnih metoda, ali i probleme koje je nosila pretpostavka linearnosti determinističkog ponašanja sistema. Dodatno, zahtjevi za dostizanje "najboljeg ili dobrog" ponašanja sistema s povratnom spregom pokazali su da je stabilnost samo jedan, ali ne i jedini pokazatelj ponašanja sistema. To dovodi do toga da se težište problema sinteze upravljanja pomjera sa osiguranja stabilnosti na dostizanje performansi u vremenskom i frekventnom domenu. Problemi vezani za upravljanje sistemima koji sadrže nelinearne elemente, ograničenja u upravljanju, šumove u kanalima mjerenja i sistemima s minimizacijom vremena za dostizanje zadane vrijednosti, postepeno dovode do proširenja metoda koje su korištene u sintezi sistema upravljanja na sisteme opisane setom diferencijalnih jednačina (prvo linearnih, a zatim i nelinearnih) prvog reda. Razvoj je, čini se (v. MacFarlane, 1979), bio podstaknut: a) rješavanjem problema koji su bili važni za vlade (vojne primjene posebno u oblasti upravljanja raketama) i b) pojavom digitalnih računara. To dovodi do raširene primjene opisa u prostoru stanja i rješavanje problema optimalnog upravljanja.

Razvoj modernih sistema upravljanja tijesno je vezan za napredak u nekoliko oblasti, ali je poseban podsticaj došao od razvoja mašina za procesiranje podataka – računara. Prvi digitalni sistemi upravljanja (DCS) počinju se pojavljivati kasnih 50-ih godina, iako su u 50-im godinama pneumatski sistemi bili predominantni u sistemima upravljanja procesima. Direktno digitalno upravljanje bazirano na procesnim računarima počinje se primjenjivati u ranim 60-im, da bi ih u ranim 70-im počeli potiskivati jeftiniji, na mikroprocesorima bazirani sistemi (Bennett, 2004). U kasnim 60-im u primjeni se pojavljuju kontroleri za programsko upravljanje (*Programable Logic Controller* – PLC). Rani primjer su Modicon (*MOdular DIgital CONtroller*). Upravljanje u oblasti energetskih sistema počelo se razvijati najprije kao upravljanje

pojedinačnim generatorima električne energije, da bi se proširilo na sisteme upravljanja tokovima snage. Sistemi nadzora su se razvili iz potrebe za upravljanjem dislociranim resursima i konačno je razvijen sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

U periodu između dva svjetska rata i neposredno nakon Drugog svjetskog rata razvoj automatskog upravljanja, kako teoretskih osnova tako i primjene, još je bio ograničen na relativno mali broj laboratorija i instituta.

U SAD su se posebno izdvajali MIT-Servosystems Laboratory, Radiation Laboratory, Sperry and Bell Labs. Napori da se razviju nova oružja podstakli su jaku koordinaciju među navedenim grupama. Razvoj automatskog upravljanja u Njemačkoj kako u oblasti industrijskih tako i u vojnim primjenama dao je uspješne primjene (vođenje torpeda, upravljanje letom, upravljanje raketama...). U SSSR-u je pokazan dosta veliki interes za razvoj automatskog upravljanja, ali je bila vrlo malo poznata van granica SSSR. Institut automatike i telemehanike (IAT) Akademije nauka SSSR formiran je 1939. (kasnije preimenovan u Institut problema upravljanja im. V. A. Trapeznikova – IPU RAN). U toku 30-ih i 40-ih godina A. A. Andronov je u oblasti nelinearne dinamike i oscilacija ostvario značajne rezultate. U 40-im i 50-im godinama u SSSR-u rad na razvoju teorije linearnih sistema (S. Kulebakin, B. N. Petrov, M. A. Aizerman, M. V. Meyerov, V. V. Solodovnikov, Ya. Z. Tsypkin...), teorije nelinearnih i sistema s relejnim djelovanjem (M. A. Aizerman, V. V. Petrov, G. M. Ulanov, A. A. Fel'dbaum, Ya. Z. Tsypkin) i osnova optimalnih sistema (A. A. Fel'dbaum, A. Ya. Lerner) pokazao je značajne naučne rezultate.

Djelovanje u oblasti sistema automatskog upravljanja u Sarajevu počinje u periodu prelaska iz kasnog klasičnog u rani moderni period razvoja teorije sistema upravljanja. To je trenutak u kome je napredak u razumijevanju postavki analize i sinteze sistema automatskog upravljanja, kao rezultat iskustva stečenog u periodu prije i u toku Drugog svjetskog rata, stasao u nekoliko centara u svijetu. U tom prelaznom periodu došlo je do povećane interakcije i razmjene dostignuća postignutih u oblasti automatskog upravljanja između zapadnih zemalja i SSSR-a, što je olakšalo diseminaciju rezultata i ideja i rezultiralo većom međunarodnom saradnjom i lakšom razmjenom informacija. S druge strane, razvoj elektronike podstiče izmjenu tehnološke baze sistema upravljanja sa pneumatike i hidraulike na elektroniku, čime se otvara put primjeni složenijih algoritama upravljanja. Shvatanje značaja i potrebe



Božidar Matić je rođen 1937. u Bogatiću, Srbija. Stalno je nastanjen u Bosni i Hercegovini od 1941. godine. Osnovnu i srednju školu završio je u Visokom. Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu završio je 1960, a postdiplomski studij na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1963. Doktorirao je na Univerzitetu u Sarajevu 1971. Nakon diplomiranja zaposlio se u Energoinvestu, u Projektnom birou za automatiku. Od 1971. do 1981. u istom preduzeću radi kao direktor Instituta za automatiku i računarske nauke, 1985/86. vrši funkciju potpredsjednika za istraživanje i razvoj. Od 1989. do 1993. vrši dužnost predsjednika i glavnog direktora Energoinvesta. Od 1993. do 1999. godine član je Uprave preduzeća Energoinvest. Paralelno s radom u Energoinvestu, nakon habilitacije, izabran je za asistenta Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu i prošao na njemu sva zvanja do redovnog profesora (1976). Za profesora emeritusa Univerziteta u Sarajevu izabran je 2008.

Glavno polje naučnog interesiranja Božidara Matića je automatizacija i upravljanje tehnološkim procesima, kao i automatika aviona. Pored toga bavio se i općom publicistikom, posebno problemima razvoja Bosne i Hercegovine, iz čega su proizašle 2 knjige i 98 bibliografskih jedinica. Djelovanje u oblasti automatskog upravljanja počeo je na istraživačkom projektu Energoinvesta u Institutu za nuklearne nauke u Vinči na razvoju poluprovodničkog PID regulatora za regulaciju tehnoloških procesa. To je nastavio kao vodeći istraživač na razvoju druge generacije regulacijskog sistema, koji je bio osnova automatike tvornice glinice u Mostaru, Tvornice glinice Birač te termoenergetskih blokova u Termoelektrani Kakanj i Termoelektrani Medan u Indoneziji. Početkom 70-ih godina vodio je razvoj treće generacije regulacijskog sistema u okviru zajedničkog projekta s Institutom za automatiku i telemehaniku Akademije nauka SSSR-a. Sistem je primijenjen u TE Kakanj, Gacko i Ugljevik. Kao direktor Instituta za automatiku i računarske nauke u Energoinvestu, istovremeno vodi razvoj određenog broja sistema za avione Galeb 4 i Orao, čija se proizvodna odvijala u IRCA-i sve do 1991. godine.

Obavljao je dužnosti rektora Univerziteta u Sarajevu (1981–1985) i saveznog ministra za nauku i tehnologiju (1986–1989). Organizirao je Savezni komitet za nauku i tehnologije, pripremio Strategiju naučno-tehnološkog razvoja Jugoslavije i osnovao Fond za finansiranje saveznih projekata koji je funkcionirao sve do raspada Jugoslavije. Bio je predsjednik bosanskohercegovačkog Nacionalnog komiteta Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) (1996); predsjedavajući Vijeća ministara Bosne i Hercegovine (2001); predsjednik Upravnog odbora Agencije za privatizaciju u FBiH (2002–2005); predsjednik Ekonomsko-socijalnog vijeća FBiH (2002–2009); predsjednik Savjeta Privredne komore Kantona Sarajevo (2002) te predsjednik Savjeta za nauku Kantona Sarajevo (2004–2008).

Počasni doktorat (honoris causa) dodijelio mu je Univerzitet Grand Valley, SAD, 1986. Bio je počasni član Svjetske fondacije za inovacije od 2002, član Svjetske akademije nauka i umjetnosti (WAAS) od 2005. te dopisni član Crnogorske akademije nauka i umjetnosti od 2008. godine. Za svoj rad dobio je najveće državno priznanje u Bosni i Hercegovini – Dvadesetsedmojulsku nagradu BiH (1973) i Šestoaprilsku nagradu Grada Sarajeva 2007. godine. Za dopisnog člana ANUBiH izabran je 1984, a za redovnog 1995. godine. Bio je Predsjednik ANUBiH u periodu 1999–2014. godine.

(Uz male preinake preuzeto iz ANUBiH, 2011)

saradnje u daljem razvoju sistema upravljanja u Parizu je u 11. septembra 1957. godine rezultiralo osnivanjem *International Federation of Automatic Control* (IFAC) i delegati iz SSSR-a su predložili da se prvi kongres IFAC-a održi u Moskvi 1960. godine.

U kasnim 50-im i ranim 60-im godinama pažnju u SSSR-u privlače sistemi s prekidnim upravljanjem, s posebnim interesom za sisteme s promjenljivom strukturom u kojima mogu nastati kretanja u tzv. kliznom režimu (S. V. Yemel'yanov i njegovi saradnici V. I. Utkin, A. M. Shubladze, S. K. Korovin i drugi). Sticaj okolnosti doveo je S. Zimonjića do kontakta sa S. V. Yemel'yanovom čime je u Sarajevu formirana jaka grupa u oblasti sistema upravljanja s promjenljivom strukturom. U to doba sarajevska grupa istraživača u ovoj oblasti bila je najproduktivnija grupa van SSSR-a i dala je niz vrlo značajnih rezultata.[2]

1.2 Počeci i okruženje

Preduzeće Elektroprojekt, osnovano 1951. godine, sa osnovnom djelatnošću projektovanja hidro i termoenergetskih objekata, u kasnim 50-im preimenovano je u Energoinvest. U narednim godinama Energoinvest obavlja poslove širom Jugoslavije, a od 1958. godine postaje izvozno orijentisana kompanija koja ubrzo širi svoje tržište na preko 20 zemalja. Rast Elektroprojekta i njegovo prerastanje u Energoinvest realizovano je kroz okupljanje malih preduzeća i ljudi bez kojih zapravo ništa nije moglo biti urađeno. Taj rast doveo je do toga da je 1987. Energoinvest postao najveći jugoslavenski izvoznik. U to vrijeme je imao oko 40.000 zaposlenih širom Jugoslavije.

Savremena mantra o ulozi znanja u razvoju preduzeća i društva u Energoinvestu je bila vodilja od samog osnivanja. Kroz okupljanje malih preduzeća koja su posjedovala proizvodna iskustva i ulaganje u obrazovanje kadrova, u širokom spektru disciplina i na svim obrazovnim nivoima, ostvarena je strategija razvoja zasnovana na obrazovanju i upošljavanju kompetentnih uposlenika. Svijest o potrebi sticanja znanja i vještina kroz sve načine obrazovanja bila je vodilja Energoinvesta u postizanju tehnološke neovisnosti i mogućnosti da se iz sopstvenog razvoja unapređuje proizvodni program

[2]Rad B. Draženović, 1969, postavio je fundamentalno rješenje za problem invarijantnosti sistema sa kliznim režimima i spada među najcitiranije radove u oblasti sistema sa kliznim režimima.



Emerik Blum je rođen 12. februara 1911. u Sarajevu. U 1939. godini je diplomirao elektrotehniku na Univerzitetu u Pragu. Nakon diplomiranja se vratio u Sarajevo. Nema nikakve sumnje da je jedan od najznačajnijih ljudi koji su djelovali u Sarajevu u 20. stoljeću.

Godine 1941. je postao član Komunističke partije Jugoslavije. Po uspostavi Nezavisne Države Hrvatske uključio se u Narodnooslobodilačku borbu. Uhapšen je u Sarajevu 23. 6. 1941. godine. Do novembra 1944. godine, kad je organizirao uspješan bijeg iz Jasenovca, bio je zatočen u koncentracionom logoru Jadovno, zatim u Karlobagu, pa na otoku Pagu u logoru smrti Slana, te na kraju u koncentracionom logoru Jasenovac, gdje je kao zatvorenik-inženjer održavao električnu centralu. Nakon bijega iz Jasenovca priključio se Narodnooslobodilačkoj vojsci Jugoslavije. Neko vrijeme je radio na teritoriju zapadne Bosne i Hercegovine, a zatim je postavljen za referenta za obnovu pri Zemaljskom antifašističkom vijeću narodnog oslobođenja Bosne i Hercegovine (ZAVNOBiH).

U poratnom periodu bio je načelnik u Ministarstvu industrije i rudarstva u Bosni i Hercegovini, generalni inžinjer Generalne direkcije Savezne elektroprivrede, generalni direktor Direkcije za elektroprivredu Vlade FNRJ, pomoćnik ministra Elektroprivrede, predsjednik Komiteta za elektroprivredu. U 1951. godini bio je jedan je od osnivača preduzeća Elektroprojekt koje je 1959. godine preraslo u Energoinvest – jedno od najuspješnijih bosanskohercegovačkih preduzeća za projektovanje hidro, termo i elektroenergetskih postrojenja koje je djelovalo u cijelom svijetu. Za nepune tri decenije koliko je proveo kao čelni čovjek Energoinvesta stvorio je firmu koja je zapošljavala oko 40.000 ljudi, imala godišnji izvoz od 500 miliona dolara... *Financial Times* ga je nazvao "oličenjem socijalističke poslovnosti" i prvim pravim socijalističkim biznismenom. Težio je punoj simbiozi između akademskog obrazovanja i praktične primjene tehnologija i znanja u proizvodnom procesu. Ulaganje u školovanje bilo je Blumova strateški osmišljena vizija ekonomskog razvoja Bosne i Hercegovine. Od 1976. Emerik Blum je član Poslovodnog odbora Energoinvesta. Od 1983. obavljao je poslove savjetnika predsjednika Poslovodnog odbora Energoinvesta za naučnoistraživački i razvojni rad i vršio je funkciju člana Predsjedništva Skupštine grada Sarajeva.

Bio je gradonačelnik Sarajeva u doba najvećeg procvata grada (1981–1983). U tom periodu je pristupio iznalaženju rješenja zagađenja zraka i saobraćajnih gužvi u gradu. U to doba su isplanirani (i samo djelomično realizirani) zaobilaznica i uvođenje trolejbuskog saobraćaja. Blum je inicirao dovođenje gasa u Sarajevo. Bio je član Organizacionog komiteta 14. zimskih olimpijskih igara Sarajevo 84. Umro je 24. 6. 1984. godine.

Blum je dobitnik Šestoaprilske nagrade grada Sarajeva (1966), 1974. godine odlikovan je titulom Viteza Legije časti Francuske. Jedna od ulica na sarajevskoj Grbavici nosi njegovo ime, a postavljena mu je i bista ispred zgrade Energoinvesta.

(Kao osnovni izvor korišten Filipović, 2002)

i omogući nastup na svjetskim tržištima. Razvoj automatike u Sarajevu je zapravo jedna od najboljih ilustracija tog načina mišljenja i vjere u mogućnosti postizanja uspjeha na bazi inovacija koje dolaze od domaćih kadrova i saradnje. Praćenje razvoja tehnologije kroz široku dostupnost publikacija, saradnja sa fakultetima i stipendiranje studenata su nakon samog osnivanja postali uobičajeni – 1952. godine Elektroprojekt je stipendirao 72 studenta, a Energoinvest je 1968. godine imao 782 stipendista na različitim fakultetima (v. Primorac, 2018).

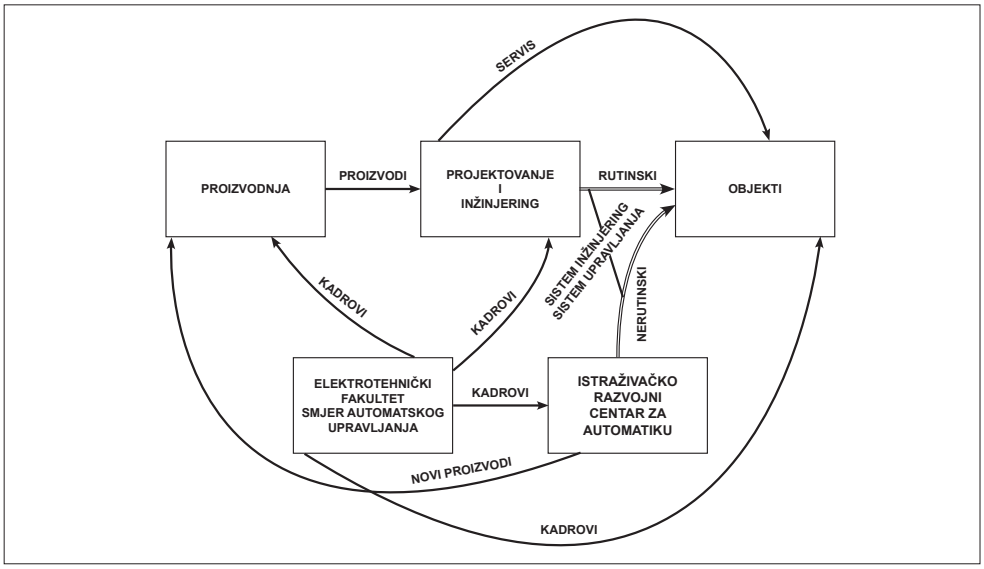
Kasnih 50-ih Energoinvest je kroz sopstveni rast i integracijama sličnih proizvodnih poduzeća u Bosni i Hercegovini i Jugoslaviji postigao nivo proizvodnih i inžinjering mogućnosti u oblastima elektro i mašinske opreme koji mu je omogućio izlazak na svjetsko tržište. Energoinvest se jasno profilira kao sistem-inžinjering za energetske i tehnološke procese.

U energetskim procesima to se prvenstveno odnosi na termo i hidroenergetska postrojenja te na prenos i transformaciju električne energije. U tehnološkim procesima aktivnosti su usmjerene ka petrohemiji. U tim oblastima Energoinvest se bavi projektovanjem i proizvodnjom bazične opreme i aparata. Istraživanja i razvoj energetike i tehnoloških procesa odvijali su se u Istraživačko-razvojnom centru za elektroenergetiku – IRCE i Istraživačko-razvojnom centru za termotehniku i nuklearnu tehniku – ITEN.

Djelovanje u sistem inžinjeringu složenih sistema neizostavno je tražilo rješavanje problema automatizacije. Dostupnost proizvoda i usluga u oblasti automatizacije u ranim 60-im godinama je u Jugoslaviji, a i u svijetu, bila ograničena te je bilo sasvim normalno da u Energoinvestu počnu razmišljanja o ulasku u tu oblast, čime bi se postigla cjelovitost djelatnosti u energetskim i tehnološkim procesima. U takvim uslovima je S. Zimonjić krajem 1959. godine zaposlen u Energoinvestu u birou za projektovanje.

1.3 Razvojni put automatike u Energoinvestu

Razvoj automatike, ili možda bolje rečeno automatskog upravljanja tehnološkim procesima, u Energoinvestu počeo je ranih 60-ih izradom i prihvaćanjem "Programa razvoja Automatike u Energoinvestu" koji je uradio Svetozar Zimonjić.



Slika 3. Koncept razvoja automatike (preuzeto iz Zimonjić – Matić, 1983)[3]

Koncept razvoja je bio zasnovan na postavci da djelatnost u oblasti automatskog upravljanja koja bi prirodno odgovarala preduzeću kakvo je Energoinvest treba da bude koncipirana kao sistem-inžinjering upravljanih procesa. Osnovne karakteristike koje je ta djelatnost trebala da zadovolji su:

- sopstveni razvoj i istraživanje uz razumnu kupovinu neophodnog *know-how*;
- proizvodnja aparata i sistema za realizaciju sistema upravljanja procesima;
- dostizanje mogućnosti projektovanja i izvođenja složenih višerazinskih sistema upravljanja i razvoj programskih rješenja.

Prema pisanju S. Zimonjića i B. Matića, procesi formiranja kadrovske osnove i stvaranja organizacione strukture za otpočinjanje sopstvenog razvoja, proizvodnje, projektovanja i marketinga u oblasti automatizacije odvijali su se paralelno. Realizacijom tog programa započeo je jedinstven proces istovremenog formiranja kadrovske baze (prikupljanja i obrazovanja kadrova), razvoja uređaja, proizvodnje i projektovanja u oblasti koja do

[3]Nažalost, nismo uspjeli naći izvornu verziju ovog dokumenta, ali smo našli rad Zimonjić, S.; Matić, B. (1983) Koncept razvoja i proizvodna djelatnost preduzeća „Energoinvest“ u oblasti sistema automatskog upravljanja tehnološkim procesima, čiju kopiju dajemo u prilogu na kraju ovog teksta.

tada nije imala nikakvu tradiciju u Sarajevu niti u BiH. Dolazak istraživača u Sarajevo koji su svoju karijeru započeli u drugim centrima i mladih inženjera koji su studije završili na fakultetima širom Jugoslavije, bio je neminovan, a kasnije se, pri formiranju obrazovnog programa na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu, pokazao kao posebno bogatstvo. Angažovanje tih kadrova omogućilo je nenametljivo formiranje posebnog pristupa u obrazovanju inženjera automatike koje je simbiotički objedinilo sve dobre osobine obrazovanja iz sredina iz kojih su mladi nastavnici dolazili.

Spisak radnika Biroa za automatiku, juni 1961.

Albin Obrez
Bogdan Pavičić
Branislava Draženović
Eduard Golenec
Ilija Jovanović
Ivan Fidler
Ivica Kordić
Ivo Drljo
Jovo Đurić
Karlo Keserović
Ljubivoje Pavlović
Medžid Hasić
Milutin Cvetković
Sulejman Hadžić
Svetozar Zimonjić
Vojislav Vasiljević

Razmišljanja o razvoju automatike u Jugoslaviji i BiH kao i djelovanje na univerzitetu u Sarajevu u periodu ranih 60-ih najbolje se vidi iz radova S. Zimonjića, A. Mandžića i E. Hume koji su dati kao prilozi ovoj knjizi.

Organizaciona struktura djelovanja u oblasti automatike u Energoinvestu je (v. Tabelu 1, str. 18.) od konstruktivnog biroa (1959), Biroa za automatizaciju i elektroniku (1960) (v. Spisak radnika Biroa za automatiku, juni 1961), Tvornice za automatizaciju, projektnog biroa i marketinga, početkom 70-ih prerasla u Sektor automatike. Nakon toga je razvoj tekao dosta burno.

Rasadnik kadrova i tehnologije bio je Istraživačko-razvojni centar za automatiku koji je kasnije preimenovan u Institut za automatiku i računarske nauke (IRCA). Iz njega su se u samostalne proizvodne ili inžinjering organizacije odvojili IRIS – djelovanje u oblasti primjene računarskih tehnologija, Tvornica sekundarne opreme – djelovanje u oblasti sistema zaštite i upravljanja elektroenergetskim postrojenjima, Tvornica mjerne opreme – djelovanje u oblasti mjerenja parametara fluida, Energetska elektronika – djelovanje u oblasti sistema napajanja, upravljanja pogonima i industrijskim postrojenjima. Sektor automatike se u narednim godinama nekoliko puta transformisao slijedeći promjene organizacije privrede u SFRJ.

Tabela 1. Prikaz razvoja i strukture preduzeća koja su djelovala u oblasti automatike u Energoinvestu

1959.	Grupa u Elektrobirou
1960.	Biro za automatiku i elektroniku
1961.	Tvornica automatizacije
1962.	IRCE – Studijski biro za automatiku
1963.	Istraživačko-razvojni centar za automatiku – IRCA sa odjeljenjima IRO 1 Elektronika IRO 2 Mašinstvo IRO 3 Računari IRO 4 Procesna automatika IRO 5 Zaštita elektroenergetskih postrojenja IRO 6 Energetska elektronika (osnovano 1975)
1971–1977.	**Sektor za automatiku** Istraživačko-razvojni centar za automatiku – IRCA Inženjering za automatiku – Automating Tvornica automatike Automatikinvest Fabrika signalizacije Sigma, Subotica Tvornica regulacionih armatura i alata Marketing i prodaja automatike
1978–1982.	**Radna organizacija Automatika s OOUR-ima** Institut za automatiku i računarske nauke – IRCA Institut za računarske i informacione sisteme – IRIS Tvornica procesne automatike Tvornica Mjerni sistemi Tvornica sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja Tvornica regulacionih armatura i alata Fabrika signalizacije Sigma, Subotica Energetska elektronika (od 1980. god.) Inžinjering sistema automatike Automating u sastavu RO Energoinžinjering Montaža automatike u sastavu RO Energomontaža

1983–1990.	**Poslovna zajednica za automatiku, informatiku i telekomunikacije** RO Institut za automatiku IRCA RO Institut za računarske i informacione sisteme IRIS IRIS Computers Sistemi daljinskog upravljanja Kibernetika Telekomunikacione tehnike Elektronika RO Procesna automatika RO Mjerni sistemi RO Energetska elektronika RO Tvornica sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja RO Industrijska automatika RO Fabrika signalizacije Sigma, Subotica
1991–1992.	Preduzeća iz oblasti automatike transformišu se u društva sa ograničenom odgovornošću ili dioničarstva društva. Zbog krize, raspada SFRJ i početka rata, ovaj proces transformacije nije do kraja sproveden.

“Ljudi su temelj svega…, bez njih ništa ne funkcionira, pa ni kompjuteri”, govorio je E. Blum. Paralelno sa razvojem u Energoinvestu, na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu je, formiranjem Katedre za automatiku (1961) i Odsjeka za automatiku i elektroniku (1962), otpočeo razvoj visokoškolskog obrazovanja u oblasti automatike. Prvi inženjeri automatike diplomirali su 1966, a prvi doktorski rad u oblasti automatike odbranjen je 1967. Početkom 70-ih je otpočelo obrazovanje na magistarskom studiju i prvi magistri iz oblasti automatike promovisani su 1975. Odsjek za automatiku i elektroniku rastao je zajedno sa Sektorom automatike u Energoinvestu a posebno s IRCA. Sinergija i zajednički rad u obrazovanju, industrijskom razvoju i naučnoistraživačkom radu bila je osnova cjelokupnog razvoja u ovoj oblasti. Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina su se sa školovanja u inostranstvu vratili prvi magistri nauka (Adnan Salihbegović nakon sticanja stepena magistra nauka na The University of Manchester, UK; Petar Kesić nakon sticanja stepena magistra nauka u na Illinois Institute of Technology, USA; Branislava Draženović nakon sticanja stepena kandidata nauka na Institutu za automatiku i telemehaniku Akademije nauka SSSR).

Poseban aspekt u razvoju naučnog rada u oblasti automatike predstavljala je tijesna saradnja sa Institutom za probleme upravljanja Akademije nauka SSSR (danas RAS), koja je započela posjetom Sarajevu učesnika IFAC Sensitivity Conference u Dubrovniku (1964). Na proputovanju iz Beograda u Dubrovnik grupa naučnika iz SSSR posjetila je Energoinvest. U toj grupi je bio S. V. Yemel'yanov, začetnik teorije sistema s promjenljivom strukturom, u to vrijeme nove oblasti unutar teorije nelinearnih sistema upravljanja. Tokom te posjete postavljene su osnove dugoročne saradnje koja je rezultirala tijesnom kooperacijom u razvoju i industrijskoj primjeni sistema s promjenljivom strukturom, ali i u nizu doktorskih disertacija odbranjenih u Sarajevu koje su dale poseban doprinos teoriji sistema sa promjenljivom strukturom.

Sve ovo ne bi moglo da se tako brzo razvija da nije niklo u okruženju Energoinvesta, preduzeća za koje je R. Burck u *Fortune* 1972. godine napisao: "Energoinvest je jedan od najambicioznijih i najpoučnijih konglomerata ikada poniklih u poslovnom svijetu…", te da u Energoinvestu nije bilo E. Bluma, vizionara koji je shvatao ulogu znanja u sveukupnom razvoju pa u tome i ulaganju u razvoj i obrazovanje. Blum je bio taj koji je podsticao težnju za punom simbiozom između akademskog obrazovanja i praktične primjene tehnologija i znanja. U S. Zimonjiću i B. Matiću, za oblast automatike, ali i u drugim stručnjacima za druge oblasti, našao je saradnike koji su u to vjerovali i pretvarali to u stvarnost. Shvatanje da "Fakultet je naša najvažnija tvornica", kako je Blum govorio, jest ono što je dovelo do ubrzanog ulaganja posebno u razvoj Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu i do prožimanja djelovanja u razvoju primjena i rada u obrazovanju kadrova. Energoinvest je podsticao svoje vodeće stručnjake da učestvuju u nastavi, studente da slobodno koriste opremu i slušaju nastavu u prostorima razvojnih centara Energoinvesta i na taj način žive današnju mantru "obrazovanja u saradnji sa privredom".

Čudno je kako danas, na početku 21. stoljeća, u doba kada je prihvaćena kovanica "na znanju zasnovana ekonomija", a izdvajanje za nauku u BiH je manje od 0,2% BDP, izgleda tako daleko da jedna kompanija izdvaja 3% ukupnog prihoda za finansiranje istraživačko-razvojnog rada. Teško da se danas u ovom dijelu svijeta može naći sličan primjer, a i tada je to bio izuzetak, jer je to bilo više nego što je izdvajala ukupna privreda BiH van Energoinvesta. Razvoj instituta pratio je osnovne oblasti u kojima je Energoinvest djelovao – energetika, termotehnika, zavarivanje, a kasnije se širio i na druge oblasti. Vlastiti razvoj je bio okosnica razvoja pojedinih grana. To je posebno istaknuto u razvoju automatike u Energoinvestu.

Prvi korak u uspostavljanju obrazovanja u oblasti elektrotehnike u Sarajevu predstavlja odluka Radničkog savjeta Energoinvesta donesena na sjednici održanoj 10. juna 1960. godine, u kojoj se predlaže formiranje Odsjeka za elektrotehniku na Tehničkom fakultetu u Sarajevu i u kojoj je izražena spremnost Energoinvesta da ostvari punu saradnju u razmjeni kadrova i korištenju Energoinvestovih laboratorija za potrebe obrazovanja.

Time je započet proces vrlo uspješne saradnje i realizacija postavke "Fakultet (je) naša najvažnija tvornica" (E. Blum), koja je bila vodilja za tu saradnju u Energoinvestu. Inžinjeri elektrotehnike, školovani u Sarajevu, postaju okosnica razvoja Energoinvestovog djelovanja u elektroenergetici, a kasnije i u automatici.

Komisija matičara je u periodu od 10. juna 1961. do 31. maja 1962. obavila neophodne poslove u uspostavljanju Odsjeka elektrotehnike na Tehničkom fakultetu, koji 30. 9. 1961. prerasta u Elektrotehnički fakultet u Sarajevu. U junu 1962. godine, zajedno sa još osam katedri, osnovana je Katedra za automatizaciju (matična za 12 predmeta), čime je organizaciono uspostavljeno usmjerenje za automatizaciju unutar smjera Upotreba električne energije. Usmjerenje u 1963. godini prerasta u smjer za automatizaciju, koji će 1966. godine prerasti u Odsjek za upravljanje i elektroniku, a poslije u Odsjek za automatiku i elektroniku.

Osnivanjem Elektrotehnički fakultet u Sarajevu nije dobio svoje prostorije pa je nastava sve do 1975. godine organizovana na nekoliko mjesta u Sarajevu u prostorima drugih fakulteta i institucija: u prostorijama današnjeg Ekonomskog fakulteta, Građevinskog fakulteta, Prirodno-matematičkog fakulteta i u prostorijama Energoinvest – IRCA na Stupu za studente automatike.

Prvi studenti automatike upisani su u školskoj 1962/63. godini. U ranim 80-im godinama Odsjek za automatiku organizovao je nastavu u pet usmjerenja: upravljanje procesima, zaštita i upravljanje elektroenergetskim postrojenjima, upravljanje elektromotornim pogonima, procesni računari i biomedicinski inžinjering. U školskoj 1986/1987. godini nastavni predmeti redovnog studija koji su nuđeni na Odsjeku automatika i elektronika (V–IX semestar) obuhvatali su: Elektroničke sklopove, Impulsnu elektroniku, Dinamiku fluida sa prenosom mase i toplote, Analizu signala i sistema, Teoriju automatskog upravljanja I, Digitalnu elektroniku, Sintezu logičkih i sekvencijalnih sistema, Specijalne senzore i mjerenja, Elektronska mjerenja, Digitalne računare (arhitektura i organizacija), Strukturu i organizaciju softvera,

Nastavnici odsjeka AiE ETF Sarajevo (1962–1972)

Svetozar Zimonjić
Božidar Matić
Ahmed Mandžić
Zijo Pašić
Dragoljub Milatović
Branislava Peruničić
Vladimir Gligić
Emir Humo
Dževad Hasanbegović
Adnan Salihbegović
Draško Suvajdžić
Gordana Jovanović
Fatih Imamović
Sead Mulabegović

(prema publikaciji izdatoj u povodu 25. godišnjice ETF Sarajevo)

Prenos podataka, Teoriju optimalnih rješenja, Projektovanje digitalnih sistema, Applikacioni softver i vođenje diskretnih procesa, Metode modeliranja i simulacije, Principe sistemskog inžinjeringa, Principe gradnje tehničkih sredstava automatike, Projektovanje sistema automatskog upravljanja, Principe gradnje sistema upravljanja i zaštite elektroenergetskih sistema, Strukture i režime rada sistema električne energije, Energetsku elektroniku i Upravljanje procesima konverzije energije (Humo, 1971).

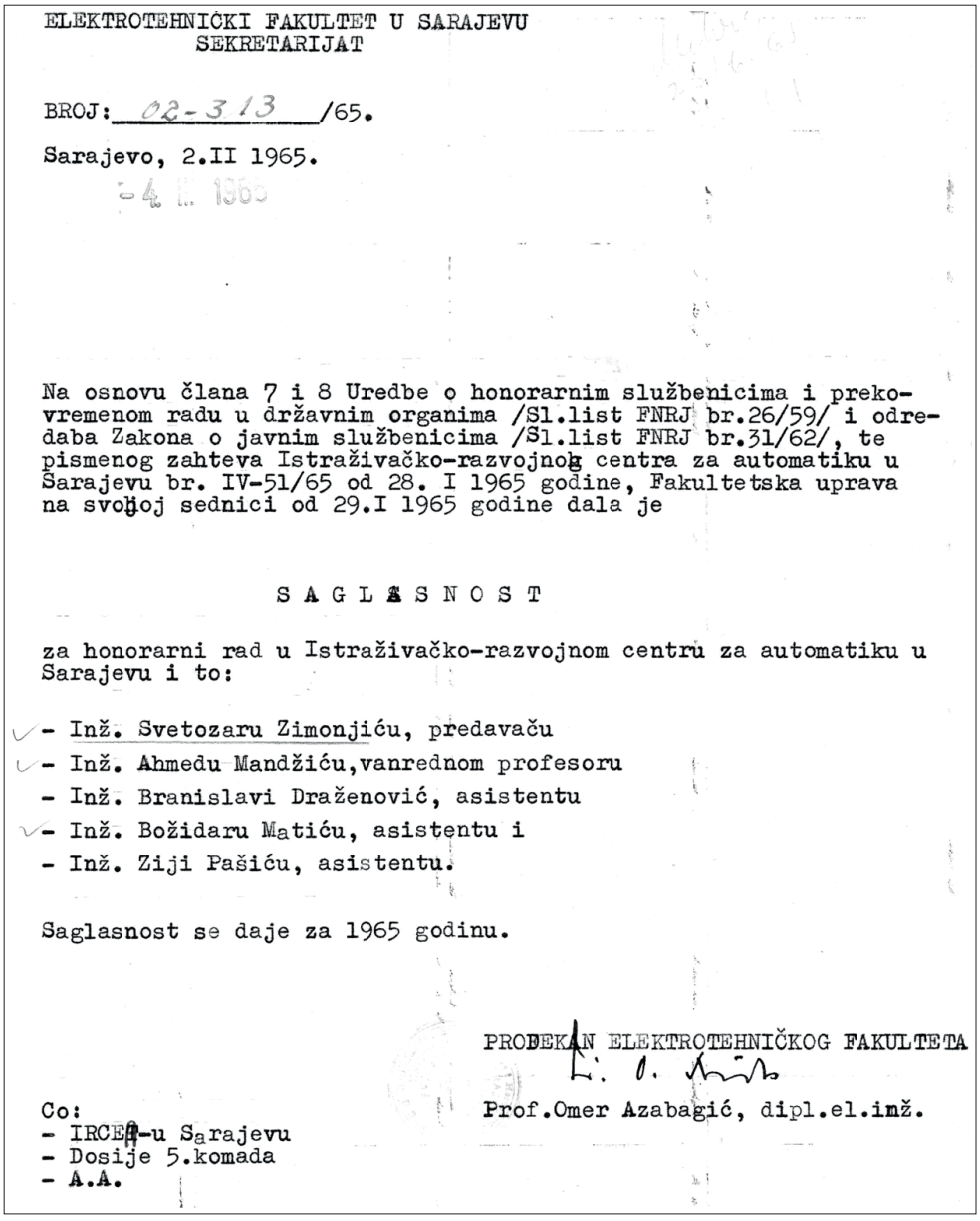
Poseban aspekt razvoja bilo je stasanje "ruku pod ruku" obrazovanja i razvoja u oblastima automatskog upravljanja te računarskih tehnologija i informatike. Dolaskom Ahmeda Mandžića, jednog od članova tima za razvoj prvog jugoslavenskog računara CER (Tomović et al., 1960) u Sarajevo započeo je buran razvoj u primjeni računara i informacionih tehnologija u Energoinvestu i na ETF-u Univerziteta u Sarajevu. Poseban zalet u razvoju informacionih tehnologija u Sarajevu i BiH podstaknut je formiranjem Odsjeka za informatiku na ETF-u čiji je osnivač i dugogodišnji rukovodilac bio Ahmet Mandžić, za koga se s pravom može reći da je osnivač informatičkih tehnologija u BiH.

Saradnja Energoinvesta i ETF-a Sarajevo i razmjena kadrova bila je intenzivna i na momente se, posebno u ranom periodu razvoja, gubila granica u pripadnosti jednoj ili drugoj organizaciji.

Obrazovanje u oblasti upravljanja i elektronike je na ETF-u imalo duboke korijene u izučavanju sistema i već od ranih godina je obuhvatilo i digitalne sisteme. To je omogućilo da završeni studenti vrlo efikasno nastave karijere u različitim istraživačkim, proizvodnim i projektnim djelatnostima i da bez velike potrebe za dodatnim doškolovavanjem vrlo brzo preuzimaju i realizuju složene projekte. To se kasnije jasno odrazilo na rad u inžinjeringu za projektovanje sistema automatskog upravljanja koji je često radio na upravljanju sistemima čija je procesna oprema bila projektovana i izrađena van Energoinvesta.

Tabela 2. Historija razvoja ETF Sarajevo (izvor: web-stranica ETF Istočno Sarajevo)

11. 6. 1960.	Radnički savjet Energoinvesta predlaže Izvršnom vijeću Bosne i Hercegovine formiranje elektrotehničkog odsjeka na Tehničkom fakultetu u Sarajevu.
5. 5. 1961.	Savjet Univerziteta u Sarajevu svojim aktom broj 03-682/61 predlaže Tehničkom fakultetu da formira Komisiju matičara za elektrotehnički odsjek Tehničkog fakulteta.
11. 5. 1961.	Savjet Tehničkog fakulteta u Sarajevu donosi odluku o formiranju Komisije matičara za elektrotehnički odsjek. dr. ing. Mirjan Gruden, FTF, Ljubljana ing. Emerik Blum, Energoinvest, Sarajevo ing. Nikola Sedlar, Tehnički fakultet, Sarajevo ing. Relja Vasiljević, Tehnički fakultet, Sarajevo ing. Avdo Đumrukčić, Zajednice EP BiH, Sarajevo ing. Teodor Gregorić, Tehnički fakultet, Sarajevo
10. 6. 1961.	Komisija priprema statutarnu odluku, nastavni plan, obezbjeđuje prostorije i izvore finansijskih sredstava.
31. 5. 1962.	Izabrani su: 4 redovna i 3 vanredna profesora, 5 viših predavača, 7 docenata, 20 predavača i 21 asistent.
30. 9. 1961.	Prestaje s radom Tehnički fakultet u Sarajevu, a njegova četiri odsjeka prerastaju u četiri samostalna fakulteta: Građevinski, Arhitektonsko-urbanistički, Mašinski i Elektrotehnički.
1. 10. 1961.	Počinje redovna nastava na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu (istovremeno na prvoj i drugoj godini!). Ukupan broj studenata na obje godine je bio 304.
31. 5. 1962.	Komisija matičara prestaje sa radom.
1970/71.	Uvedena reformisana trimestarska četverogodišnja nastava. (Statut iz marta 1971. godine)
1972.	Osnovan Odsjek za informatiku.
1975.	Fakultet preselio u novu zgradu u Lukavici.
1976.	Osnovan Odsjek za telekomunikacije.
1986/87.	Vraćanje na semestarsku nastavu od prve godine studija u trajanju devet semestara plus semestar za izradu diplomskog rada.
Poslije 1993.	Dva fakulteta baštine tradiciju Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu iz perioda 1961–1992: - Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu i - Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu.



ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U SARAJEVU
SEKRETARIJAT

BROJ: 02-313 /65.

Sarajevo, 2.II 1965.

24 II 1965

Na osnovu člana 7 i 8 Uredbe o honorarnim službenicima i prekovremenom radu u državnim organima /Sl.list FNRJ br.26/59/ i odredaba Zakona o javnim službenicima /Sl.list FNRJ br.31/62/, te pismenog zahteva Istraživačko-razvojnog centra za automatiku u Sarajevu br. IV-51/65 od 28. I 1965 godine, Fakultetska uprava na svojoj sednici od 29.I 1965 godine dala je

S A G L A S N O S T

za honorarni rad u Istraživačko-razvojnom centru za automatiku u Sarajevu i to:

- Inž. Svetozaru Zimonjiću, predavaču
- Inž. Ahmedu Mandžiću, vanrednom profesoru
- Inž. Branislavi Draženović, asistentu
- Inž. Božidaru Matiću, asistentu i
- Inž. Ziji Pašiću, asistentu.

Saglasnost se daje za 1965 godinu.

PRODEKAN ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA

Prof.Omer Azabagić, dipl.el.inž.

Co:
- IRCE-u Sarajevu
- Dosije 5.komada
- A.A.

Slika 4. Saglasnost za honorarni rad saradnika Elektrotehničkog fakulteta u Istraživačko-razvojnom centru za automatiku (u posjedu arhiva ETF Istočno Sarajevo)

1.4 Godine neponovljivog rasta

Početkom 1990-ih navršilo se 30 godina od početka djelovanja u oblasti automatike u Sarajevu. Vizija koju je S. Zimonjić postavio ranih 1960-ih i uporno razvijao sa brojnim saradnicima, prošla je doba ranog sazrijevanja i postala prepoznatljiva ne samo u Energoinvestu, u kome se razvio sektor automatike sa nekoliko hiljada radnika, već i u Jugoslaviji i u svijetu. Završeni objekti širom Jugoslavije i u svijetu, saradnja s velikim brojem zemalja, publikacije od kojih su neke postavljale osnovne rezultate u nekim granama teorije automatskog upravljanja, rezultati su tih neponovljivih trideset godina djelovanja.



Ahmed Mandžić, rođen u Tuzli 1924. Učesnik NOB. Srednju školu završio 1946. Od 1946-1948 pohađao Lenjingradski fakultet elektrotehnike. Diplomirao 1954. na Elektrotehničkiom fakultetu u Beogradu. Odbranio doktorski rad 1974. godine na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Radio je u Institutu "Boris Kidrič" u Vinči kao rukovodilac Laboratorije za automatiku. Vodio je izradu centralne jedinice u okviru tima za projektovanje prvog jugoslovenskog računara CER 10 (1956-1963) čiji je razvoj započet u Vinči a završen u Institutu "Mihajlo Pupin". 1963. godine prelazi, u zvanju vanrednog profesora, na Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu. U periodu 1963-1967 je vršio dužnost dekana tog fakulteta. Osnivač je i dugogodišnji rukovodilac Odsjeka za informatiku na ETF Sarajevo. S pravom se može smatrati osnivačem informatičkih nauka u Bosni i Hercegovini.

Zajedno su rasli i sazrijevali kao jedna cjelina obrazovanje, razvoj, proizvodnja i inžinjering. Činilo se da su i uposlenici rasli zajedno sa organizacijama u kojima su radili i nisu imali osjećaj onoga šta se dešavalo i koliko je postignuto. Bili su kao mladi ljudi koji se "opašu u snagu" a da ne osjete svoj rast niti su, okruženi sličnim sebi, svjesni transformacije i stasanja. Gledali su sve iznutra i samo neki su imali priliku da se odmaknu i pogledaju "s visine" na sve šta se dešavalo kako bi vidjeli cijelu sliku, a ne samo ono što je bilo u individualnim okvirima.

A onda se desilo ono što niko nije očekivao – razorili su naše učionice, laboratorije, fabrike. U toku i neposredno nakon rata koji je počeo ranih 90-ih veliki broj istraživača iz sektora automatike i sa ETF Sarajevo se razišao po svijetu – otišli u pečalbu – jer u Sarajevu više nije bilo onoga šta su gradili niti interesa za ono šta su oni znali i u čemu su bili dobri. Veliki broj ih je nastavio karijeru u akademskim, državnim i industrijskim istraživačkim centrima, nastavljajući istraživanja koja su započeli u Sarajevu. Danas kad ih sretnete "u bijelom svijetu", reći će da su, tek nakon što su bolje upoznali svijet, shvatili na ko-

jem je nivou bilo ono šta su radili u Sarajevu, organizacija i kvalitet projekata u kojim su učestvovali. Bez izuzetka, svi će se rado sjetiti E. Bluma, S. Zimonjića i B. Matića i njihove dalekosežne vizije koja je trasirala put razvoja automatike u Sarajevu.

Elektrotehnički fakultet je kao i veliki broj kompanija koje su prije 1992. godine bile u sastavu Energoinvesta, nažalost, podijeljen, tako da danas u Sarajevu djeluju dva ETF-a: jedan koji je nastavio raditi unutar Univerziteta u Sarajevu i drugi u Istočnom Sarajevu, koji je naslijedio zgradu i skoro svu dokumentaciju o djelovanju ETF-a do 1992. godine.

Šta je to što je između ranih 60-ih i ranih 90-ih ostvareno u Sarajevu u oblasti automatike? Od prvih upisanih studenata obrazovano je stotine inžinjera automatike koji su stekli znanja i vještine da se pređe put od razvoja prvih pneumatskih regulatora do:

- distribuiranih računarskih sistema upravljanja procesima,
- savremenih robota razvijenih u IRCA,
- računara proizvođenih na bazi sopstvenog dizajna,
- informacionih mreža instaliranih u Kini,
- informacionih sistema savremenih aerodroma,
- modernih sistema zaštite i upravljanja elektroenergetskim postrojenjima,
- razvoja i proizvodnje sistema energetske elektronike,
- sistema upravljanja korištenih na brodovima i avionima,
- ugradnje sopstvenih sistema upravljanja u velikom broju objekata u zemlji i u svijetu,
- formiranja najveće i najšire proizvodnje iz oblasti automatike u Jugoslaviji,
- ugradnje sopstvenih uređaja i sistema upravljanja u velikom broju objekata širom Jugoslavije,
- ostvarenja i stalnog rasta izvoza, pri čemu su dva preduzeća (Mjerni sistemi i Procesna automatika) postala pretežno izvozne fabrike,
- prodaje prve jugoslavenske industrijske licence u SAD,
- osnivanja zajedničkih fabrika i prenosa vlastite proizvodne tehnologije u SSSR, na Kubu i u Kinu.

O rastu i reorganizacijama unutar Energoinvesta smo već pisali: od grupe u Institutu za energetiku do sektora automatike u Energoinvestu trebalo je desetak godina. U sljedeća dva desetljeća iz IRCA su se odvajale grupe koje su

stasale za samostalno djelovanje, a onda su iz njih rađane nove firme i tako redom. Djelatnost automatike je u Energoinvestu bila prepoznata kao poseban sektor djelovanja složene organizacije rame uz rame sa tradicionalnim sektorima Energoinvesta.

Takav razvoj je omogućilo ono što je Univerzitet u Sarajevu, posebno Elektrotehnički fakultet, i Energoinvest razlikovalo od drugih. Saznanje da je "univerzitet najvažnija tvornica", podsticaj da Energoinvestovi stručnjaci rade na fakultetima, da studenti imaju pristup računarskom centru i laboratorijama u istraživačkim centrima Energoinvesta i masovno stipendiranje – sve to je stvorilo okruženje u kome su studenti automatike nakon završetka studija prirodno odlazili u Energoinvest. Već početkom 70-ih više nije bilo neophodno (ali je bilo poželjno i često) dovoditi inženjere školovane u drugim sredinama, kako je to bilo neophodno u 60-im. U jednom trenutku se činilo da svi uče istovremeno, novopečeni nastavnici šta i kako da predaju, studenti koji su savladavali znanja u oblasti koja se mijenjala pred njihovim očima i istraživači kako najbolje realizovati projekte i razviti proizvode za koje su čuli tek kad su dobili projektni zadatak. Činilo se da je sve cjelina u kojoj se lako mijenjaju uloge zavisno od potreba i mogućnosti doprinosa bržem rastu. Već polovinom 70-ih ETF je imao prve magistrante u oblasti automatike i time otvorio vrata školovanju istraživača i budućih nastavnika u Sarajevu.

2. ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ U IRCA

Razvoj u oblasti mjerenja, regulacije, vođenja i upravljanja tehničko-tehnološkim procesima bio je osnovna razvojna aktivnost i djelatnost s kojom je i započeo rad u Istraživačko-razvojnom centru za automatiku – IRCA (koji je ranih 70-ih preimenovan u Institut za automatiku i računarske nauke – IRCA), od njegovog osnivanja 1963. godine. U početku je rad organizovan u četiri pravca:

- razvoj uljno regulacionih sistema i prelazak na razvoj elektronskih regulatora, transmitera temperature i blokova obrade elektronskih signala;
- razvoj transmitera i mjerača procesnih veličina na bazi balansa sile koju je proizvodila mjerena procesna veličina i elektromagnetne sile proizvedene standardnim strujnim signalom koji je proticao kroz elektromagnetni namotaj;
- razvoj izvršnih organa na bazi hidrauličkog i pneumatskog pogona;
- razvoj logičkih i sekvencijalnih automata na bazi diskretnih logičkih kola.

Nedugo nakon osnivanja, oblast djelovanja je proširena i IRCA je organizovan u pet razvojnih odjeljenja, od kojih su dva (IRO1 i IRO 2) bila orijentisana na tehnološke osnove sistema upravljanja (IRO1 – elektroniku, a IRO2 – mehanički dizajn), dok su ostala tri odjeljenje bila orijentisana na sistemska istraživanja u oblastima primjene računara i upravljanja velikim sistemima (IRO3), upravljanje tehnološkim procesima (IRO4) i upravljanje elektroenergetskim postrojenjima (IRO5). U 1975. godini formirano je odjeljenje IRO6 – Energetska elektronika. U 1977. godini u IRCA je bilo uposleno 115 inženjera, 13 magistara nauka i 3 doktora nauka.

IRCA se brzo razvijao dok je istovremeno dolazilo do odvajanja u projektne i proizvodne jedinice onih djelatnosti koje su imale tržišne uslove. Tako su odvajanjem iz IRCA formirani:

- IRIS – Institut za računarske i informacione sisteme, koje su činili
  - IRIS-Computer
  - Sistemi daljinskog upravljanja (SDU)
  - Kibernetika

    - Telekomunikacione tehnike (ETT)
    - Elektronika
- Tvornica Mjerni sistemi
- Tvornica sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja
- Energetska elektronika

Razvoj sistema automatskog upravljanja u IRCA je zbog interdisciplinarnosti skoro uvijek bio realizovan u saradnji više grupa koje su organizaciono pripadale različitim odjeljenjima. Takva, matična organizacija realizacije projekata omogućavala je brzu interakciju različitih tehničkih disciplina i prirodno proširenje djelovanja u interdisciplinarnim oblastima. To je posebno došlo do izražaja pri ulasku u nove oblasti kao što je energetska elektronika, robotika i razvoj sistema za namjenske objekte (letjelice i plovila).

Oblast sistema procesne automatike bila je okosnica djelovanja IRCA podstaknuta potrebom razvoja proizvodnje u tvornici Automatikinvest koja je određeni niz godina imala i proizvodnju sistema zaštite i upravljanje elektroenergetskim sistemima. U drugim oblastima djelovanja IRCA je odigrao ulogu inkubatora koji je omogućio početni razvoj, izlazak na tržište i formiranje kritične mase kadrova koja je mogla osigurati organizaciju proizvodnje, nastup na tržištu i daljnji razvoj. Pristup tržištu potpomognut je djelovanjem kroz Energoinžinjering. Nakon dostizanja kritičnog nivoa odvajane su proizvodne i inžinjering djelatnosti, a osnove razvoja su u većini slučajeva ostajale u IRCA. Ovakva politika, koju je posebno zagovarao B. Matić, podsticala je poduzetne istraživače da formiranjem kompanija unutar Sektora automatike u Energoinvestu prošire oblast djelovanja i nastup na tržištu. Na taj način se inovativnost koju je E. Blum promovirao na nivou Energoinvesta prirodno proširila i u Sektoru automatike u kome je IRCA poslužio kao inkubator za IRIS – Institut za računarske i informacione sisteme, Tvornicu sekundarne opreme, tvornicu Mjerni sistemi, Industrijsku automatiku i Energetsku elektroniku.

2.1 Razvoj komponenata sistema procesne automatike

Razvoj komponenata sistema procesne automatike je tokom niza godina predstavljao okosnicu djelovanja IRCA. Već pri osnivanju pokrenut je razvoj autonomnog sistema nazvanog UR-I, (akronim je označavao uljno regulacione sisteme), koji je u okviru autonomnog uređaja uključivao tri funkcije zatvo-

rene regulacione konture: mjerenje – transmiter, regulator i izvršni organ na bazi uljnog hidrauličkog klipa. Ovi uređaji, kao autonomne integrisane regulacione konture, bili su vrlo popularni u drvnoj industriji i drugim manjim industrijskim objektima zbog jednostavnosti ugradnje, eksploatacije i održavanja, u preduzećima koja su raspolagala službama održavanja bez značajnijih iskustava u elektronici, a UR se mogao primjenjivati u područjima regulacije nivoa, temperature, pritiska, protoka i gustine. Takav pristup je bio opravdan imajući u vidu da je elektronska baza u ranim 60-im bila na početku.

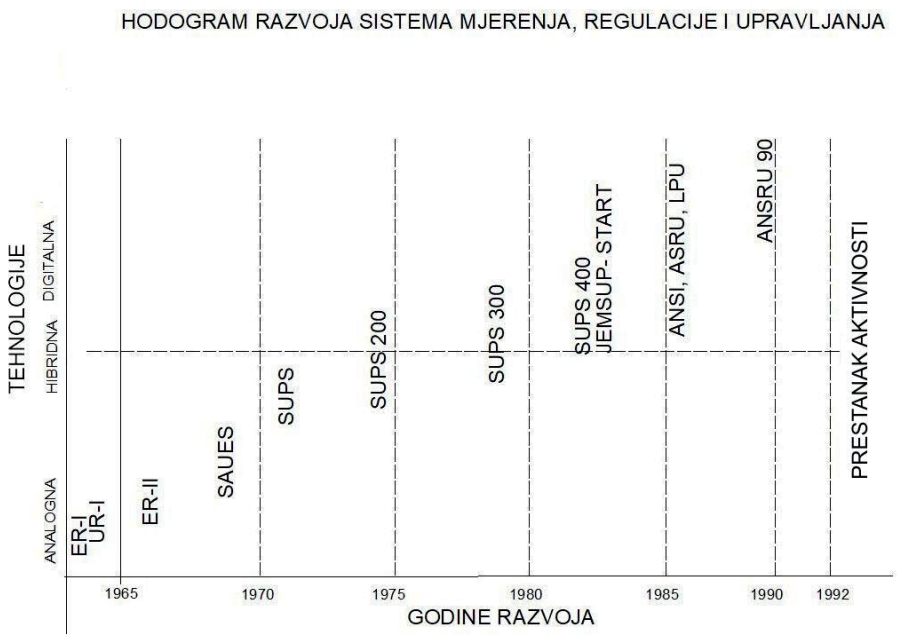
Razvoj elektronike i dostupnost poluprovodničkih komponenata podstakla je migraciju od uljno regulacione tehnike u elektronske sisteme. Već u ovom stadiju razvoja pokazala se pragmatičnost pristupa u razvoju nove oblasti. S obzirom na to da je u Sarajevu razvoj u oblasti elektronike bio na samom početku, odlučeno je da se neki saradnici, među kojima je bio i B. Matić, pošalju na magistarske studije u Beograd, ali da istovremeno rade na razvoju osnovnih komponenata elektronskih sistema upravljanja u Institutu *Mihajlo Pupin*. Taj rad se može pratiti iz članaka objavljenih u saradnji sa kolegama iz Instituta. U ranim 60-im već je kompletirana faza razvoja prve generacije ovih uređaja koji su nosili zajednički naziv ER-I, akronim za elektronski regulacioni sistem prve generacije.

Paralelno s kompletiranjem razvoja pojedinih uređaja odvijao se i prenos proizvodnje u Tvornici mjerno-regulacione tehnike (MRT) na Stupu. Na bazi ovog razvoja proizvedeni su prvi uređaji i instalirani u industrijskim objektima u željezarama u Zenici i Ilijašu, fabrici drvne industrije Bosanka u Blažuju i drugim proizvodnim pogonima u BiH.

Počevši od 1966. godine, razvoj u ovoj oblasti odvijao se kroz etape, kako je to prikazano vremenskom linijom (hodogramom).

2.1.1 Rani razvoj sistema

Uređaji razvijeni u okviru sistema ER-I dopunjeni su familijom force-balance transmitera apsolutnog i relativnog pritiska (PEM), diferencijalnog pritiska (DEM) koji je korišten i za mjerenje protoka fluida dodatkom mjerne blende i nivoa tečnosti u posudama na bazi hidrostatskog pritiska, uz poznatu vrijednost gustine mjerenog fluida. Za povezivanje elektronskih i pneumatskih regulacionih kontura razvijen je kao poseban uređaj elektropneumatski pretvarač, koji je pretvarao standardni električni strujni signal (4(0)–20) mA u standardni pneumatski signal (3–15) psig (0,2–1 kgs/cm^2).



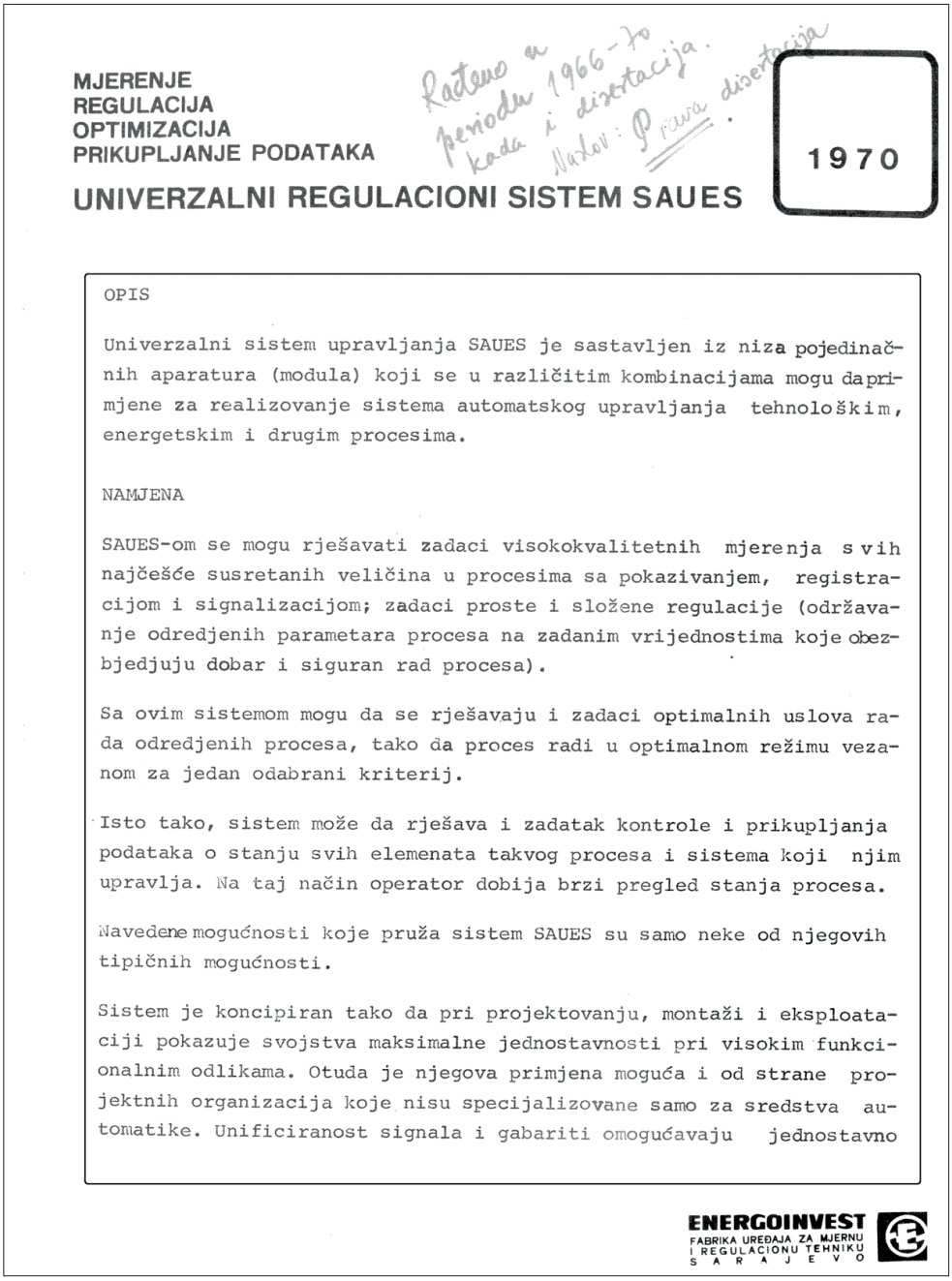
Slika 5. Hodogram razvoja sistema procesne automatike u Energoinvest-IRCA

Familija transmitera dopunjena je i prvom generacijom elektrohidrauličkog servopogona (EHS) sa ugaonim i translatornim (linearnim) pomakom izlaznog vratila koji se vezao za regulacioni ventil i obezbjeđivao njegovo otvaranje-zatvaranje u skladu sa zahtjevima regulatora u zatvorenoj regulacionoj konturi.

Sistem regulacije ER-II je kompletiran razvojem prve generacije regulacionih ventila, čime je u potpunosti zaokružena lepeza svih uređaja koji ulaze u sastav regulacionih kontura sa zatvorenom povratnom spregom u procesnoj industriji, za procesne veličine kao što su: pritisci, nivoi, protoci i temperature, što je činilo skoro 80% svih regulacionih kontura u tipičnim procesima u energetici, hemiji i petrohemiji, metalurgiji, metaloprerađivačkoj i drvnoj industriji itd.

2.1.2 Profiliranje i širenje djelovanja

Sistem automatskog upravljanja energetskim sistemima (SAUES), čiji je razvoj započet 1968. godine, značio je zaokret u oblasti aplikacija ka termoenergetskim postrojenjima i termoelektranama koje su se u to doba počele



MJERENJE
REGULACIJA
OPTIMIZACIJA
PRIKUPLJANJE PODATAKA

Radeno u periodu 1966-70 kada i disertacija. Naslov: Prva disertacija.

1970

UNIVERZALNI REGULACIONI SISTEM SAUES

OPIS

Univerzalni sistem upravljanja SAUES je sastavljen iz niza pojedinačnih aparatura (modula) koji se u različitim kombinacijama mogu da primjene za realizovanje sistema automatskog upravljanja tehnološkim, energetskim i drugim procesima.

NAMJENA

SAUES-om se mogu rješavati zadaci visokokvalitetnih mjerenja svih najčešće susretanih veličina u procesima sa pokazivanjem, registracijom i signalizacijom; zadaci proste i složene regulacije (održavanje odredjenih parametara procesa na zadanim vrijednostima koje obezbjedjuju dobar i siguran rad procesa).

Sa ovim sistemom mogu da se rješavaju i zadaci optimalnih uslova rada odredjenih procesa, tako da proces radi u optimalnom režimu vezanom za jedan odabrani kriterij.

Isto tako, sistem može da rješava i zadatak kontrole i prikupljanja podataka o stanju svih elemenata takvog procesa i sistema koji njim upravlja. Na taj način operator dobija brzi pregled stanja procesa.

Navedene mogućnosti koje pruža sistem SAUES su samo neke od njegovih tipičnih mogućnosti.

Sistem je koncipiran tako da pri projektovanju, montaži i eksploataciji pokazuje svojstva maksimalne jednostavnosti pri visokim funkcionalnim odlikama. Otuda je njegova primjena moguća i od strane projektnih organizacija koje nisu specijalizovane samo za sredstva automatike. Unificiranost signala i gabariti omogućavaju jednostavno

ENERGOINVEST
FABRIKA UREĐAJA ZA MJERNU I REGULACIONU TEHNIKU
S A R A J E V O

Slika 6. Naslovna stranica dokumentacije o sistemu SAUES. Rukom pisani tekst je komentar B. Matića (u posjedu Arhiva Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine).

intenzivno modernizovati, proširivati i graditi (TE Tuzla, TE Kakanj, TE Gacko, TE Ugljevik, TE Kolubara, termoelektrane u Sloveniji i na Kosovu itd.). Posebno interesantan podatak je da je SAUES bio verificiran na ispitivanjima u Francuskoj i odobren za instaliranje u Tvornici glinice u Mostaru, za koju je glavni i odgovorni projektant bio Peshiney – Francuska. Osim razvoja uređaja, koji su nakon realizacije i verifikacije prototipova prenošeni u proizvodnju, u IRCA se paralelno odvijao proces kompletiranja eksploatacione dokumentacije i razvoj testnih uređaja koji su korišteni u procesu proizvodnje u fazama baždarenja, kalibracije i kontrole. Razvijene su i urađene projektne podloge sa tipičnim primjerima aplikacije, namijenjene za projektne inženjere u Inženjeringu za projektovanje automatike – Automating.

Na ovim aktivnostima bili sa angažovani mladi inženjeri koji su dolazili sa Odsjeka za automatiku i elektroniku Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, na kojem su glavninu predavača činili istraživači i razvojni inženjeri koji su radili u IRCA, uglavnom u dopunskom radnom odnosu.

Sistem SAUES je nadograđen nakon kompletiranja istraživačko-razvojnog projekta između Energoinvest-IRCA i Instituta za probleme upravljanja – IPU Akademije nauka SSSR u Moskvi (kolokvijalno je korišten naziv "prvi ruski projekat"). Na prostoru tadašnje Jugoslavije ovo je bio prvi ugovor ovakve vrste potpisan sa renomiranim istraživačkim partnerom. Novi sistem je nazivan SUPS (Sistem upravljanja promjenljivom strukturom).

2.1.3 Međunarodna saradnja i sazrijevanje

Saradnja Energoinvest-RCA i IPU značajno je uticala na ubrzanje razvoja automatike u Energoinvestu. Saradnja je povezala partnere koji su zajedno mogli realizovati potencijal naučnih dostignuća grupe u IPU AN SSSR koja se bavila teorijom sistema sa promjenljivom strukturom. Visoka teoretska dostignuća i dostupnost širokog spektra specijalista u različitim oblastima na strani IPU u kombinaciji sa relativno naprednim (u poređenju s onim šta je bilo dostupno u SSSR u tom vremenu) tehnološkim mogućnostima i fleksibilnost Energoinvesta su omogućili plodnu dugogodišnju saradnju. U toj saradnji Energoinvest-IRCA značajno je proširio svoju znanstvenu i tehnološku bazu djelovanja u oblasti automatike.

Razvoj sistema SUPS je započet sveobuhvatnom analizom i sistematizacijom dinamičkih karakteristika više od 300 tipičnih industrijskih objekata. Pregled je obuhvatio analizu struktura za upravljanje i ponašanje sistema

Adnan Salihbegović je rukovodio razvojem SUPS sistema i bio rukovodilac Energoinvestovog tima za saradnju s AN SSSR.

Razvoj transmitera su vodili **Draško Suvajdžić**, **Petar Kesić** i **Nedžad Kreso**.

Razvoj rezonantnih davača vodili su **Nedžad Kolaković** i **Nikola Borić**.

Razvoj elektrohidrauličkih servomotora vodio je **Vjekoslav Damić**.

Rukovodilac ANSSR IPU tima bila je **Nataša E. Kostiljeva**.

sa nestacionarnim i nelinearnim parametrima, složene kaskadne i feedforward konture regulacije, multivarijabilne konture regulacije, potrebu za primjenom specifičnih obrada signala itd. Ova analiza poslužila je za određivanje zajedničkih karakteristika regulatora i drugih blokova statičke i dinamičke obrade signala u zatvorenim konturama regulacije. Kao rezultat određen je skup regulatora i kontrolnih blokova čijom primjenom je bilo moguće uspješno rješavati zahtjeve široke klase sistema. Skup regulatora i kontrolnih blokova predviđenih za razvoj u okviru sistema SUPS činilo je 38 modula koji se mogu podijeliti u sljedeće grupe:

- moduli za dobijanje informacija,
- moduli obrade signala,
- moduli izvršnih organa,
- specijalni moduli,
- adaptivni regulator sa promjenljivom strukturom,
- proporcionalno-integralno-diferencijalni regulator sa promjenljivom strukturom,
- adaptivni diferencijatori,
- adaptivni filtri.

U okviru grupe za obradu informacija razvijeno je 16 modula, od kojih je 11 bilo implementirano korištenjem metoda sistema sa promjenljivom strukturom. Takva realizacija je obezbjeđivala malu osjetljivost sistema na promjene parametara objekta, čime se postizao visok kvalitet upravljanja objektima. Tu grupu su činili blokovi za ostvarivanje: linearnih operacija, galvanske izolacije, filtera sa promjenljivim parametrima, algebarskih operacija (množenja, dijeljenja, bloka korjenovanja signala), integratora, pretvarača analognog u frekventni signal itd.

U grupi izvršnih organa na bazi elektropneumatskog i elektrohidrauličkog servomotora sa linearnim i ugaonim izlazom razvijena je nova generacija aktuatora sa unaprijeđenim tehničkim karakteristikama i proširenim dijapazonima sila.

U okviru familije modula za dobijanje procesnih informacija, uz tehnološku revitalizaciju ranije razvijenih transmitera na bazi kompenzacije sile, u sklo-

pu druge faze ruskog projekta 1974–1978. godine, razvijena je sasvim nova generacija nivometara za mjerenja i signalizaciju nivoa široke lepeze fluida na bazi tada originalne rezonantne metode mjerenja promjene kapacitivnih osobina posude sa promjenom nivoa tečnog fluida.

Licenca za jedan od ovih davača prodana je američkoj firmi Monitor, vodećoj u oblasti proizvodnje uređaja za ove namjene, koja je 1998. promijenila ime u Monitor Technologies LLC. Bio je to prvi slučaj takve prodaje licence iz Jugoslavije američkoj firmi u oblasti visoke tehnologije.

SUPS je uspješno primjenjivan u različitim oblastima u industriji sa vrlo složenim zahtjevima. Uz uređaje sistema SUPS, razrađena su i kompletirana 4 nivoa dokumentacije:

- prospekti,
- eksploataciona dokumentacija uređaja,
- proizvodna dokumentacija sa svim za kalibraciju, baždarenje i testiranje u svim fazama proizvodnje,
- projektna dokumentacija sa tipizacijom projektnih podloga za različite primjene u industriji.

U okviru daljnjeg tehnološkog unapređenja i funkcionalnog proširenja sistema SUPS 100 razvijeni su neki dodatni uređaji ili inovirani postojeći. Univerzalni mjerni pretvarač tip TEM-200 je razvijen na osnovi iskustva pri razvoju namjenskog regulatora RETIG (primjena naizmjeničnog pojačivača).

Dalji razvoj je iniciran neophodnošću da se (po prvi put u Energoinvestu), koristi koračna regulacija (three-point step control) na 300 MW bloku u TE Gacko i Ugljevik (zahtjev ruskog bazičnog projekta). Regulator (REK-300) je dizajniran u potpunosti prema ruskoj specifikaciji (dizajn je pratio i odobrio glavni projektant). Energoinvest je prethodno u potpunosti prihvatio odgovornost za implementaciju sistema automatizacije, po prvi put za rusku tehnologiju termoelektrana.

SUPS 400, kao posljednja generacija analognih sistema namijenjenih regulaciji i upravljanju koji su razvijeni u IRCA, nastao je prvenstveno iz neophodnosti da se po prvi put tzv. mjerno-regulacioni sistem direktno poveže s nadređenim sistemom automatskog upravljanja parogeneratorom i turbinom (SUPS 400D, Alsthom-Turbodem licenca), kao i sa sistemom tehnološke zaštite na 230 MW termobloka VII TE Kakanj.

2.1.4 Prelazak na hibridne i digitalne sisteme



Salihbegović Adnan, diplomirao je 1966. na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu, magistrirao 1969. na University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), doktorirao 1985. na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Radio je u IRCA (1966–1993), Rasco, Oil&Gas Processing Company, Ras Lanuf, Libija (1993–2003), Bosna-S, Oil & Gas Engineering Company, Sarajevo (2003–). Na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu je predavao 1967–1993. i 2003–2013.

Krajem 70-ih i početkom 80-ih godina u razvoju sistema namijenjenih automatizaciji tehnoloških i energetskih procesa i postrojenja desio se nagli tehnološki zaokret ka korištenju mikroprocesorskih tehnologija, softverski baziranih rješenja i distribuiranih sistema. IRCA je već od pojave mikroprocesora na različitim nivoima pravio prve korake u prihvatanju i uvođenju digitalne tehnologije u razvoj sistema automatskog upravljanja.

Faza razvoja digitalnih komponenata i sistema upravljanja u Energoinvestu započeta je u okviru proširenja sistema SUPS 400. Počelo je radom na modulu DRM-400 (digitalni računarski modul) čiji je razvoj iniciran potrebom da se SUPS 400 funkcionalno unaprijedi, ali i neophodnošću da se mikroprocesori i mikrokontroleri uvedu u sisteme i proizvode Energoinvestove procesne automatike. Ova aktivnost je nešto kasnije značajno doprinijela razvoju multiprocesorski baziranog distribuiranog sistema.

Početkom 1980. godine u IRCA je urađena opsežna studija o razvoju nove generacije digitalno baziranog distribuiranog sistema za regulaciju, upravljanje i nadzor nad procesima pod nazivom JEMSUP (Jedinsteveni Energoinvestov multiprocesorski sistem upravljanja procesima). Rezultat ove studije je odluka o ulasku u razvoj mono i multiprocesorski baziranog distribuiranog sistema, na bazi Intelovih mikroprocesora, koristeći VME bus, kao i Intelov real time multitasking executive – iRMX operativni sistem, za bazni softver stanica na koji se dodavao aplikacioni softver. Sistem je trebao biti baza za daljnji razvoj specijaliziranih uređaja i primjenu u različitim oblastima u kojima je djelovao Energoinvest. Ovakav pristup je bio posljedica uspostavljenog sistemskog načina razmišljanja koji su S. Zimonjić i B. Matić njegovali od samih početaka razvoja sistema automatskog upravljanja u Energoinvestu. Za prilike u BiH, ali i u Jugoslaviji, postavljanje tako širokih zahtjeva pred mladi razvojni tim bilo je vrlo izazovno, posebno u uslovima u kojima je pristup tehnologijama i razvojnim alatima bio ograničen. Pokazalo se da su

mladi, većinom u Sarajevu obrazovani inžinjeri, bili itekako sposobni da se uhvate ukoštac s tako složenim zadatkom. Ne samo da su uspješno realizirani osnovni moduli sistema već je ubrzo znanje dobijeno u radu na JEMSUP-u preneseno na razvoj sistema specijalne namjene u avionici, brodogradnji i industrijskoj automatici. Radeći na ovom projektu probijena je barijera i Energoinvest je zakoračio u svijet razvoja mikroprocesorski baziranih sistema uključujući i personalne računare. Simbolički, ovo je na neki način predstavljalo zatvaranje kruga i dokaz da je pristup koji je primijenjen u saradnji Energoinvesta i Univerziteta u Sarajevu u obrazovanju bio uspješan. Ranih 60-ih u Sarajevo su iz Instituta u Vinči došli istraživači koji su tamo radili na razvoju prvih hibridnih računara u Jugoslaviji, a početkom 80-ih njihovi učenici su uspješno radili na razvoju složenih multiprocesorskih sistema.

Za manje od 20 godina, ETF Sarajevo i Energoinvest su od upisa prvih studenata na Odsjek automatike dosegli nivo u kome su inženjeri sa ETF-a suvereno i sa samopouzdanjem ušli u svijet naprednih tehnologija i razvili svoje prve kompleksne računarske sisteme i softversku podršku za njihove primjene u automatizaciji procesa. Distribuirani mikro i multiprocesorski bazirani sistemi upravljanja, nadzora i vođenja tehnoloških procesa i postrojenja bili su direktan i najznačajniji proizvod burnog razvoja u primjeni mikroelektronike u jednoj od najvažnijih oblasti djelovanja IRCA – upravljanju i automatizaciji – koji je realiziran u 80-im godinama prošlog stoljeća. Razvoj je realiziran dosta brzo i već u januaru 1985. godine IRCA je imao razvijene i operativne osnovne komponente sistema automatskog upravljanja procesima bazirane na primjeni mikroprocesora:

ANSI 1000 – mikroprocesorski bazirana stanica namijenjena je za akviziciju i prikupljanje procesnih podataka sa tehnoloških procesa i industrijskih sistema, kao i za specijalne namjene prikupljanja podataka na skladištima naftnih derivata. Proizvodnja i aplikacija je prenesena u tvornicu Mjerni sistemi, čime je u ovoj tvornici zaokružen proizvodni program, za tržište skladišta naftnih derivata u cijelog Jugoslaviji, kao i u zemljama istočnog bloka i SSSR.

ANSRU 8 – mikroprocesorski bazirana regulaciono-upravljačka stanica, razvijena na istom baznom hardveru i softveru kao i ANSI 1000. ASRU 8 omogućavala je konfigurisanje do 8 regulaciono-upravljačkih kontura s različitim strukturama (jednostruka feedback struktura, kaskadna, regulacija odnosa, feedforward itd). Razvijene softverske biblioteke omogućavale su jednostavno konfigurisanje svih pomenutih struktura, uz široku paletu blokova za obradu

procesnih signala, koji su uključivani u regulacione konture. Bibliotečki moduli omogućavali su projektantu da izabere blokove za obradu upravljačkog signala iz regulatora da se može prilagoditi raznim tipovima izvršnih organa (kontinualni, relejni dvopozicioni i tropozicioni, PWM itd.).

LPU 500 – modularno građena stanica logičko-programskog upravljanja, namijenjena realizaciji PLC (programmable logic controller) kontrolera diskretnih stanja aparata i opreme u industriji. Za potrebe projektovanja razvijena je kompletna programska podrška za konfigurisanje aplikacionih programa bazirana na programskim jezicima zasnovanim na standardu IEC 61131-3. Proizvodnja je prenesena u proizvodni program IRIS-a Odjel za računarsko upravljanje i vođenje industrijskih procesa.

ANSRU 90 – distribuirani, mikro i multiprocesorski bazirani sistemi upravljanja, kroz računarski podržano projektovanje, konfiguriranje i dokumentovanje pomoću CAD (computer aided design) i CAE (computer aided engineering) softverskih paketa na PC računarima, obuhvatali su sve bitne upravljačko-nadzorne funkcije koje su se susretale kod kompleksne automatizacije procesa kao što su: akvizicija (A), nadzor u svrhe vođenja (N), supervizija, uključujući više nivoe vođenja i poslovnog managementa (S), regulacija (R) i upravljanje (U), što je opredijelilo i komercijalni naziv sistema kao mnemonik, sastavljen od pobrojanih funkcionalnosti (ANSRU 90) kao dominantne oblasti primjene u automatizaciji procesa u industriji u ranim 90-im godinama prošlog stoljeća. Bez većih promjena ove funkcionalnosti su se zadržale i danas, na kraju druge dekade 21. stoljeća. Sistem ANSRU 90 realiziran je kao hijerarhijski organizirana cjelina međusobno povezanih mono i multiprocesorski baziranih programabilnih stanica, uključujući i industrijsku verziju standardnih PC računara na kojima su se realizirale operatorske i nadzorne stanice međusobno uvezane u lokalne industrijske mreže. U okviru hijerarhijske strukture sistema postojala su četiri nivoa i to:

- inteligentni procesni interfejs (IPI), sastavljen od backup modula pojedinačnih regulatora i modula individualnog upravljanja te lokalnih automata, zaštita i blokada,
- programabilne multiprocesorske i multifunkcionalne operativne stanice (OS),
- nadzorne stanice za centralizovano vođenje i nadzor operativnog nivoa (NS) i specijalizovanih stanica alarma i signalizacija (AS), trendiranja i arhiviranja (TS),
- operatorsko vođenje i nadzor realizovan na procesnim računarima.

U kasnoj fazi razvoja uređaja i podsistema u okviru ANSRU 90 sistema, kao i u svim prethodnim primjerima razvoja uređaja i verifikacije rezultata i kvaliteta provedenog razvoja izradom prototipova i njihovom industrijskom provjerom na pilot objektu, i ANSRU sistem je bio planiran za ispitivanje i testiranje na dvije proizvodne linije u rafineriji Bosanski Brod, kao i u okviru rekonstrukcije podsistema upravljanja i vođenja termobloka snage 110 MW u TE Kakanj. U toku 1990. i 1991. su proizvedeni uređaji koji su trebali biti instalirani u rafineriji Bosanski Brod. Na ovim aktivnostima pripreme i projektovanja prve industrijske aplikacije sistema ANSRU 90 bili su anagažirani i projektanti iz Automatinga, koji su uključeni u tim za razvoj sistema ANSRU 90. Nažalost, početak ratnih djelovanja najesen 1991. godine, kao i četverogodišnjeg rata u Bosni i Hercegovini, koji je zatim uslijedio, zaustavili su ove planove i realizaciju industrijske verifikacije sistema ANSRU 90.

U događajima koji su slijedili u toku i nakon završetka rata, došlo je do potpunog obustavljanja daljnjih istraživačko-razvojnih aktivnosti u IRCA pa i u cijelom Energoinvestu, i time prestanka aktivnosti u tridesetogodišnjem djelovanju u oblasti automatike u Energoinvestu.

2.1.5 Projekat MHD

Krajem sedamdesetih godina Energoinvest je s Institutom visokih temperatura Akademije nauka SSSR-a (IVTAN) započeo naučnoistraživačke i konstruktorske radove na projektu magnetohidrodinamičke (MHD) konverzije energije fosilnih goriva u električnu energiju. Vođenje aktivnosti na projektu preuzeo je IRCA, dok su u njegovoj realizaciji učestvovali ostali naučnoistraživački instituti Energoinvesta: ITEN, IRCE, Institut za razvoj materijala… Radovi u Energoinvestu su obuhvatili širok spektar problema: razvoj materijala, dinamičko modeliranje MHD procesa, razvoj sistema za upravljanje procesom sagorijevanja, razvoj pretvarača istosmjerne u naizmjeničnu struju i dr.

Sistem automatskog upravljanja je projektovan, konfigurisan, sistemski testiran i podešen u IRCA te montiran na eksperimentalnom MHD postrojenju Y25, snage 25 MW u Moskvi. Ovaj sistem je predstavljao originalno rješenje upravljanja režimom sagorijevanja (saradnici na projektu S. Vukmirović, LJ. Vlačić). Zbog nepostojećih postrojenja u industrijskom režimu rada, sinteza upravljačkih algoritama se morala raditi na bazi matematičkog modeliranja i simulacije, što je realizirano u saradnji s Univerzitetom MSU Montana, SAD.

Za eksperimentalno 5 MW MHD postrojenje izgrađeno u ITEN-u u IRCA je realiziran projekat sistema mjerenja i upravljanja procesom sagorijevanja i invertorskim sistemom za spoj na električnu mrežu. Pored toga, IRCA je radio na razvoju visokonaponske mjerne opreme sa fiberoptičkom izolacijom.

2.2 Izvršni organi, servotehnika i robotika



Kesić, Petar (Vareš, 1941 – Zagreb, 2004) diplomirao je 1964. na Mašinskom fakultetu u Sarajevu, magistrirao 1969. na Illinois Institute of Technology, Chicago, a doktorirao 1974. na Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. Radio je na Institutu za termotehniku i nuklearnu tehniku (1964–1967) i u Institutu za automatiku i računarske nauke (IRCA) (1967–1992) te istovremeno predavao na Mašinskom i Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Od 1992. do 1997. radio je u INA-i u Zagrebu i predavao kao redovni profesor na Fakultetu prometnih znanosti i Fakultetu strojarstva i brodogradnje.

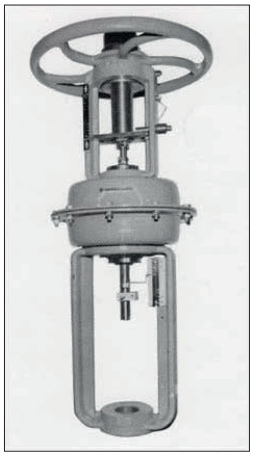
Razvoj izvršnih organa, servotehnike i kasnije mehanike robotskih manipulatora je od samog osnivanja IRCA bio u fokusu pažnje. U početku su to bili uljno-pneumatski regulacioni sistemi koji su integrisali davač, regulator i izvršni mehanizam u jednu funkcionalnu cjelinu. U kasnijem razvoju elektronske realizacije modula za obradu signala postepeno je fokus stavljen na izvršne organe (servosisteme) i kasnije robotske manipulatore. Posebna djelatnost u ovoj oblasti bila je vezana za modeliranje dinamičkih sistema primjenom Bond-graph metoda koje su u ranim 70-im bile u punom zamahu razvoja. Interesantna je ocjena stanja istraživanja u IRCA data u *Research in Fluid Mechanics, Control Theory as Such in Yugoslavia*, autora Daniela J. Collinsa, U.S. Office of Naval Research, London, Report dated 17. August 1988. Autor navodi da je posjetio mašinske fakultete u Beogradu i Sarajevu, Institut za upravljanje i računarske nauke kompanije Energoinvest, Institut Jožef Štefan u Hrvatskoj i Institut Ruđer Bošković u Sloveniji. Energoinvest predstavlja kao kompaniju vrijednu 2 milijarde $, sa 55.000 zaposlenih, najvećeg izvoznika u Jugoslaviji i 1000 zaposlenih u području istraživanja i razvoja u pet istraživačko-razvojnih instituta u Sarajevu. Daje osvrt na istraživanja IRCA u područjima kompletnih sistema za automatizaciju termo i hidroenergetskih postrojenja, mjerenja, regulacije, računarskih sistema, vizije, robotike, mehanike fluida, teorijskih i primijenjenih istraživanja u području upravljanja kliznim režimima i dr. Također daje poseban osvrt na doprinos Energoinvesta u formiranju Mašinskog i Elektrotehničkog fakulteta i sarad-

nju Energoinvestovih instituta i fakulteta kao cjeline, Mašinskog fakulteta i ITEN-a, a IRCA i IRCE sa Elektrotehničkim fakultetom.

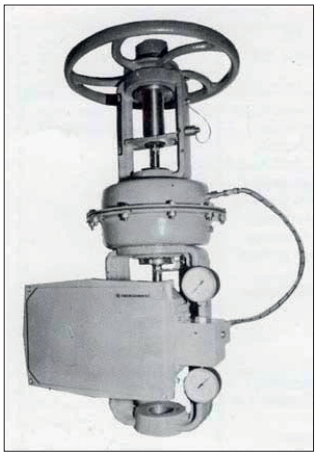
2.2.1 Izvršni organi

Pneumatski izvršni organi su razvijeni i proizvođeni kao standardni proizvod jos od ranih 60-ih godina.

PMP i PPS (Pneumatski membranski pogon i Pneumatski membranski servomotor) rađeni su u dvije veličine membrane: 300 i 620 mm, sa hodovima 25 do 80 mm i silama na izlaznom vretenu 1.500 do 9.300 N. PPS je rađen i u izvedbi za rad u eksploziono opasnim sredinama prema atestu S komisije.

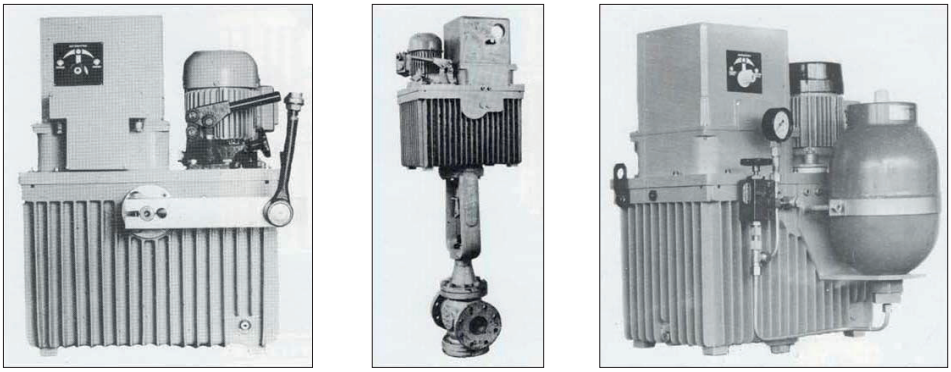


Slika 7.1. Pneumatski membranski pogon: PMP



Slika 7.2. Pneumatski membranski servomotor: PPS

EHS (Elektrohidraulički servomotor) – razvijena je i uvedena u serijsku proizvodnju kompletna nomenklatura linearnih i ugaonih elektrohidrauličkih pogona i servomotora, koja je pokrivala potrebe termoelektrana, toplana, tvornica glinice i drugih objekata procesne tehnike. Za obezbjeđenje funkcionalnosti u havarijskim uslovima i kod nestanka napajanja, realizovane su izvedbe sa hidropneumatskim akumulatorom energije i sa opružnim akumulatorom energije. Ovi pogoni i servomotori ugrađeni su u više termoelektrana i toplana u Jugoslaviji, kao i u tvornice glinice u Mostaru i Zvorniku.



(a) (b) (c)

Slika 8. EHS – Elektrohidraulički servomotor ugaoni (a); EHS linearni sa regulacionim ventilom (b); Elektrohidraulički pogon ugaoni sa hidropneumatskim akumulatorom (c)

Trideset pet godina od puštanja u rad, elektrohidraulički pogoni i servomotori u Tvornici glinice Zvornik su tokom posjete projektanata 2012. godine bili u funkcionalnom stanju.



Slika 9. Glinica Zvornik (2012. godine), linije s elektrohidrauličnim linearnim pogonima i servomotorima

Oblast elektromehaničkih pogona i servopogona bila je znatno zahtjevnija sa stanovišta proizvodnih mogućnosti unutar Energoinvesta i opremljenosti za obradu zupčanika i pužastih prenosnika. Saradnja sa svjetskim proizvođačima nije ostvarena jer su ponuđeni uslovi saradnje bili nepovoljni. Na kraju je prihvaćeno rješenje da se paralelno ide na investiciono ulaganje u proizvodne sisteme Tvornice alata, Tvornice regulacionih armatura i Tvornice pogona i sopstveni razvoj elektromehaničkih pogona i servomotora.

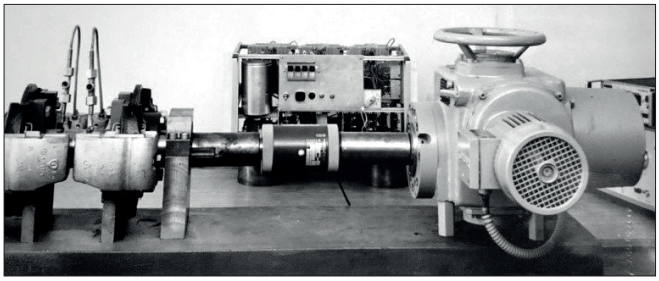
Poboljšanje proizvodnih mogućnosti i primjena rezultata rada IRCA na razvoju upravljanja električnim mašinama omogućila je da se u 1978–1979. godini realizuje razvoj elektromehaničkih servomotora za kontinualno upravljanje linearnim i ugaonim kretanjem izlaznog vratila, na bazi tehnika upravljanja asinhronim motorima. Ovo je bio jedan interesantan primjer dostignuća IRCA u kome je realizirana prva industrijska primjena sistema kontinualnog upravljanja asinhronim mašinama iz sopstvenog razvoja. Kroz ovaj projekt razvijena je kompletna nomenklatura elektromehaničkih servomotora za kontinualno upravljanje, za potrebe faze 6 Termoelektrane Kakanj, a proizvedeni su i isporučeni iz Tvornice pogona. Isporučeni servomotori bili su u funkciji u Termoelektrani Kakanj do prije nekoliko godina, kada je izvršen kompletan remont tog bloka i kada su, nakon skoro 30 godina, uvedeni novi savremeni sistemi automatskog upravljanja.



Damić, Vjekoslav diplomirao je 1959. na Mašinskom fakultetu, a doktorirao 1985. na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Radio je na Mašinskom fakultetu u Sarajevu 1964–1966, u Institutu za alatne mašine i alate u Beogradu, a 1968–1986. bio je naučni saradnik u Institutu za automatiku i računarske nauke IRCA. Od 1986. do 1992. je u UNIS Institutu vodio odjeljenje mašinstva. Od 1992. radio je na Sveučilištu i Veleučilištu u Dubrovniku. Zvanje profesora emeritusa na Sveučilištu u Dubrovniku dodijeljeno mu je 2011, a od iste godine je i član emeritus Akademije tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ).

Početkom osamdesetih godina pokrenute su aktivnosti na osvajanju potencijalnog tržišta opreme za termoelektrane na tržištu Savjeta za uzajamnu ekonomsku pomoć (SEV), s ciljem osvajanja tržišta zapornih i regulacionih armatura i pogona za zaporne i regulacione armature u nuklearnim elektranama tipa VVER i RBMK. Formirani razvojni timovi u IRCA, ITEN-u i IRIS-u su pravovremeno uključeni u aktivnosti, od izrade i donošenja standarda u ovom području u komisijama SEV-a, pa do dogovaranja nomenklature, usvajanja programa atestiranja, realizacije razvoja i programa atestiranja, dobijanja odobrenja za primjenu opreme u nuklearnim elektranama i organizaciju proizvodnje. Kroz ovaj projekt pokazale su se sve prednosti organizacije Energoinvesta i zajedničkog nastupa svih relevantnih instituta, a kao rezultat Energoinvest je nudio proizvode po svim standardima opreme za nuklearne elektrane, prije zemalja SEV-a koje su imale višegodišnju tradiciju u ovim oblastima.

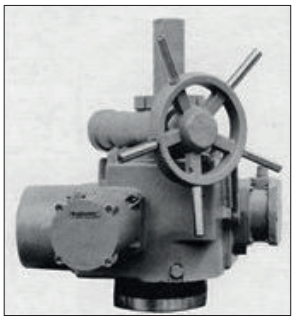




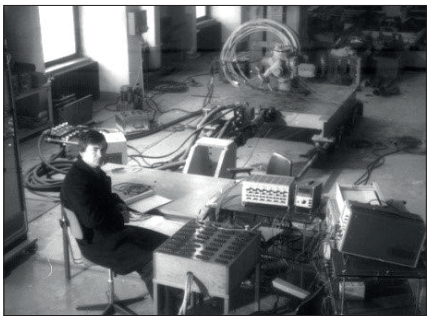
(a) (b)

Slika 10. Laboratorijska ispitivanja pogona s ugaonim kretanjem i elektronskog upravljačkog bloka elektromehaničkog servomotora (a); elektromehanički servomotor na regulacionom ventilu iz proizvodnog programa Energoinvesta (b)

Djelovanje IRCA u oblasti izvršnih organa imalo je direktan uticaj na rad nekoliko tvornica u Energoinvestu. Uz djelatnost razvoja izvršnih organa tijesno je bila vezana djelatnost u oblasti razvoja regulacionih armatura koja je u IRCA imala tradiciju djelovanja od ranih 60-ih godina. Proizvodnja pogona i regulacionih armatura nije bila u sastavu Sektora automatike, ali je razvoj u obje oblasti realiziran u IRCA.







(a) (b) (c)

Slika 11. EMPN – Elektromehanički pogon za armature u nuklearnim elektranama sa reaktorom tipa VVER i RBMK Nomenklatura: 40 do 2.000 Nm; Područja primjene: primarni i sekundarni krugovi i krugovi sigurnosti nuklearnih elektrana (a) i resursna ispitivanja EMPN u ITEN-u (c); ispitivanja EMPN na seizmičku otpornost 8g u Institutu u Skoplju (b)

2.2.2 Industrijska robotika

U ranim 70-im teoretski radovi u oblasti robotskih sistema u svijetu, a i u Jugoslaviji su dosegli solidne rezultate, ali je proizvodnja i primjena robota bila

još u ranim počecima. U to doba dvije kompanije koje su danas među najuspješnijim proizvođačima robota – ASEA (današnji ABB, Švedska) i KUKA AG (Njemačka) predstavljale su prve serije svojih robota. U Jugoslaviji su djelovale dvije značajne grupe istraživača: jedna u Institutu M. Pupin i druga u Institutu J. Štefan. Teoretski radovi obje grupe su bili prepoznati u svijetu, ali je dizajn bio ograničen na namjenske specijalizovane sisteme. U takvim okolnostima S. Zimonjić i B. Matić su, oslanjajući se na već dostignuta rješenja u dizajnu i proizvodnji servosistema, uspješno pokrenuli istraživačke djelatnosti zajedno sa sticanjem prvih iskustava industrijskih primjena robota. Postavljen je cilj razvoja industrijskih manipulatora i istraživanja u oblasti računarske vizije i vještačke inteligencije. Sve je to u Energoinvestu, ali i u Jugoslaviji predstavljalo značajan iskorak u moderne tehnologije koji je za većinu djelovao kao rad na nivou naučne fantastike. Sredinom 1970-ih su se stekli uslovi za intenziviranje razvoja u oblasti robotike sa ciljem razvoja sopstvenih robotskih manipulatora i osvajanje znanja za uspješnu primjenu robota u industriji.

Važna preteča istraživanju robotike u IRCA bili su projekti u oblasti upravljanja elektromotornim pogonima. Rezultati ovih projekata, uspostavljenih već početkom 1970-ih, bili su ključni preduslov za pokretanje istraživanja u robotici. Druga preteča, ili sam početak istraživanja u industrijskoj robotici u IRCA, bila je implementacija elektrohidrauličnog robota UNIMATE (USA) za opsluživanje transfer linije u Energoinvestovoj Tvornici armatura na Alipašinom Mostu. Ovaj projekat, realizovan krajem 1970-ih, bio je izuzetno važan za provjeru početnih znanja i prikupljanje prvih iskustava u oblasti industrijske robotike.

Vođa projekta razvoja robota je bio **Faruk Bilalović**.

Razvoj robotske ruke vodio je **Vjekoslav Damić.**

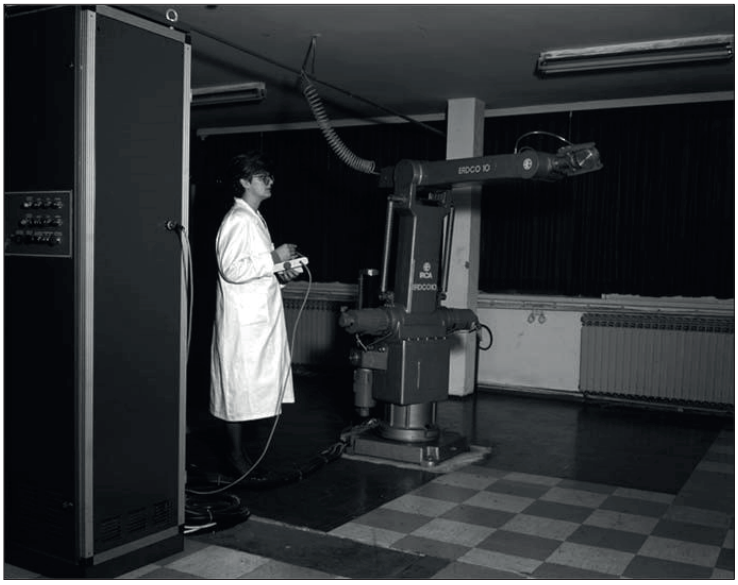
Tim za razvoj robotske ruke činili su: **Boško Reljić**, **Mile Ostojić**, **Milivoj Bender** i **Tihomir Grgić**.

Tim za razvoj kontrolera i softvera: **Milorad Belojica**, **Sanja Pavelić-Kliska**, **Dragan Filipović**, **Željko Rangelov** i **Nijaz Hadžimejlić**.

U periodu od sredine 1980-ih do početka 1990-ih, razvoj dva modela Energoinvestovih robota bio je početni cilj razvojno-istraživačkog rada: jedan opšte namjene i nosivosti 10 kg (ERDCO 10), a drugi namijenjen za automatsko asembliranje mehaničkih i elektronskih komponenti, nosivosti 1 kg (SCARA konfiguracija). Oba su planirana s električnim aktuatorima, što je bilo u skladu sa trendom u razvoju robota u tom periodu. Prvo je razvijan i uspješno realizovan ERDCO 10. Razvoj robota SCARA počeo je krajem 1980-ih i nije u potpunosti završen do početka 1990-ih.

Program je bio vrlo ambiciozan i zahtjevan, pa je za njegovu realizaciju bila neophodna saradnja između IRCA i drugih organizacija, naučnih i industrijskih: Institut Mihailo Pupin, Beograd (softver za analizu i sintezu robotskih manipulatora), Energoinvest – Trudbenik, Doboj (fabrikacija dijelova robotske ruke), Zrak – Precizna Mehanika, Teslić (fabrikacija dijelova robotske ruke).

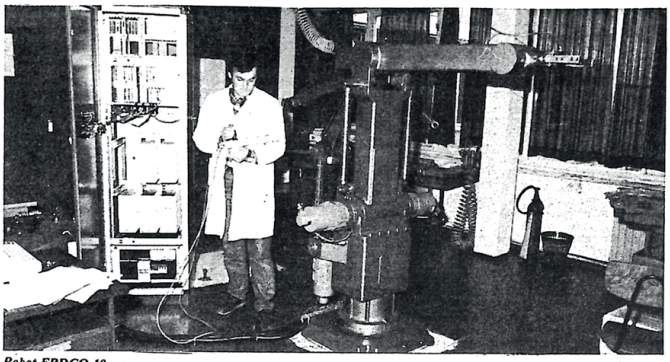
U toku razvoja je uspješno realiziran mehanički dizajn i izbor aktuatora robotske ruke, kinematički i dinamički model robotske ruke, algoritmi kretanja (direktna i inverzna kinematika, planiranje trajektorija), električni / elektronički dizajn robotskog kontrolera, sinteza algoritma upravljanja kretanjem robotske ruke, algoritmi i softver za programiranje kretanja robotske ruke. Proizvedena su 2 prototipa (v. slika 12), a krajem 1980-ih su planirane prve primjene ovog robotskog sistema u Energoinvestovim fabrikama.



Slika 12. Prezentacija jednog od dva proizvedena prototipa robotskog sistema ERDCO-10 (vidi prilog "*Robot je rođen*", Energoinvest br. 945)

Početkom i u toku 1990-ih, veliki broj saradnika IRCA se razišao po svijetu. Velika većina ih je nastavila karijeru u prestižnim akademskim, državnim i industrijskim istraživačkim centrima, nastavljajući istraživanja koja su počeli u IRCA. I danas kad ih sretnete, reći će vam da su, tek nakon što su bolje upoznali svijet, shvatili na kojem je nivou bila IRCA, njena organizacija i kvalitet projekata koji su u njoj rađeni. Bez izuzetka, svi će se rado sjetiti

Energoinvest u oblasti robotike



Robot ERDCO 10

Robot je rođen

Dušica Kljajić

Mjesecima obigravamo oko Instituta za automatiku i računarske nauke želeći da razgovaramo o projektu robotike. Za njega se interesujemo od samog početka, još od 1985. godine. I, ovaj put smo uspjeli. Rekli su nam dođite, prva faza projekta je okončana, a proizvod toga je robot. Napravii ste robota – pitali smo. Dođite, vidjećete ga i čuti kako je sav posao tekao.

Obradovani uspjehom i zbog nas i zbog stručnjaka IRCA pošli smo na razgovor sa mr Farukom BILALOVIĆEM, rukovodiocem projekta. Pustićemo da govori o cijelom poslu na projektu. Naša interpretacija, kada su ovakve stvari u pitanju nije potrebna. Mnogo je bolje i sigurnije da o tome govore stručnjaci. I priča je počela:

Prva primjena – u zavarivanju

Razvojem robota kojeg smo nazvali ERDCO 10, završena je prva od dvije faze projekta »Industrijska robotika« kojeg je finansirao SIZ Nauke. Jedan od sufinansijera bila je i Industrijska automatika koja će preuzeti dio rezultata ovog projekta. U drugoj fazi projekta, koja slijedi treba da budu urađeni istraživački poslovi u cilju razvoja još jednog robota drugačije konfiguracije zbog drugačije namjene. Ta faza kreće od nove godine. Riječ je o robotima za ansambleske namjene i biće horizontalno artikulisane konfiguracije, pa je prilagođena da se sa većim brzinama i većom preciznošću rade na specifičnim poslovima montaže na ravnoj podlozi.

No, vratimo se ovom sadašnjem napravljenom robotu ERDCO 10 i recimo nešto o tome.

– Najprije da objasnimo njegovo ime koje je skraćenica od riječi ER – električni robot, jednosmjerni motori (DC) – O je od opšte namjene – a 10 je od 10 kilograma mase nosivosti.

Projekat je startovao prije tri godine, početkom 1986. u ovom obliku i evo dakle nakon rada u tom vremenu dobili smo ovog robota.

Na pitanje kakve su njegove mogućnosti, gdje će se primjenjivati, da li najprije u Energoinvestu ili izvan, mr Bilalović nam je rekao:

– Ovaj robot je sa 5 stepeni slobode, što znači da ima pet nezavisnih pomjeranja. Od toga tri služe za pozicioniranje a dva za orijentaciju radnog predmeta i alata koji će robot držati u hvataljci. Tačnost ovog robota je od plus-minus 0,2 milimetra. Svi stepeni su rotacioni, što daje veću fleksibilnost u primjenama. ERDCO 10 ima čitav spektar mogućih primjena. Od početka nije fiksirana primjena projekta a sada, u drugoj fazi koju smo pomenuli jedan pravac aktivnosti je i inženjering robotike gdje treba ovaj robot primjeniti u industrijskoj aplikaciji. Nosilac te inženjering aktivnosti je Industrijska automatika koje je inženjering organizacija i koja će i pronalaziti primjenu. Prvu primjenu koju smo zajedno planirali je u području elektrolučnog zavarivanja.

– Da li će to biti u nekoj Energoinvestovoj organizaciji, pitamo sagovornika?



mr Faruk Bilalović

● Razvojem robota nazvanog ERDCO 10 završena je prva od dvije faze projekta »Industrijska robotika«.

● ERDCO 10 ima čitav spektar mogućih primjena.

● Prvu primjenu koju smo planirali zajedno sa RO Industrijska automatika biće u području elektrolučnog zavarivanja

Projekat je Energoinvestov

– Za sada još o tome razgovaramo, i vjerovatno da će to biti u Energoinvestu, na poslovima zavarivanja. Mi nismo nosioci te aktivnosti, naše aktivnosti se znaju.

Dakle, za primjenu robotike, za inženjering robotike u Energoinvestu je nominovana Industrijska automatika, a mi smo razvoj.

Dakle, radeći na razvoju robota ERDCO 10 razvijeno je nekoliko segmenata. Sam manipulator, od idejnog projekta do realizacije vođena je u IRCA. Čitav projekat je napravljen u IRCA, a pojedini dijelovi su rađeni na različitim mjestima. Dio je urađen u našoj prototipskoj radionici, a najveći dio odlivaka i mehanike urađen je u »Trudbeniku« u Doboju. Dio prenosnika je urađen u UNIS-u i »Žraku«, a motori sa permanentnim magnetom su uvezeni iz Francuske, jer mi takvih motora nemamo u zemlji. Pogonska elektronika, koja uključuje snažni do za pogon motora, upravljački dio za pogon servo-kontura pojedinih motora, mirkoprocesorski kontroler robota i kontroler vizije je razvijen u IRCA.

U drugoj fazi projekta treba da dođemo do robota sa elementima vještačke inteligencije. Taj robot će imati, prije svega, robotsku viziju, i pepoznavanje, zatim osjećaj sile i osjećaj daljine za neke specifične namjene će se implementirati laserski upravljač udaljenosti.

Na pitanje kako je tekao razvoj robota ERDCO 10 mr Bilalović nam je pričao:

– U početku, prva godina je bila istraživačka faza gdje se stručni kadar priključen tom projektu kroz istraživački rad uvodio u oblast. Riječ je o stručnom timu, koji je nakon definisanja idejnih rješenja, za svaki od pojedinih segmenata krenuo u razvoj, sa svim onim što razvoj nosi. Velikih problema smo imali oko nabavke inostranih dijelova, tako da smo motore čekali oko dvije godine. Mi sa time inače idemo i u plan, jer već znamo da 1,5 do 2 godine traje isporuka dijelova.

Projekat je Energoinvestov, finansiran je od SIZ-a Nauke, RO IA i u posljednjoj godini rada na projektu kao sufinansijer pojavljuje se i SIZ Nauke BiH u okviru projekta Društveni cilj 9. Oni finansiraju 40 odsto od ukupnih sredstava.

Ne kasnimo sa robotikom

Jedan značajan posao je obavljen, istraživački i naučni i rezultat je tu, mi smo ga vidjeli u svoj njegovoj veličini. Pitanje koje slijedi – gdje je sve njegova primjena i efekti od primjene robota. To smo pitali našeg sagovornika i rekao nam je:

– U postavci projekta definisali smo dugoročne ciljeve. Prvi cilj je bio da Energoinvest uđe u oblast industrijske robotike uopšte. Drugi je da se u određenoj fazi odmah počne razmišljati o primjeni, dakle o poslovnoj realizaciji, valorizaciji svega toga od strane određenih institucija. Mi smo od samog početka imali povratnu spregu sa Industrijskom automatikom i sve uslove smo sa njima usaglašavali, iako tada nije bilo govora o konkretnoj primjeni.

Dakle, Energoinvest ulazi u oblast robotike, još 1979. godine istraživanjima u oblasti robotske vizije. Da li je to kasno ili je pravo vrijeme da se u oblast robotike uđe i koje su njene prednosti, bilo je naše pitanje. Odgovor je:

– Energoinvest relativno rano ulazi u oblast robotike. U odnosu na Jugoslaviju u ovoj oblasti ne kasnimo, svugdje se nešto radi, ali pravih aplikacija nema. I tu se postavljaju dva pitanja – koliko smo mi sposobni da damo u ovoj oblasti i drugo koliko je industrija sposobna da to prihvati. Nije lako robotizirati liniju, jer to zahtijeva velika ulaganja a zahtijeva i kadrove. Mi u Energoinvestu imamo spremnost da robotiziramo neke linije. Dokazane prednosti robotizacije su ne samo produktivnost, već kvalitet jer robot ne griješi, on dvadest i četiri sata radi isto dok se radnik zamara, i poslije određenog vremena pravi škart. Potom tu je i rad u opasnim i teškim uslovima – dakle humanizacija rada.

Čuli smo i to da su određena istraživanja pokazala da od rukovodioca i njegove tehničke obrazovanosti zavisi da li će u nekom Enerrgoinvestovom pogonu doći do robotizacije ili ne.

Mr Faruk Bilalović nam je rekao:

– Gledajući Energoinvest kao jedinstvenu firmu koja je ulazila u nove tehnologije neće biti teškoća da uđe u robotiku, bez obzira na otpore kojih će biti. I vjerujemo da će to najprije biti u zavarivanju, gdje Energoinvest ima tradiciju. Potom to je asembliranje (montaža) koji je danas najcjenjeniji i najkomplikovaniji posao. Danas u svijetu sve firme su robotizovale sve fabrike elektronskih ploča i one su skoro bez ljudi.

I već pri kraju razgovora samo po sebi nametnulo nam se pitanje da li se u Energoinvestu razmišlja o proizvodnji robota, zbog čega je, vjerovatno, a cijeli projekat i krenuo, polazeći od onoga da projekat nije sam sebi svrha?

– Da, razmišljalo se i razmišlja se i naša je procjena da u Energoinvestu postoje fabrike koje mogu da proizvode veliki dio robotskog sistema. Prije svega to su električni dijelovi. Proizvodnju bi vjerovatno nosila Industrijska automatika, takođe i ENEL. Elektronske module bi vjerovatno radili u RO Elektronika a na mehaničkom dijelu bi bio angažovan »Trudbenik« iz Doboja.

No, moram reći da proizvodnja robota sama po sebi nije nešto što je jako interesantno. Mnogo interesantnije za nas je kombinacija proizvodnje robota i inženjeringa proizvodnih procesa i u tom pravcu treba da idu i naša razmišljanja, završio je mr Faruk Bilalović.

"Energoinvest" br. 927 u posjedu arhiva Energoinvesta.
Tekst članka možete pročitati na stranici 208.

B. Matića i S. Zimonjića, ne samo zbog njihove dalekosežne vizije za put razvoja automatike u Energoinvestu i Jugoslaviji nego i po mnogim, sada već legendarnim, anegdotama vezanim za njih. Neke su vezane za njihove poslovne poteze, a još više je onih koje pokazuju njihovu velikodušnost i duhovitost u radu i ophođenju sa svim saradnicima.

2.2.3 Računarska vizija i vještačka inteligencija

U radim 70-im godinama istraživanja u oblasti računarske vizije su bila jedan od vrlo važnih segmenata rada u razvoju robotike i vezano s tim onoga što se tada nazivalo vještačke inteligencije. Djelatnost u toj oblasti je u IRCA počela sredinom 70-ih i uz manje ili veće uspone razvijala se sve do ranih 90-ih.

U početku je to, kao i u ostalim djelatnostima koje su započinjane u IRCA, bio period učenja, pri čemu je u ovoj oblasti mnogo toga bilo pionirski rad, jer se u okruženju malo ko bavio tom oblašću. Istovremeno je to za mlade istraživače bio izazov i prilika da se okušaju ne samo u računarskoj viziji već i u prepoznavanju oblika, upravljanju kretanjem robota baziranog na sensoru slike i drugim izazovnim problemima koji su se pojavljivali više u svijetu nego kod nas imajući u vidu vrlo nizak stepen primjene robotike u industriji.

Istraživanja u ovoj oblasti su kasnije primjenjivana u različitim projektima, a posebno su postala važna nakon ulaska IRCA u razvoj sopstvenih manipulatora.

2.3 Upravljanje velikim sistemima

Od samog početka djelovanja IRCA posebna pažnja posvećena je primjeni, a kasnije i razvoju računarskih sistema. Ta djelatnost je počela već u ranim 60-im dolaskom u Sarajevo Ahmeda Mandžića, jednog od kreatora prvog jugoslavenskog računara CER u Institutu Boris Kidrič u Vinči. U razvoju CER-a A. Mandžić je bio odgovoran za razvoj aritmetičke jedinice u okviru tima za razvoj CER-a.

Dolaskom u Sarajevo A. Mandžić je u IRCA i na ETF-u otpočeo aktivnosti u oblasti računarskih nauka i informatike. Djelovanje na ETF-u je posebno nakon formiranja Odsjeka za informatiku bilo usmjereno ka primjeni informatičkih tehnologija u poslovnim sistemima, dok je djelovanje u Odjeljenju za velike

sisteme (IRO3) u IRCA bilo orijentisano ka primjenama u upravljanju procesima. U početku su to bile primjene u elektroenergetskom sistemu, da bi se postepeno širile na primjenu računara u nadzoru tehnoloških procesa i upravljanju njima. Djelovanje Energoinvesta u računarskom upravljanju procesima započeto je primjenom računara u termoelektrani Kakanj i kasnije je kroz djelovanje IRIS-a proširено na druge objekte.

Djelatnost ovog odjeljenja je 1977. godine prenesena u Institut za računarske i informacione sisteme (IRIS).

2.4 Upravljanje elektroenergetskim postrojenjima i njihova zaštita

Razvoj sistema zaštite elektroenergetskih sistema i upravljanja njima je djelatnost koja je prirodno dopunjavala djelovanje Energoinvesta u proizvodnji i inžinjeringu elektroenergetskih aparata i sistema (elektromotorni pogoni, rasklopna oprema, transformatorske stanice i sistemi prenosa električne energije). U početku su to bili jednostavni sistemi za elektromotorne pogone, da bi u kasnijem razvoju dosegli primjenu mikroprocesorski baziranih sistema za upravljanje kompleksnim objektima i njihovu zaštitu.

Ulazak Energoinvesta u oblast upravljanja elektroenergetskim sistemima i njihove zaštite je koncem 1968. godine počeo pitanjem inženjera Zimonjića: "Možeš li ti tim tvojim tranzistorima napraviti prekostrujnu zaštitu?" Naime, svi aparati zaštite i automatike u elektroenergetskom sistemu su u to vrijeme bili realizirani na bazi elektromehaničkih releja i releja sa zakretnim svitkom. Elektronička rješenja bi predstavljala prelazak na suštinski novu tehnologiju i drugačiji način razmišljanja. Ipak, za manje od godinu dana poslije, u IRCA je proizveden potpuno poluvodički prototip trofazne prekostrujne zaštite, te je nakon provedenih potrebnih ispitivanja odlučeno da se izradi nulta serija, a onda počne institutska proizvodnja.

Nakon ovog ohrabrujućeg koraka, sistemska analiza funkcionalnosti zaštite i upravljanja elektroenergetskim sistemima dovela je do definisanja nomenklature i potrebnih karakteristika i tehničkih uslova sistema zaštite elektroenergetskih postrojenja. Istovremeno je, kao i u ostalim oblastima, organizaciono i kadrovsko jačanje rezultiralo formiranjem Odjeljenja za zaštitu i upravljanje elektroenergetskim sistemima u IRCA (IRO5).

Sistemski pristup omogućio je određivanje funkcionalnosti sistema koje mogu biti realizirane pojedinačnim aparatima i povezivanjem tako definisanih funkcija te formiranjem sistema zaštite i upravljanja složenim postrojenjima. Pojedinačni aparati su smještani u odgovarajuće standardne metalne kutije (tzv. "kutijna izvedba"), prvo većih (E41), a onda manjih (E21) dimenzija. Kutije su pričvršćivane na rešetkastu konstrukciju i sistem je formiran povezivanjem ovih "kutija" na rešetkastoj konstrukciji (tzv. "relejni pano"). Proizvodnja razvijenih aparata (funkcionalnosti) je prebačena u Energoinvestovu tvornicu Automating (u neposrednoj blizini IRCA), a IRO5 u IRCA se bavilo razvojem nedostajućih funkcionalnosti u sistemu. Plasman ovih aparata i sistema na tržište se vršio preko inženjeringa elektroopreme Energoinvesta.



Pašić, Zijo diplomirao je 1961. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, a doktorirao 1971. na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Od 1963. je radio na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu i uporedo s tim u periodu 1963–1992. u IRCA i Tvornici sekundarne opreme (TSO). Oblasti njegovog djelovanja su sinteza složenih elektronskih struktura, sistemi s promjenljivom strukturom i sistemi upravljanja elektroenergetskim postrojenjima i njihove zaštite. Za dopisnog člana ANUBiH izabran je 1995, a za redovnog 2005. godine.

Dalji razvoj rezultirao je formiranjem sistema zaštite i upravljanja cjelovitim poljima u elektroenergetskim postrojenjima (smještenim u standardiziranu mehaničku konstrukciju) i formiranjem standardnih tzv. "komandno-relejnih ormara – KRO" (KRO 1, 2, 3…). Ormari su imali sve potrebne funkcionalnosti zaštite i automatike za određeni objekat, a na vratima ormara nalazio se mozaik sa mnemoshemom štićenog postrojenja i ugrađenim potrebnim komandno-potvrdnim sklopkama, pokaznim instrumentima i signalizacijom. Postavljanjem ovih ormara jedan do drugog u komandnoj prostoriji objekta dobijala se i potpuna komandna ploča elektroenergetskog postrojenja.

Ovakav inovativan pristup snizio je cijenu realizacije cijelog sistema, skratio vrijeme projektovanja posebno ugradnje u objekat na licu mjesta i vrijeme puštanja u pogon, s obzirom na to da je cijeli sistem prije isporuke naručiocu ispitivan u tvornici na realne vrijednosti ulaznih signala. Godine 1978. smatralo se da je ovaj razvoj doživio svoju industrijsku zrelost te je osnovana Tvornica sekundarne opreme – TSO Energoinvest i skoro cijelo istraživačko-razvojno odjeljenje iz IRCA je prešlo u novoosnovanu tvornicu. Tvornica je veoma brzo ojačala kadrovski, tehnološki i proizvodno tako da je poslovala uspješno na domaćem i inostranom tržištu, u konkurenciji sa daleko starijim i na tržištu poznatijim inostranim kompanijama. Uspješan razvoj ove

djelatnosti u Energoinvestu je trajao sve do početka proljeća 1992. godine, kada su ratna djelovanja izazvana agresijom na BiH onemogućila pristup tvornici i bilo kakve aktivnosti na toj lokaciji. U 1992. godini, tvornica TSO – Energoinvest je imala 230 zaposlenih, od toga najmanje 65 inženjera i 60–70% tehničara i druge stručne spreme, 5.200.000 DEM materijala potrebnog za proizvodnju u skladištu, te potpuno zapakovano i za slanje pripremljeno postrojenje za Irak u vrijednosti od 2.200.000 USD.

Cijeli sistem zaštite i automatike elektroenergetskih sistema proizvođen u Tvornici sekundarne opreme – TSO Energoinvest, sa izuzetkom dvije funkcionalnosti, predstavljao je rezultat vlastitog razvoja, bez licence, što svakako predstavlja jedinstven uspjeh Energoinvesta. Ono što nije bilo rezultat sopstvenog razvoja (distantna zaštita i napojna jedinica za komandno-relejne ormare), kupovano je direktno od Siemensa, s obzirom na to da je sličan Siemensov sistem bio električki i mehanički kompatibilan sa sistemom koji je koristio TSO – Energoinvest. Neposredno pred početak agresije na BiH 1992. godine u TSO je bio u završnoj fazi razvoj statičke distantne zaštite, a u IRCA je bio završen razvoj digitalne distantne zaštite, ali do proizvodnje ovih zaštita nije došlo.

Treba ukazati i na činjenicu da je paralelno sa razvojem djelatnosti zaštite i automatike u okviru Energoinvesta došlo i do uvođenja nastave iz ove oblasti na redovnom i postdiplomskom studiju Odsjeka za automatiku i elektroniku na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Inženjerski kadrovi obrazovani na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu su bili nosioci istraživanja i proizvodnje ovih sistema u Energoinvestu.

Posebna karakteristika razvoja uređaja i sistema elektronske zaštite elektroenergetskih postrojenja je bila funkcionalna i hardverska kompatibilnost sa sistemima Siemensa (kooperacija Siemensa i Energoinvesta u ovoj oblasti je bila vrlo uspješna), što je omogućilo široku tržišnu ponudu veoma kompleksnih rješenja. Takav pristup, definisan u ranom stadiju razvoja, omogućio je integraciju zaštite i upravljanja elektroenergetskim postrojenjima i njihovo povezivanje unutar sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) koji je razvijan u IRCA, a poslije 1977. godine u Institutu računarskih i informacionih sistema (IRIS).

Sretnu okolnost za ulazak Energoinvesta u oblast zaštite i automatike elektroenergetskih sistema predstavljala je činjenica da je to bilo vrijeme tehnološkog skoka s elektromehaničkih sistema u oblast poluvodički baziranih sistema, što je pogodovalo Energoinvestu koji u prethodnom periodu nije

imao razvojne i proizvodne djelatnosti u toj oblasti te nije imao ni opterećenja postojećom proizvodnjom, kadrovima i tehnologijom, a što je bio slučaj sa svim do tada poznatim renomiranim svjetskim proizvođačima.

Energoinvest je u ovu oblast ušao potpuno neopterećen prošlošću, sa mladim i u oblasti poluvodiča dobro obrazovanim i ambicioznim kadrovima.

2.5 Energetska elektronika

Djelovanje u oblasti energetske elektronike je, kao i u skoro svim ostalim granama automatike, započeto a da su u Energoinvestu znanja i iskustva bila mala ili skoro nikakva. Razvoj je započet 1974. godine istraživanjem sistema upravljanja kaveznom asinhronom mašinom na bazi teorije sistema sa promjenljivom strukturom. U realizaciji projekta su učestvovali Institut za probleme upravljanja (IPU) Akademije nauka SSSR i Energoinvest – IRCA (rukovodioci projekta V.I. Utkin i A. Šabanović). Realizacija ovog projekta je dogovorena nakon veoma uspješno završenog projekta koji su realizovali isti učesnici u oblasti razvoja sistema upravljanja tehnološkim procesima (SUPS).

Projekat je imao za cilj da pokaže mogućnosti primjene teorije sistema sa promjenljivom strukturom, koja je ranih 60-ih godina razvijena u SSSR, u upravljanju električnim mašinama, a kao objekat je izabrana kavezna asinhrona mašina. Postavljanje takvog zadatka u 1974. godini je predstavljalo veliki izazov imajući u vidu da je razvoj teorije upravljanja električnim mašinama naizmjenične struje bio na početku i da su u istraživanja u toj oblasti bili uključeni kako univerziteti tako i značajan broj industrijskih laboratorija (v. Blaschke, 1972).

U realizaciji projekta, pored konceptualnih problema sinteze upravljanja, dodatni problemi su proizilazili iz nedovoljne raspoloživosti komponenti energetske elektronike za snage koje su planirane u projektu. U to doba u BiH nije bilo djelovanja u oblasti energetske elektronike. U Jugoslaviji su u toj oblasti djelovali Rade Končar u Zagrebu i Institut Nikola Tesla u Beogradu. Mogućnosti saradnje su bile limitirane prirodom projekta tako da je realizacija bila ograničena na projektni tim u Energoinvestu i IPU.

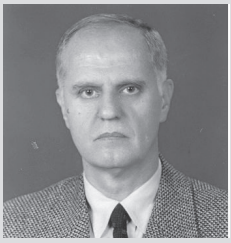
Projektni tim u IRCA je bio sastavljen od mladih inžinjera od kojih nijedan nije imao više od pet godina radnog iskustva. Niko od njih do tada nije imao doticaj sa širom oblasti električnih mašina i energetske elektronike. Sve je počinjalo iz

početka: ubrzani kurs u oblasti električnih mašina kod prof. M. Zečevića; savladavanje teorije sistema sa promjenljivom strukturom zajedno sa partnerima iz SSSR; prvi eksperimenti sa tiristorima i drugim komponentama energetske elektronike i pokušaji dizajna PWM McMarrey pretvarača; pokušaji da se sistemski sagledaju mogućnosti korištenja rezultata projekta i razumije širina i dubina problema i potencijala koji je on nosio za razvoj novih tehnologija u Energoinvestu. Činilo se prirodnim da, koristeći rad na projektu koji je tehnološki i teoretski izazovan i čije bi uspješno rješenje Energoinvestu otvorilo put ka ulasku u upravljanje elektromotornim pogonima, paralelno počnu razvijati druge oblasti primjene. Za grupu mladih inžinjera sve je bilo novo i morali su proći proces učenja kako u teoretskim tako i u praktičnim realizacijama.

Čini se da je na ovom projektu, kao i kasnije na prelasku s analogne na digitalne realizacije sistema upravljanja, došlo do izražaja ono čime se obrazovanje u oblasti automatike i elektronike na ETF u Sarajevu razlikovalo od drugih programa. Duboko razumijevanje osnovnih disciplina i široko obrazovanje u sistemskim naukama omogućilo je relativno brzo usvajanje nove oblasti – energetske elektronike – u kojoj niko od učesnika projektnog tima nije bio formalno obrazovan. No, takva pozicija je imala i svoju prednost. Otvorenost ka usvajanju novog omogućila je formiranje sopstvenog pristupa i počinjanje djelovanja u energetskoj elektronici polazeći od trenutnih tehnoloških i naučnih saznanja bez balasta koji obično prati prelazak na novu generaciju proizvoda u istoj tehnološkoj oblasti.

Ubrzo nakon početka rada na projektu upravljanja asinhronom mašinom, uočena je mogućnost koju je taj projekat nosio – proširenje na primjenu energetske elektronike u industrijskim postrojenjima i elektroenergetici. Prijedlog je formulisan u "Platformi za ulazak Energoinvesta u tehničku oblast Energetska elektronika", koja je urađena pod rukovodstvom B. Matića i koja je postavila osnovne pravce razvoja djelatnosti. Platforma je predviđala rast (inkubaciju) djelatnosti u IRCA i kasnije odvajanje u nezavisna preduzeća nakon dostizanja kritične tehnološke i tržišne zrelosti. Tako je od samog početka projekat iskorišten za postizanje dva cilja: rješenje sistema upravljanja asinhronom mašinom i razvoj uređaja i sistema energetske elektronike za industrijske primjene.

Period učenja i inkubacije bio je relativno kratak. Već 1977. godine iz IRCA su tržištu ponuđeni prvi kompletni uređaji energetske elektronike za jednosmjerna napajanja, a 1978. i za besprekidna napajanja naizmjenične



Šabanović, Asif diplomirao je 1970, magistrirao 1975. i doktorirao 1979, sve na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. U periodu 1970–1991. radio je u IRCA i paralelno na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Začetnik je djelatnosti energetske elektronike u IRCA; boravio je 1984–1985. na California Institute of Technology; 1991–1992. i 2008. na Keio University, Japan; 1993–1994. na Yamaguchi University, Ube, Japan; 1994–2003. u TUBITAK-MAM, Turska; 1999–2015. na Sabancı University. Od 2015. je na International University of Sarajevo. Za dopisnog člana ANUBiH je izabran 2012, a za redovnog 2018. godine.

struje, upravljani pogoni jednosmjerne struje, stabilizatori naizmjeničnog napona. U 1978. godini je u IRCA urađen, u saradnji s Energoinvest Varnost i GRAS Sarajevo, sistem upravljanja tramvajima na bazi asinhrone mašine. Taj projekat, iako je sistem ugrađen i obavljene testne vožnje, pokazao je da dostignute tehnološke mogućnosti nisu bile dovoljne za uspješnu primjenu u tehnički vrlo kompleksnom sistemu električne vuče.

Ti početni rezultati su posljedica zalaganja svih učesnika, ali i pogodnosti koju je pružala činjenica da je Energoinvest bio u stanju da kroz svoje projekte plasira nove proizvode i tako omogući izlazak na tržište kako u zemlji tako i u inostranstvu. Dalji razvoj bio je sličan već ostvarenim izdvajanjima iz IRCA i formiranju novih proizvodnih i inžinjering kompanija. Tvornica Energetska elektronika je djelovala u oblasti industrijske automatike koja je obuhvatala široku lepezu proizvoda i objekata – od upravljanih elektromotornih pogona sa širokim primjenama u različitim oblastima industrije do sistema visokofrekventnog grijanja, besprekidnih napajanja električnom energijom i sistema upravljanja industrijskim objektima. Bilo je to proširenje djelovanja Sektora automatike u Energoinvestu od automatizacije tehnoloških procesa ka proizvodnji uređaja i automatizaciji proizvodnih linija.

Naravno, nije se sve odvijalo prema željama, usponi i padovi bili su neizbježni. Problemi s prvim isporukama uređaja došli su kao otrežnjenje i potvrda onoga što su drugi naučili ranije – put od laboratorijskog prototipa do proizvoda je dug i pun iznenađenja. Sreća je bila da su prvi kupci (upravljanje motorima u liniji katranizacije u Bitumenci – Nedžarići) imali razumijevanje za probleme. Uspješno savladavanje problema kod prvih instalacija je značajno ubrzalo proces učenja, jer su tada zaista svi učili i dijelili stečeno znanje unutar grupe.

Na to su bili prisiljeni jer je to bila, ma koliko to izgledalo nevjerovatno, jedina grupa u Energoinvestu koja se bavila sistemima energetske elektronike. Prvi pravi test je došao kad je Energoinžinjering prihvatio da u postrojenje

u Gani ugradi punjače akubaterija proizvedene u Energoinvestu. U realizaciji tog projekta učilo se sve: kako formirati cijenu, kako projektovati i proizvesti sisteme za primjenu u tropskim uslovima, kako organizovati proizvodnju u saradnji sa drugim organizacijama u Energoinvestu, kako uraditi dovoljno detaljnu eksploatacionu dokumentaciju koja će kupcu omogućiti nesmetanu dugoročnu eksploataciju, kako definisati set rezervnih dijelova... I uspjelo je, niko nikada nije morao putovati u Ganu da interveniše na objektu. Nakon toga rast je bio brz.



Vujović, Milan diplomirao je 1971, magistrirao 1982. i doktorirao 1987. godine na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Od 1971. do 1980. radio je u IRCA. Od 1980. do 1985. vodio je RO Energetska elektronika, a od 1985. do 1990. RO Industrijska automatika. Od 1975. do 1992. bio je angažovan na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Godine 1995. i 1996. radio je kao naučni saradnik u ABB institutu u Vesterosu u Švedskoj, a od 1997. do 1999. kao gostujući naučni saradnik na Royal Institute of Technology (KTH) u Stokholmu.

Tehnološki on se oslanjao na sistemski pristup izgradnji modularnih rješenja od nivoa funkcionalnih blokova do nivoa kompleksnih cjelina te na proizvodna iskustva u proizvodnji niskonaponske opreme za upravljanje elektromotornim pogonima u Tvornici procesne automatike. Takav pristup je već bio uobičajen u razvoju sistema procesne automatike u IRCA tako da njegova primjena u novoj oblasti nije predstavljala posebnu novinu, ali je pomogla da se na proces razvoja energetske elektronike gleda ne kao na razvoj pojedinih uređaja, već kao na razvoj sistema koji je omogućavao da se za konkretne aplikacije dograđuje samo mali dio rješenja koji je bio specifičan za dati objekat. Poslovno, on se oslanjao na tada u IRCA uobičajeni način – rast i širenje unutar dogovorenih tehnoloških pravaca zavisio je od mogućnosti samofinansiranja – nešto što bi u današnjim uslovima predstavljalo start-up unutar IRCA. Poseban aspekt u procesu rasta su predstavljali projekti koji su u IRCA rađeni za primjene u zrakoplovima i na brodovima. Ti projekti su naučili sve na rigoroznu primjenu standarda u proizvodnji i testiranju.

Rast odjeljenja IRO6 u IRCA je dosegao svoj limit kada je većina uposlenika u njemu zapravo radila na proizvodnji, a ne na razvoju, i kada su unutar odjeljenja počeli da se formiraju začeci funkcija koje su tipične za proizvodnju i inžinjering. Taj nivo razvoja je dostignut 1979, kada je formirano proizvodno odjeljenje PO7, što je u 1980. dovelo do izdvajanja djelatnosti inžinjeringa i proizvodnje sistema energetske elektronike i formiranja nove



Benca, Izet diplomirao je 1971. na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Radio je od 1971. do 1979. godine u IRCA, prvo na razvoju sistema SUPS, a od 1975. godine na razvoju prvih pretvarača energetske elektronike. Od 1980. do 1985. radio je kao tehnički direktor RO Energetska elektronika, a od 1985. do 1989. RO Industrijska automatika. Vodio je razvoj inžinjeringa automatizacije industrijskih sistema. Od 1990. do 1992. bio je direktor RO Industrijske tehnologije.

inžinjersko-proizvodne organizacije unutar Sektora automatike u Energoinvestu. U IRCA je ostala mala grupa koja se nastavila baviti razvojem sistema energetske elektronike, robotike i proširenjem oblasti primjene.

Uspješan rast inžinjersko-proizvodnih aktivnosti u oblasti energetske elektronike je 1985. godine doveo do formiranja posebnih preduzeća u oblasti energetske elektronike: jednog koje se bavilo sistemima napajanja i drugog u oblasti industrijske automatike – primjene energetske elektronike u industriji i energetici. Oblast industrijske automatike je brzo rasla i proširila djelovanja na široku lepezu industrijskih procesa.

Projekat koji je pokrenuo sve ove aktivnosti je uspješno završen i funkcionalnost sistema je testirana na prototipu snage 40KVA. Pored dobrih rezultata ostvarenih u upravljanju asinhronom mašinom, koji su bili sumjerljivi s u tom trenutku najboljim dostignućima u svijetu, projekat je pokazao efikasnost primjene sistema sa primjenljivom strukturom u sistemima sa statičkim pretvaračima. Algoritmi upravljanja su patentirani u nizu zemalja, a naučne publikacije su privukle značajnu pažnju i doprinijele prodoru teorije sistema sa promjenljivom strukturom jer su rezultati projekta eksperimentalno potvrdili valjanost teoretskih rezultata. Razvijeni sistem upravljanja mašinama naizmjenične struje je projektovan tako da je mogao biti primijenjen na asinhrone i sinhrone mašine.

Industrijska automatika — Stup

Automatizacija i robotizacija – zahtjev vremena

lako se počelo prije četiri godine, u kolektivu Industrijske automatike postigli su značajne rezultate u oblasti automatizacije i robotizacije. O tome govore poslovi obavljeni za potrebe Energoinvestovih, ali i drugih tvornica, kao i podatak da će se za oko mjesec dana izvršiti promocija prvog »E« robota



Inž. Boris Žarković

Unazad četiri godine u RO Industrijska automatika počeli su se baviti automatizacijom i robotizacijom proizvodnih procesa. Šta su od tada do danas u ovoj oblasti učinili mladi stručnjaci ove tvornice, saznajemo iz razgovora sa inž. Borisom Žarkovićem, rukovodiocem odjeljenja za automatizaciju i elektromotorne pogone.

Automatizacija tehnoloških procesa — to je zahtjev vremena u kojem živimo. I ne samo puki zahtijev, već i uslov za opstanak na tržištu koje iz dana u dan postavlja sve rigoroznije uslove. A mi smo tu zbog tržišta i zato je ovaj posao prava stvar.

Inž. Žarković koji od početka rada u ovoj oblasti nam je rekao:

Automatizacija proizvodnih linija

— Kada se razmišlja o automatizaciji i robotizaciji onda stavljam težište na automatizaciju već samim tim što je automatizacija neophodna podloga za uvođenje robotizacije. Iz tih razloga mi smo i počeli sa automatizacijom proizvodnih linija. I, kako su počeci uvijek teški, nama su bili olakšani samim tim što smo u jednom takvom kolektivu kao što je Enegoinvest. Tu smo imali i razumijevanje, tu nam je pružena i šansa za izradu prve takve linije.

— To je? **— Riječ je o automatizaciji livnog polja u Livnici na Alipašinom Mostu. To je i prvi naš konkretan posao, tu nam je ukazano povjerenje i mi smo ga opravdali. Naime, riječ je o potpunoj automatizaciji livnog polja, čime su ljudi oslobođeni teškog fizičkog rada, a značajno je povećana i produktivnost. Mogu vam reći da su uređaji koje smo za Livnicu napravili već nekoliko godina u eksploataciji i sve funkcionišе bez zastoja.**

Također, mi smo izvršili i automatizaciju automatske sortirnice u drvnoj industriji, konkretno za »Krivaju« iz Zavidovića, zatim automatizaciju linije za baliranje u »Incelu« u Banja Luci, automatizaciju linije za valjanje u Željezari u Zenici...

— Ali, uporedo sa razvojem automatizacije vi ste radili i na inženjeringu za robotizaciju?

Uskoro »E« roboti

— U sklopu projekta za razvoj robotike koji se radi u istraživačko-razvojnom centru za automatiku (IRCA), u našoj tvornici vrši se prirjena, istina samo dijela, onoga što je do sada istraženo. Da bi sve to išlo lakše, sinhronizovanije a imalo i bolje rezultate u razvojnom timu IRCA učestvuju i ljudi iz naše RO Industrijske automatike, sa krajnjim ciljem lakšeg uvođenja robotike u procesima proizvodnje.

Ove godine završava se razvoj Energoinvestovog robota i za mjesec, dva nadam se da će biti i prva promocija tog robota. Taj robot će u cjelosti biti Energoinvestov proizvod.

— I kakva su razmišljanja u Energoinvestu vezano za taj proizvod?

— Najprije da kažem da robotizacija u Jugoslaviji ima smisla tamo gdje je neophodno održavati određeni kvalitet. Ali, s druge strane kod nas je ljudski rad još uvijek jeftin, te nema opravdanja smanjenje broja zaposlenih. Međutim, ima mnogo mjesta gdje je u vođenje robotizacije neophodno.

Ali, činjenica je da uvođenje serijske proizvodnje robota u ovom momentu zavisi od potražnje tržišta iz više razloga, počev od tržišta, prilagođenosti proizvodnih linija... No, koristi koje imamo razvojem ovog proizvoda su višestruke — javljaju se i drugi proizvodi kao rezultat tog razvoja. Tu su i znanja iz oblasti inženjeringa robotizacije, to su i CNC upravljanje alatnih mašina...

— Vi ste osim automatizacije proizvodnih linija radili na robotizaciji radnih mjesta. Gdje i sa kakvim uspjehom?

Da čovjeku bude lakše

— Prvi primjer upotrebe robota sa ciljem zamjene čovjeka na teškim poslovima, a i sa ciljem postizanja kvaliteta je robotizacija radnog mjesta za zavarivanje stelta na armaturu. Posao je rađen za Tvornicu specijalnih armatura. Riječ je o teškom i dugotrajnom procesu koji traži kontinuiran rad varioca od nekoliko sati.

Mi smo sami napravili tog robota koji sada radi na mjestu varioca i on radi već tri, četiri mjeseca. Škart na tom radnom mjestu, prije instaliranja robota bio je preko 60 odsto, a sada se praktično radi bez škarta.

Kod nas je razvijena i specijalna tehnologija navarivanja kojom se štedi i energija, jer nije neophodno grijati radni predmet. Također, kod robotizovanog navarivanja lakša je i mehanička obrada jer navareni sloj ima i manju debljinu i ravnomjerniji je.

Drugi posao koji smo radili je robotizacija u procesu indukcionog grijanja gdje robot uzima radni komad iz indukcionog grijanja, stavlja taj komad pod presu (težak 40 kilograma i zagrijan na 1.000 stepeni) i nakon odpresivanja odlaže ga na određenu poziciju. Taj posao smo radili za »Pretis« iz Vogošće, a njegov značaj je što smo isporučili cijelu proizvodnu ćeliju. Očekujemo da ćemo sa »Pretisom« imati poslova i u narednom periodu na zamjeni starih postrojenja ovakvim savremenim sistemima.

— I taj posao je završen?

— Taj posao će okončati i isporučiti u toku ovog mjeseca, jer je u probnom radu kod nas oko mjesec dana.

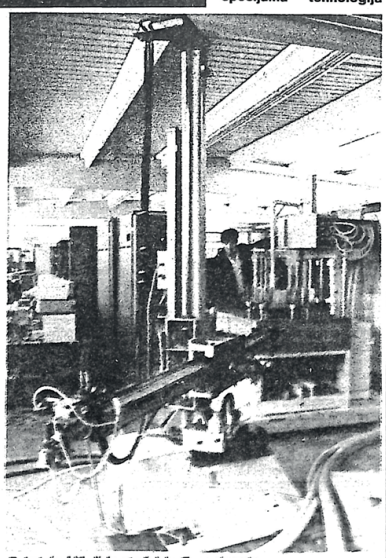
— Prema onome što sam čula od vas, Energoinvest treba i automatizaciju i robotizaciju ako želi dalje, ako želi na svjetsko tržište?

— Svakako da Energoinvest ima i takvih proizvoda i radnih mjesta gdje je neophodna i automatizacija i robotizacija. Istina je i to da mnogi shvataju neophodnost i za automatizacijom i za robotizacijom proizvodnih linija i radnih mjesta, ali tu je sad problem — nedostatak sredstava. To nije problem samo naših radnih organizacija nego i mnogih organizacija u zemlji.

I pored tog problema mi u Industrijskoj automatici imamo dovoljno posla. Nadamo se da ćemo ga imati i ubuduće, jer i automatizacija i robotizacija je neminovan uslov opstanka savremene proizvodnje na tržištu.

Nakon ovog razgovora sa inž. Borisom Žarkovićem lako je zaključiti da Energoinvest ima preduslove da isporučuje kompletne automatske proizvodne linije, sutra i kompletne fabrike jer raspolaže poznavanjem raznih vrsta tehnologija, i proizvodnom bazom (jedna od njih je i Industrijska automatika) i što je najvažnije ima progresivan um koji zna gdje je budućnost.

Dušica Kljajić



Robot će biti dijelo stručnjaka Energoinvesta

"Energoinvest" br. 945 u posjedu arhiva Energoinvesta.
Tekst članka možete pročitati na stranici 211.

3. NAMJENSKI PROGRAM U IRCA

Ulazak u namjenske razvojne programe za potrebe Jugoslovenske narodne armije započeo je u 1976. godini ostvarenjem kontakata sa Vazduhoplovno-tehničkim institutom Jugoslovenskog ratnog vazduhoplovstva (JRV) u Žarkovu, zatim Vojno-tehničkim institutom Kopnene vojske (KOV) u Beogradu i konačno sa Brodarskim institutom Jugoslovenske ratne mornarice (JRM) u Zagrebu.

Nemjerljiva je bila uloga i direktna zasluga tadašnjeg direktora IRCA B. Matića da dođe do uspostavljanja ovih kontakata i uvođenja IRCA u ovaj, svugdje u svijetu, pa tada i kod nas, najnapredniji tehnološki i tehnički segment razvoja i proizvodnje u Jugoslaviji sredinom 1970-ih godina.

U početnom periodu saradnje, realizirano je više programa razvoja opreme u obliku Prethodnih analiza (PA) i studija, da bi ubrzo nakon toga uslijedio i razvoj uređaja i kompletnih sistema, prvo kao prototipova, koji su zatim, nakon ispitivanja i homologacije, uvedeni u naoružanje i opremu i proizvođeni u serijskim količinama za potrebe opremanja sredstava Jugoslovenske narodne armije.

3.1 Prethodne analize i studije

3.1.1 Sistem automatizacije gorivog trakta

Studija kompleksnog sistema gorivog trakta je realizovana u toku 1977. i 1978. godine i obuhvatila je primijenjeno istraživanje i razvoj na nivou prototipa, kao i verifikaciju prototipova na objektu aviona Orao, za koji su uređaji nakon toga homologovani i proizvođeni. Razvoj je uključio tri uređaja u sklopu opreme neophodne za kompleksnu automatizaciju gorivog trakta svake letjelice, i to:

- signalizator nivoa,
- mjerač količine goriva i
- mjerač i indikator preostale količine goriva realizovan pomoću turbinskog mjerača protoka.

Zahtjevi koje su ovi uređaji morali zadovoljiti bili su strogi (temperaturni dijapazon rada, mehanička naprezanja – vibracije i šokovi), a s druge strane trebalo je ostvariti vrlo visoku pouzdanost opreme.

Na savremenim avionima u okviru daljeg poboljšanja performansi aviona i manje potrošnje goriva uvodi se u okviru gorivog sistema i uređaj kao što je optimizator potrošnje goriva. Iako je i ovaj uređaj analiziran u studiji razvoja, nije kasnije razvijen do nivoa prototipa.

3.1.2 Sistem upravljanja vatrom obalske artiljerije

Prethodna analiza (PA) urađena je u IRCA 1978. godine za potrebe KOV-a. U studiji se analizira poboljšano rješenje sistema za upravljanje obalskom artiljerijom SUVOA. U tom rješenju se predlaže još jedan nivo koordinacije i komandovanja sa nekoliko baterija (Centralno komandno mjesto). Ovo komandno mjesto se oprema radarom, IC uređajem i termalnim skanerom. Pomoću ovih senzora omogućeno je osmatranje šireg regiona potencijalnog djelovanja baterija kojima se vrši koordinacija djelovanja u svim uslovima vidljivosti i periodima osmatranja (dan, noć, magla, oblačnost, udaljeni ciljevi van domašaja djelovanja vatre). Prema dodijeljenoj funkciji projektovat će se i odgovarajući radar za osmatranje koji će biti jedan od radara sa vertikalnom polarizacijom u X opsegu frekventnog područja sa dometom oko 10 km i vršnom snagom predajnika oko 1,5 kW. Za noćne uslove osmatranja, kao i osmatranje pri smanjenoj optičkoj vidljivosti, predviđa se pasivni infracrveni uređaj i termalni skaner baziran na IC tehnologiji.

3.1.3 Blok vazdušnih podataka

Prethodna analiza (PA) urađena je u IRCA tokom 1978. i 1979. godine za potrebe JRV. U studiji je analiziran blok vazdušnih podataka (air data computer), koji na osnovu primarnih podataka dobivenih od centrale pritiska i sondi za temperaturu i napadni ugao daje na svom izlazu digitalne i analogne signale koji se koriste u nizu informacionih, nadzornih i upravljačkih podsistema:

- prikazivanje parametara leta na instrumentalnoj tabli pilota,
- projiciranje na head-up displeju ili katodnom ekranu u svrhe nadzora,
- za zatvorene konture sistema stabilizacije leta,
- za sisteme upravljanja letom (autopilot i fly-by-wire),
- za sisteme za upravljanje vatrom,
- za navigacione sisteme na avionu.

Kao najpovoljnije rješenje predložena je digitalna obrada signala realizirana na bazi mikroprocesora i korištenje aritmetičkog procesora kao posebnog modula.

Posjeta s razlogom: mr Nedžad Kolaković, IRCA

Svaki proizvod – priča za sebe

U Istraživačko-razvojnom centru za automatiku razvijeni su složeni proizvodi za potrebe jugoslovenskog ratnog vazduhoplovstva i brodoindustrije ● Spoj nauke, razvoja i proizvodnje

Uvijek kad mi se javi želja da pobjegnem od svakodnevnih tema, mada ih život intenzivno nameće, odlučim da podem u neki od naših instituta, da tu provedem koji sat uz nekog od naših naučnih radnika, sa uživanjem da slušam kako zaneseni pričaju o onome čime se bave kao da je to jedina i najvažnija stvar na svijetu. Diviti se njihovom žaru kad su u nekom konkretnom projektu koji će sutra biti otjelovljen...

Ovaj put sam došla u Istraživačko razvojni centar za automatiku – IRCA. Nije prvi put da zalazimo u ovaj Institut.

Ali, prvi put razgovaram o namjenskom programu – programu za našu narodnu armiju. Za sagovornika imam NEDŽADA KOLAKOVIĆA, direktora Sektora namjenskog programa u IRCA, čija jednostavna, i za običnog slušaoca vrlo jasna i razumljiva priča, govori mnogo. Govori o entuzijazmu ovog čovjeka, naučnika i njegovog saradnika, o žaru sa kojim su počinjali i sticali prva znanja i iskustva, do visokih priznanja koje su dobijali za dobro obavljene zadatke. Ovom pričom otvaramo vrata i ulazimo u područje za koje najiednostavnije kažemo – namjenska proizvodnja.

Počelo je 1975...

– Te, 1975. godine u Energoinvestu, u ovom institutu čine se prvi pokušaji u prodoru u jugoslovensko ratno vazduhoplovstvo sa namjerom da se razvijaju uređaji i sistemi avio–automatike. Prodor je napravljen u periodu kada se na širem planu željelo uključivanje privrede vezane za planove Jugoslovenske armije, priča nam Nedžad Kolaković.

Dakle, tada Energoinvest ulazi u oblast avio–automatike za naše avione tipa ORAO i G–4. Od zadataka dobija samo ono što do tada niko nije htio razvijati i raditi, jer riječ je o »tvrdim« problemima, na kojima su neke firme pokušale ali nisu dale rezultate.

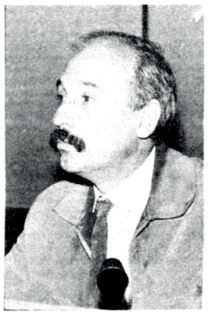
– I tada se vi hvatate u kolo čiji svi koraci i nisu bili poznati?

– Da, tada kreće naš program sa Jugoslovenskom vojnom avijacijom, a riječ je o nizu rješenja avio–automatike. Da bi objasnio koja su to rješenja, moram ih nabrojati, objasniti jer samo tako možete shvatiti svu ozbiljnost sa kojom smo zadatku morali prići. Riječ je o kompletnoj automatizaciji gorionog trakta u okviru kojeg su razvijeni mnogi uređaji. To su: turbinsko mjerilo ostatka količine goriva (uređaj koji mjeri potrošnju goriva u avionu u datom vremenu), mjerač količine goriva (uređaj koji obavještava koliko je goriva u avionu, signalizatoru nestanka količine goriva, signalizira nestanak goriva u jednom tenku i prebacuje potrošnju na drugi rezervoar), signalni panel (zvučno i svjetlosno obavještava pilota o svim važnim informacijama na avionu, od one da li je stajni trap izvučen do one da li je požar na avionu, uređaj za promjenu prenosnog odnosa između palice pilota i komandne površine i vrlo je bitan za bezbjednost aviona.

Potom, tu je i sistem za automatsku regulaciju kočenja aviona. To je uređaj koji se može adaptirati i za automatsku industriju i u tom smislu vode se razgovori sa »Crvenom zastavom« iz Kragujevca, konkretno riječ je o primjeni ovog sistema na automobilu tipa »florida«.

Tu je i nulta serija, automatskog pilota jednog od najsloženijih elektronskih uređaja. Mi smo napravili nultu – seriju ovog komplikovanog uređaja i nakon homologacije očekujemo ugovaranje proizvodnje.

Tu je još i uređaj za regulaciju temperature izduvnih gasova u konusu motora i statički pretvarač napona koji obezbjeđuje sve potrebne napore napajanja u avionu, objašnjava mr Kolaković.



Mr Nedžad Kolaković

Razvoj, ali i proizvodnja

Uspješnim višegodišnjim radom razvijeni su svi ovi složeni proizvodi koje smo samo kratko pobrojali, i koji možda ponaosob predstavlja i zaslužuju priču za sebe. Razvijeni su u Odjeljenju avionike, koje broji trinaest stručnjaka i koje danas vodi mr Dušan MILIVOJEVIĆ.

– Te, već daleke 1975. godine kada se počinjalo sa projektima za Jugoslovensku armiju o proizvodnji se, vjerujemo, nije ni razmišljalo. Danas u IRCA imate tu proizvodnju. Ona je nadomak važnih istraživačkih kabineta, nadomak svih važnih zamisli, eksperimenata, provjera... Recite nam o tom spoju, spoju nauke, eksperimenta i njenog ovaploćenja, pod jednim krovom, krovom IRCA, pitamo za mišljenje mr Nedžada Kolakovića:

– Iskreno govoreći, kada smo počinjali sa avio–automatikom, sa razvojem uređaja o kojima sam govorio o proizvodnji zaista nismo razmišljali. Nismo za to imali ni sposobnosti, ni uslova. Jednostavno za to tada nismo bili ni spremni. A kako je onda došlo do toga, pitaćete?



Za proizvode ugrađene u avione, IRCA je dobio priznanje JNA

Po završenom razvoju ovih uređaja kako se u Jugoslaviji nije našao niko ko bi ove uređaje mogao proizvoditi, jer je bila riječ o »hibridnim« uređajima i po tehnici i tehnologiji, jer riječ je o uređajima koji su i elektronski i hidraulički, i mašinski... odlučili smo, kako naš višegodišnji trud ne bi završio u ladici, da organizujemo maloserijsku, institutsku proizvodnju koja će se sastojati samo od specijalističkih znanja. Sve ono što drugi mogu da rade dali smo u kooperaciju. I tako kreće ta naša, institutska proizvodnja koja se danas u IRCA ostvaruje sa 90 odsto od obima posla u kontroli, baždarenju, podešavanju, završnoj montaži i ekspertizi.

Da bismo od vojske dobili sertifikat da možemo proizvoditi ove složene i nadasve precizne uređaje, morali smo ispuniti rigorozne uslove koje su nam postavili. Naš kvalitet pod stalnom je kontrolom vojne kontrole kvaliteta.

– To znači da ste se vi kvalitetom, u pravom smislu riječi, počeli baviti onda kada ste krenuli sa ovim projektima?

– Kako je riječ o složenim i preciznim uređajima za avio–industriju morali smo onda ovladati kvalitetom svjetskog nivoa, po svjetskim standardima kako avio–industrija i zahtijeva. I zato smo, prije no što je u Energoinvestu počelo uvođenje SOK–a i donošenje njegovih dokumenata, doniješi pravilnik o kvalitetu, a organizujemo kontrolu kvaliteta tako što se za svaki dio ugrađen u naše uređaje može dokazati, koji je nivo kontrole kvaliteta prije ugradnje u avion, i kakve karakteristike kvaliteta pri tome ima.

Ulazak u brodoindustriju

U mornaricu, tačnije u brodoindustriju, stručnjaci IRCA ulaze prije desetak godina. Danas na tim programima radi jedanaest stručnjaka Odjeljenja mornaričkog programa na čijem čelu je mr Nebojša BOSILČIĆ. I u ovom odjeljenju je razvijeno više uređaja i sistema brodarske automatike. To su mikroprocesorski bazirani sistemi izvedeni na modularnom principu, distribuirane i centralizovane arhitekture. Riječ je o sistemu za mjerenje temperature ispušnih plinova dizel–motora, o sistemu nadzora i zaštite opasnih prostora na brodu, sistemu za mjerenje gustine elektrolita elektronike u akumulatorskim baterijama (u podmornicama), sistemu regulacije opterećenja dizel–motora, sistemu nadzora i sinhronizacija brodske centrale.

– Za razvoj ovih uređaja, koji su ugrađeni na brodove, neke i prije sedam godina, do sada nije bilo primjedbi, što znači da dobro funkcionišu. Za ovaj rad dobili smo i Srebrnu plaketu Jugoslovenske ratne mornarice, rekao nam je naš sagovornik.

Za poslove koje smo radili za JNA dobili smo Srednju plaketu Jugoslovenske ratne mornarice, rekao nam je naš sagovornik.

Za poslove koje smo radili za JNA dobili smo Srednju plaketu JNA. Na ovim složenim zadacima imali smo dobru saradnju sa Vazduhoplovnim institutom iz Žakjova i Brodarskim institutom iz Zagreba.

– U razgovoru smo na neki način objasnili opravdanost i prednosti ovakvog spoja kakav je ovdje u IRCA, spoja nauke, razvoja i proizvodnje. Stoga, za kraj pitamo sagovornika, razmišlja li se, sutra o tvornici ovih uređaja. Evo šta o tome misli mr Kolaković:

– Naša proizvodnja, ovakva kakvu je mi danas imamo pupčanom vrpcom vezana je za razvoj i u ovom momentu tu vezu je nemoguće raskinuti.

To je zato što ovakva proizvodnja traži i specifičan kadar, i skupu mjernu opremu koja se u ovim, institutskim uslovima dvostruko koristi i mnoge druge stvari... Jer svaka proizvodnja ako bi bila formirana u tvorničkim uslovima mora imati svoje prateće segmente, pripremu, tehnologiju, kontrolu i proizvodnju. Ovakva kakvu je mi imamo najidealnije je rješenje upošlenosti viška kapaciteta, tako da i opreme i ljudi dvonamjenski koriste.

Osim toga, ni obim proizvodnje nikad ne bi opravdao formiranje ili radanje neke nove tvornice, rekao nam je na kraju mr Nedžad Kolaković, naučnik, zaljubljenik u ono što radi i čime se bavi, ali i čovjek i stručnjak koji, tu pred vratima svog naučnog kabineta ima i realnost – proizvodnju.

Dušica Kljajić

"Energoinvest" br. 961 u posjedu arhiva Energoinvesta.
Tekst članka možete pročitati na stranici 214.

3.1.4 Davač ubrzanja i registratora zamora

Prethodna analiza (PA) urađena je u IRCA 1979. godine za potrebe JRV. U studiji je analiziran uređaj koji se sastoji od akcelerometra sa tačno definisanom frekventnom propusnošću i mikroprocesorski baziranog elektronskog bloka sa odgovarajućim memorijskim i interfejsnim kolima za ulaz signala iz akcelerometra i izlaz na digitalni displej.

Planirana primjena bila je za mjerenje i registraciju opterećenja i zamora koje pretrpi pojedinačni avion u njegovoj eksploataciji i time omogućava da se potroši "siguran život" aviona bez rizika da on bude premašen.

Očitanja su izražena u "g"-ovima i indiciraju broj puta koliko je dati nivo G-a bio dostignut i pređen. Ovi podaci se tada mogu korelirati i pretvoriti u ekvivalentna naprezanja strukturalnih komponenti za koje se izrađuju kalkulacije i proračuni životnog vijeka trajanja.

3.1.5 Optimizacija sagorijevanja za turbomlazne motore

Prethodna analiza (PA) urađena je u IRCA u 1979. godini za potrebe JRV. Analizan je mikroprocesorski bazirani digitalni uređaj za ispunjenje sljedećih ciljeva:

- optimizacija potrošnje goriva,
- produženje životnog vijeka motora,
- kalibracija i trimovanje motora za nove pogonske i eksploatacione uslove,
- smanjenje buke.

Pošto se znatan dio funkcionalnosti ostvaruje softverski, predviđeni su vrlo moćni aplikacioni programi koji su trebali obezbijediti:

- izvršavanje različitih zakona upravljanja u konturi regulacije protoka goriva prema motoru,
- detekciju greške u ulaznim i izlaznim signalima i preuzimanje odgovarajuće akcije u slučaju otkaza,
- automatski start, ubrzanje i usporenje te limitiranje temperature i broja obrtaja,
- mogućnost testiranja na zemlji u prvoj liniji održavanja i nadzor nad testnim programima za lokalizaciju greške do nivoa štampane ploče (LRU koncept).

Na ulaz optimizatora sagorijevanja dovode se električni signali sa davača ulazne temperature i ulaznog pritiska u mlazni motor, brzine obrtanja kompresorskog kola visokog pritiska, temperature na ulazu u turbinski dio, temperature izduvnih gasova, protoka goriva, signal proporcionalan položaju pilotske ručice gasa te signala iz bloka obrade vazdušnih podataka.

3.1.6 Testno postrojenje turbomlaznog motora

Prethodna analiza (PA) urađena je u IRCA u 1980. godini. Studija se bavi projektovanjem karakteristika funkcija i rješenja uređaja za mjerenje i izračunavanje potiska turbomlaznog motora bilo na probnom stolu ili onom ugrađenom u avion.

Na bazi tih podataka može se izvršiti baždarenje i trimovanje motora na zahtijevane nivoe potiska uz minimalnu temperaturu visoko temperaturne sekcije motora. Očekivani efekti korištenja ovakvog testnog uređaja bi bili:

- povećani vijek trajanja visoko temperaturne sekcije motora,
- smanjenje potreba i broja neplaniranih skidanja za remont te jednostavno i kvalitetno trimovanje.

Izračunavanje potiska motora bazira se na korištenju momentnog teorema i mjerenja pritiska u izduvnom konusu motora. Kod praktične realizacije vjerovatno bi bilo potrebno mjeriti tri pritiska duž motora, kao i ambijentni statički pritisak i ambijentnu temperaturu.

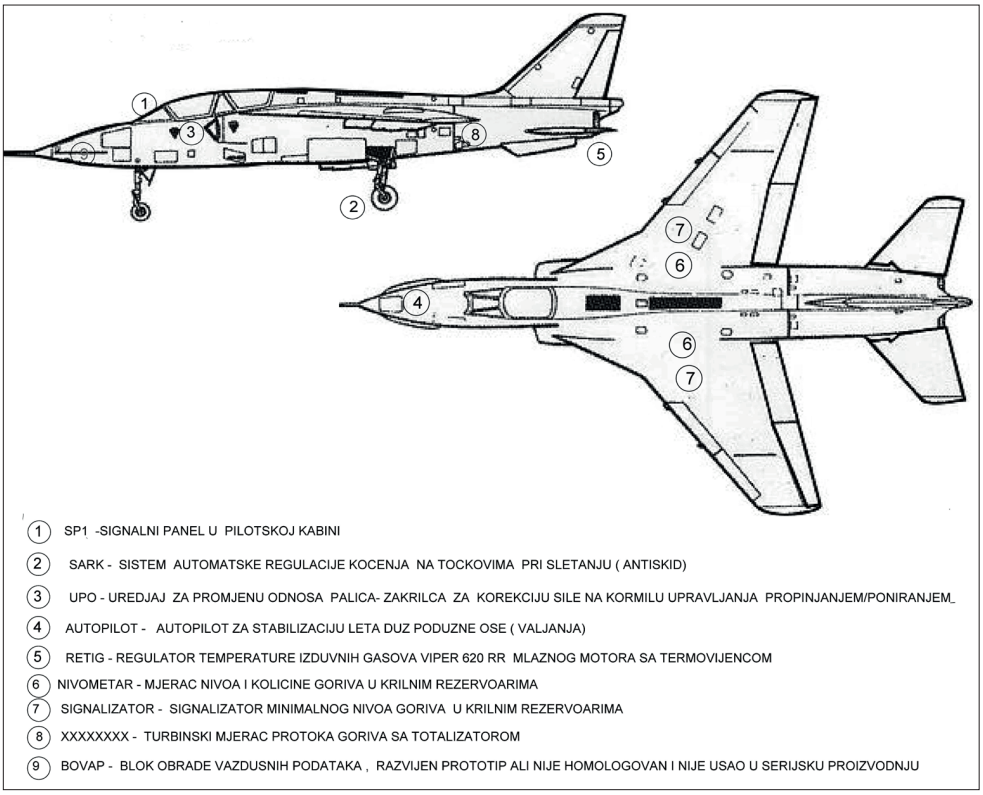
3.2 Namjenski program za KOV

Unatoč nekoliko studija i prethodnih analiza rađenih za potrebe i u saradnji sa Vojno-tehničkim institutom Kopnene vojske (KOV) u Beogradu, nije došlo do realizacije razvoja nijednog konkretnog uređaja, odnosno sredstva.

3.3 Namjenski program za JRV

Na bazi rezultata gore pomenutih studija i prethodnih analiza, kao i konkretno specificiranih uređaja od strane Vazduhoplovno-tehničkog instituta JRV u Žarkovu, razvijeni su prototipovi, zatim testirani, homologovani i uvedeni u serijsku proizvodnju i opremanje tadašnjih borbenih aviona tipa Orao, SuperGaleb i G4, sljedeći uređaji i sistemi:

SP1 – Signalni panel za prikazivanje alarma u kabini aviona.
UPPO – Uređaj za promjenu prenosnog odnosa komandna palica – zakrilca za korekciju osjećaja sile na kormilu (komandnoj palici pilota) za upravljanje uglom propinjanja i/ili poniranja aviona. Uređaj na osnovu aerodinamičkih podataka od senzora visine i brzine leta aviona mijenja prenosni odnos tako da pilot ima isti osjećaj otpora na komandnoj palici bez obzira na kojoj visini se nalazi avion, odnosno kojom brzinom leti.



Slika 13. Grafički prikaz uređaja i sistema koji su proizvođeni u IRCA za potrebe Jugoslovenskog ratnog vazduhoplovstva

SARK – Sistem automatske regulacije kočenja aviona kod slijetanja, čija je namjena automatsko upravljanje silama kočenja na nosećim točkovima aviona, kojim se postiže minimalna dužina zaustavnog puta i održavanje pravca slijetanja aviona, pri raznim uslovima stanja površine na sletnoj stazi. SARK je omogućavao nezavisno upravljanje kočionim točkovima tako da su sva četiri kočiona točka mogla biti izložena različitim uslovima na sletnoj

stazi. U tehničkom rješenju servoventila primijenjena je originalna koncepcija kojom je postignut odziv od oko 10 ms. u izrazito zahtjevnim eksploatacionim uslovima. B. Matić je prezentirao servoventil u sistemu SARK kao proizvod "skuplji od zlata" jer je masa servoventila, zbog vrlo strogih zahtjeva u vazduhoplovstvu, bila uporediva sa cijenom iste mase zlata.

AUTOPILOT – Autopilot za stabilizaciju leta duž podužne ose i eliminacije valjanja aviona pri letu.

RETIG – Regulator temperature izduvnih gasova na mlaznom motoru Viper Mk632 Rolls Roycea, sa termovijencem za mjerenja temperatura u izlaznom konusu.

NIVOMETAR – Mjerač nivoa i količine goriva u krilnim rezervoarima aviona.

SIGNALIZATOR – Signalizator minimalnog nivoa goriva (alarm na panelu SP1) u krilnim rezervoarima.

PROTOKOMJER – Turbinski mjerač protoka goriva sa totalizatorom protekle količine.

BOVAP – Blok obrade vazdušnih podataka. Razvijen je prototip, ali nije homologovan i nije uveden u serijsku proizvodnju.

INVERTOR – pretvarač 28DC u 114 V AC napon. Razvijen je prototip, ali nije homologovan i nije uveden u serijsku proizvodnju.

3.4 Namjenski program za JRM

Na osnovu direktnih specifikacija Brodarskog instituta u Zagrebu kao projektanta, razvijeni su i proizvođeni sljedeći uređaji i sistemi za opremanje plovnih objekata u sastavu Jugoslovenske ratne mornarice:

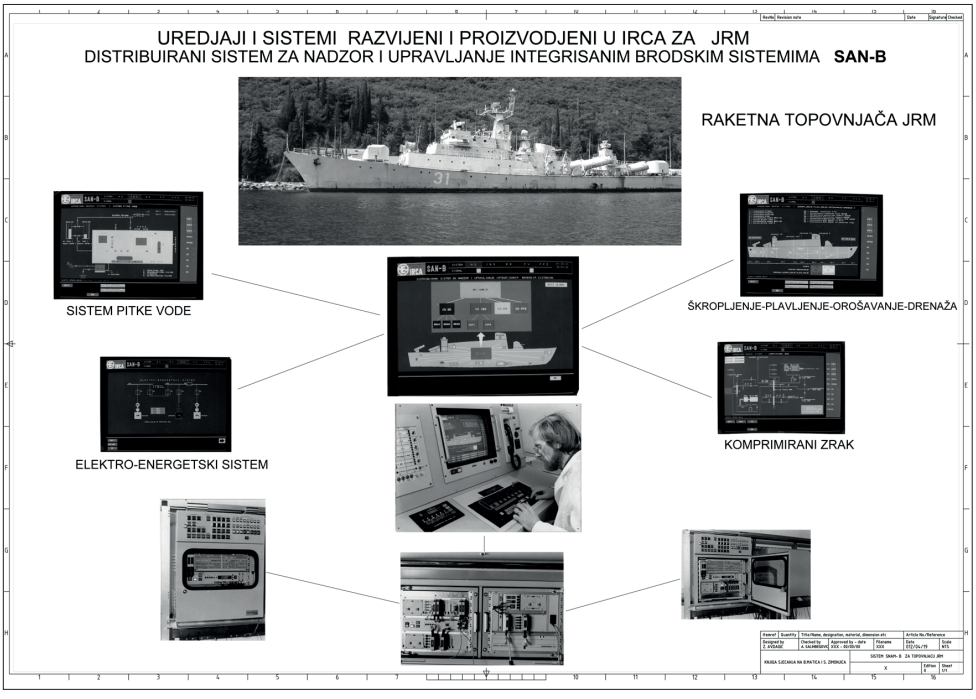
SAN-B – distribuirani sistem za nadzor i upravljanje integrisanim brodskim sistemima. Instaliran je na raketnim topovnjačama JRM i uključivao je sljedeće podsisteme:

- elektroenergetski sistem,
- sistem pitke vode,
- sistem komprimiranog zraka,
- sistem za škropljenje, plavljenje, orošavanje i drenažu broda.

SAN-B je distribuirani mikroprocesorski baziran sistem za nadzor i upravljanje pojedinačnim sistemima (elektroenergetski sistem, prodor vode i protu-

požarni sistem) i integrisanim brodskim sistemima. Upravljanje se izvodi iz kontrolne kabine u kojoj su u zajedničkom pultu smještene centralne stanice nabrojanih sistema. Nadzorna stanica NS-SANB komunicira sa 4 centralne stanice pomenutih sistema.

Polazna tačka je želja operatora za promjenom informacije koja se nalazi na monitoru. Uzrok te potrebe može da bude zahtjev drugog korisnika, naredba, rutinska provjera stanja sistema i potreba za promjenom stanja procesa. Svaka aktivnost operatora reflektuje se određenim kodom. Kodovi se odnose na procesne i sistemske komande. Procesne komande idu direktno operativnim stanicama i podstanicama IKP1 i IKP2 u Integrisanim sistemima, odnosno DEA1, DEA2, DEA3 u elektroenergetskom sistemu. Softver centralne stanice SAN-B obrađuje komande, mijenja menije i prikaze, ažurira alarmna stanja, ispisuje trend ponašanja procesnih varijabli, određuje prioritet prikaza sistema sa novim alarmima, vrši rekonfiguraciju podataka počev od lokalnih pa do onih koje šalju operativne stanice i integrira dijagnostiku kompletnog hardvera.



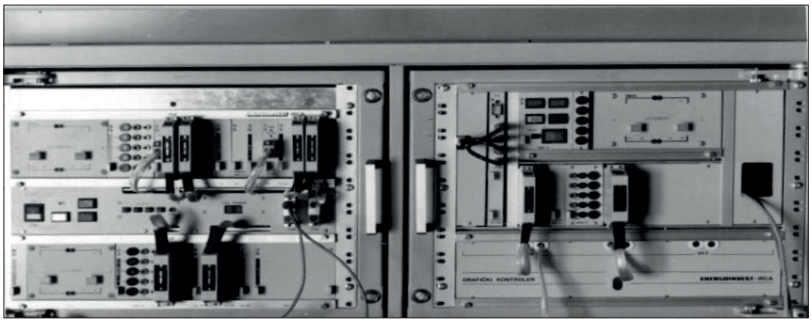
Slika 14. Grafički prikaz uređaja i sistema koji su proizvođeni u IRCA za potrebe Jugoslovenske ratne mornarice

Podsistemi u SAN-B: klimatizacija-ventilacija-filtroventilacija; škropljenje-plavljenje-orošavanje-drenaža; komprimirani zrak; sanitarni sistem; pitka voda; gorivo; kormilarski stroj; elektroenergetski sistem; prodor vode; protupožarna zaštita.

Saradnici na projektima za JRM

Adam Džoić
Edina Tanović
Lejla Eminović
Draško Milašin
Semir Fazlagić
Zikrija Avdagić
Mladen Jovančević
Emir Mehić
Nebojša Bosiljčić
Zoran Tomičić
Dževad Vilić

SNAM 1000 – mikroprocesorski bazirani sistem nadzora i vođenja brodskih motora i plinske turbine. Sistem je uključivao dvije stanice i dvije podstanice, kao i treću podstanicu u plinskoj turbini. U centralnom komandnom pultu se nalazio upravljačko-nadzorni dio sistema sa nizom analognih i digitalnih instrumenata za vođenje sistema, koji je upravljao start-stop logikom i zaštitom svakog od motora i plinske turbine. Isporučena su dva sistema za raketne topovnjače broj 33 i 34.



Slika 15. Centralna stanica SAN-B

SMIP-80 – mikroprocesorski bazirani sistem za mjerenje temperature ispušnih plinova brodskih motora. Sastojao se od 2 stanice u glavnoj motornoj kabini i 2 podstanice smještene u motornom postrojenju, sa po 12 mjernih tačaka po motoru, na bazi Pt100 senzora. Sistem je isporučen i ugrađen na 10 plovnih objekata JRM.

MUNKOR – sistem za nadzor stanja municionih komora na raketnim topovnjačama. Isporučen je na tri broda (raketne topovnjače 31, 33 i 34).

SINAB – sistem nadzora gustine elektrolita u akumulatorskim baterijama na podmornici. Ugrađen je na 6 podmornica.

PROPULP – uređaj za kontrolu propulzije brodskog motora na podmornici.

4. INSTITUT ZA RAČUNARSKE I INFORMACIONE SISTEME – IRIS

B. Matić i S. Zimonjić su kao direktori Instituta IRCA i Sektora automatika u Energoinvestu uticali ne samo na osnivanje IRIS-a nego su i kao profesori Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu uticali na formiranje velikog broja diplomiranih inžinjera koji su onda učinili da IRIS postane izuzetno uspješan. Treba istaći da je zaslugom prof. Matića i prof. Zimonjića, iako nije bio registrovana naučnoistraživačka ustanova, IRIS dobijao velika sredstva preko Instituta IRCA iz Fonda za nauku BiH kroz Društveni cilj DC9 za finansiranje razvoja projekta Energone-PS1.

4.1 Razvoj IRIS-a

Institut za računarske i informacione sisteme IRIS je registrovan i počeo sa radom 6. oktobra 1977. godine, objedinjavanjem Odjeljenja za velike sisteme (IRO3) Instituta za automatiku IRCA i grupe radnika Inženjeringa za automatiku Automating koji su se bavili projektovanjem i izvođenjem sistema daljinskog upravljanja i telekomunikacijama. Tada su iz Instituta IRCA izdvojene i djelatnosti primjene digitalnih računara u oblastima:

- upravljanja u realnom vremenu elektroenergetskim sistemima,
- upravljanja tehnološkim procesima,
- upravljanja u proširenom realnom vremenu velikim elektroenergetskim mrežama,
- poslovne informatike.

Iz Automatinga su prenesena znanja, iskustva i dokumentacija iz uspješno realizovanog projektovanja i izgradnje projekata: dispečerski centar Elektrokrajine u Banjaluci; dispečerski centar elektroenergetskog napajanja luke Tema u Gani; centralizovano upravljanje energetskim medijima (el. energija, para, procesni gas, industrijska voda) u Željezari Zenica; centralizovano upravljanje transportom i separacijom uglja na površinskim kopovima Belačevac i Dobro Selo na Kosovu; telekomunikacioni sistem željezničke pruge Sarajevo – Ploče.

S prelaskom djelatnosti daljinskog upravljanja i telekomunikacija, u IRIS je iz Automatinga prenesena i realizacija velikih tekućih projekata na izgradnji Jugoslovenskog naftovoda (YUNAF):

- Sistem centralnog upravljanja procesom prijema i skladištenja nafte u luci Omišalj;
- Sistem daljinskog upravljanja transportom i isporukama nafte duž cijele trase naftovoda, sa dispečerskim centrom u Sisku;
- Telekomunikacioni sistem baziran na magistralnom koaksijalnom kablu koji je položen duž trase.

U prve dvije godine rada IRIS-a ovi preneseni poslovi predstavljali su osnovni izvor prihoda.

IRIS, koji je na početku imao 58 zaposlenih (od toga 32 radnika koji su prešli iz IRCA i 22 radnika koji su došli iz Automatinga), razvio se u sljedećih desetak godina u snažnu radnu organizaciju sa oko 1.000 zaposlenih, uključujući 600 diplomiranih inžinjera, magistara i doktora nauka. Ta organizacija pokrivala je veliki raspon djelatnosti u oblasti visokih tehnologija primjene digitalne tehnike, od nadzora i upravljanja industrijskim sistemima i postrojenjima te optimizacije rada i planiranja velikih elektroenergetskih sistema, proizvodnje računara i razvoja aplikacionog softvera, pa sve do mreža računara i digitalnih telefonskih centrala. Krajem 80-ih godina od IRIS-a su nastale sljedeće radne organizacije:

- IRIS-Computer,
- Sistemi daljinskog upravljanja (SDU),
- Kibernetika,
- Telekomunikacione tehnike (ETT),
- Elektronika.

U mnogim oblastima svojih djelatnosti IRIS je bio lider u tadašnjoj Jugoslaviji te je svojim radom i rezultatima afirmisao Sarajevo, Bosnu i Hercegovinu i bivšu Jugoslaviju. Ima neke simbolike u tome da je IRIS formiran na Dan oslobođenja Sarajeva u Drugom svjetskom ratu i da je praktično prestao s radom u aprilu 1992. godine, početkom jednog drugog rata.

Marko Zirojević zaposlio se u Institutu IRCA 1968. godine kada se osnivalo Odjeljenje IR03, a onda je bio direktor IRIS-a od njegovog osnivanja. U uspješnom rukovođenju preduzećem, Marko je bio pravi sljedbenik Emerika Bluma, osnivača Energoinvesta, ali je na njega sigurno uticaja imao i

prof. Ahmed Mandžić – Mandža, njegov šef u Odjeljenju za velike sisteme u IRCA. U drugoj polovini 50-ih godina, Mandžić je bio odgovoran za aritmetičku jedinicu u realizaciji prvog jugoslovenskog računara "CER 10". Mandža i Marko (sa Emirom Humom) su 1969. godine objavili rad na konferenciji ETAN-a u Subotici, za koji su dobili nagradu kao najbolji na konferenciji. Dugo je trebalo da neko iz Sarajeva ponovi tako nešto. Prof. Mandžić je bio osnivač Odsjeka za informatiku na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu i sa pravom se smatra osnivačem bosanskohercegovačkog računarstva.

Svi inžinjeri, matematičari i ekonomisti koji su radili u IRIS-u imali su sreću da ih je vodio takav rukovodilac, privrednik i čovjek kao što je bio Marko Zirojević, pa su mogli da se u profesionalnom i u svakom drugom pogledu razvijaju u sredini gdje se prihvataju i podržavaju ideje i gdje se ne bježi od rizika. Ta atmosfera u IRIS-u je omogućavala mladim inžinjerima i ostalim da razvijaju svoje mogućnosti do maksimuma.

IRIS je imao vrlo tijesnu saradnju sa Elektrotehničkim fakultetom u Sarajevu, i to ne samo u vidu zapošljavanja mladih inžinjera nego je pomagao i u uspostavljanju istraživačkih laboratorija i učestvovao u opremanju Fakulteta računarskom tehnikom (finansijski i na druge načine). Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina, istaknuti stručnjaci iz Energoinvesta su postajali profesori na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu. Međutim, 80-ih godina naučnici i doktori nauka sa Fakulteta prelaze u IRIS ili sarađuju s njim, jer im se u toj sredini pruža izvanredna mogućnost za razvoj i istraživanje.

Interesantno je da su se 70-ih godina, nakon doktorata i specijalizacija u oblasti računarstva, uglavnom u SAD, vratili u Sarajevo svih desetak Sarajlija koji su bili otišli da se školuju u inostranstvu. To nije bio slučaj sa stručnjacima iz Beograda i Zagreba, koji bi nakon doktorata uglavnom ostajali vani. IRIS vjerovatno nije imao uticaja na taj trend, ali je mnogo "profitirao". Onda su ti stručnjaci na Elektrotehničkom fakultetu, u Energoinvestu i u drugim preduzećima i ustanovama u Sarajevu doprinijeli tome da se stvori nešto što se zvalo "sarajevska škola računarstva".

Prvi projekti koje je IRIS realizovao bili su u oblasti daljinskog nadzora i upravljanja elektroenergetskim sistemima, što je bilo i logično jer je Energoinvest imao znanja i iskustva u izgradnji elektrana, trafostanica i dalekovoda. Počelo se s licencom za francusku telemetriju Jeumont-Schneider, a na kraju su realizovana i isporučena vlastita i originalna hardversko-softverska rješenja za nadzor, upravljanje i automatizaciju, ne

samo u elektroenergetskim sistemima (prenos i distribucija električne energije, trafostanice, termoelektrane i hidroelektrane) nego i u cijevnim sistemima kao što su gasne mreže, naftovodi, produktovodi i vodovodi, u industrijskim postrojenjima, površinskim kopovima rudnika uglja, aerodromima, javnim zgradama, te laboratorijskim kompleksima. Ovdje se navodi samo nekoliko projekata iz tih oblasti koji su realizovani i isporučeni u inostranstvo:

- upravljanje elektroenergetskim sistemom velike rafinerije UFA – Rusija,
- upravljanje naftnom bazom Jaroslavlje – Rusija,
- upravljanje 500 KV mrežom Shanghai – Kina,
- dugoročno planiranje elektroenergetskog sistema švajcarskih željeznica; isporuka preko Empros, SAD,
- upravljanje laboratorijskim kompleksima Ivtan – Rusija,
- upravljanje aerodromom Soči – Rusija.

Od kraja 70-ih godina IRIS ima saradnju sa firmom Digital Equipment Corporation (DEC) kao OEM proizvođač njihovih višekorisničkih računara PDP-11 (LSI-11) i VAX. Taj dio proizvodnog programa IRIS-u daje podršku za realizaciju dispečerskih centara i poslovnih sistema, ali i omogućava vrlo efikasnu platformu za obuku IRIS-ovih kadrova.

Energoinvest je kao nastavak telemetrijske licence Jeumont-Scheider u drugoj polovini 80-ih godina dobio licencu za digitalne telefonske centrale, pa je tada IRIS agresivno krenuo i u toj oblasti. Bio je to potez iz udžbenika Emerika Bluma (teorija tehnološke okuke) da treba ulaziti u novu oblast kada se u datoj oblasti mijenja tehnologija, jer u trenutku uvođenja nove tehnologije (digitalne telefonske centrale) do tada ustanovljeni proizvođači (krosbar telefonskih centrala) obično ne mogu da se dovoljno brzo prilagode novoj tehnologiji.

Osim što je koristio licencu u proizvodnji, IRIS je imao ambiciozne planove u razvoju telefonskih centrala, koje je i počeo da ostvaruje, ali za potpunu realizaciju nije bilo vremena prije nego što je IRIS praktično prestao sa radom.

Sredinom 80-ih godina, IRIS gradi fabriku elektronike za proizvodnju štampanih ploča i modula kao podršku za svoje proizvode i projekte, naročito za telefonske centrale i telemetriju. U to vrijeme, fabrika je imala najmoderniju opremu s linijom za automatsko lemljenje i kontrolu modula te skladište za elektronske komponente i mikročipove. Fabrika je proizvodila preko 360 različitih štampanih ploča.

Kao što je napomenuto, u jednom trenutku IRIS je bio reorganizovan u pet radnih organizacija. To je uglavnom bio rezultat preporuka iz studije koju je za Energoinvest uradila konsultantska firma McKinsey iz SAD. Ovaj autor bi želio da istakne da je rukovodstvo IRIS-a smatralo da je pogrešno da se razdvajaju u dvije organizacije djelatnosti računarstva i telefonskih centrala. Kasniji razvoj i trendovi u tim oblastima pokazali su da je IRIS-ovo rukovodstvo bilo u pravu.

Nema smisla da se opisuje s kakvim se sve teškoćama sukobljavalo rukovodstvo IRIS-a da bi se finansirala realizacija mnogih projekata. Ovdje će biti spomenuta samo takozvana "operacija mandarina". Tu je bilo uključeno poljoprivredno dobro sa plantažama u delti Neretve čije su se mandarine izvozile na zapad i bile plaćene US dolarima, pa je tu nekako bila uključena i Fabrika kablova RIZ u Vojniću. Na kraju, IRIS kupuje te US dolare za dinare koje posuđuje od Agrokomerca iz Velike Kladuše. Na taj način se finansirala nabavka repromaterijala iz uvoza za proizvodnju 1.000 IRIS-PC računara.

U nastavku će biti opisani rezultati sljedećih razvojnih projekata i aktivnosti koji su realizovani u IRIS-u:

- SCADA sistemi i telemetrija,
- Projekat SANUO,
- IRIS-PC računar,
- aplikacioni softver i školski centar,
- sistem Energonet-PS1.

4.2 SCADA sistemi i telemetrija

IRIS je počeo s projektima za daljinski nadzor i upravljanje elektroenergetskim sistemima koristeći licencu za telemetriju Jeumont-Schneider. Projekti bazirani na tom sistemu uključivali bi određeni broj sekundarnih stanica u objektima koji su se nadzirali (npr. trafostanice) i koje su bile vezane na centralnu stanicu u dispečerskom centru. Centralna stanica bi po njihovom rješenju u dispečerskom centru bila vezana na računar MITRA.

U rješenju IRIS-a prvo je računar MITRA zamijenjen DEC računarom PDP-11. U isto vrijeme se počelo sa originalnim razvojem sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisitions). Za programiranje su korišteni Macro-11 asembler, Pascal i Fortran. Ustvari, bila su formirana dva

(konkurentna!) softverska tima, što je na kraju bila veoma mudra odluka, jer su se uspješno razvila dva tipa SCADA sistema i dva posebna proizvoda:

- Energoscada za brze tehnologije (elektroenergetika), koja i dalje koristi telemetriju Jeumont-Schneider,
- Iris-Soft za sporije tehnologije, koja koristi novu telemetriju koju je razvio IRIS. Rješenje za upravljanje bazom podataka u okviru Iris-Softa bilo je naročito dostignuće, tako da je Iris-Soft DBMS dizajn bio tema i jedne doktorske disertacije.

Godine 1982. stručnjaci IRIS-a razvijaju "single-board" procesorsku i komunkacionu ploču MJF-11, koja je funkcionalno zamijenila 11 štampanih ploča u sekundarnim stanicama Jeumont-Schneider. To je izuzetno smanjilo proizvodne troškove i uštedilo na veličini šasije za telemetriju.

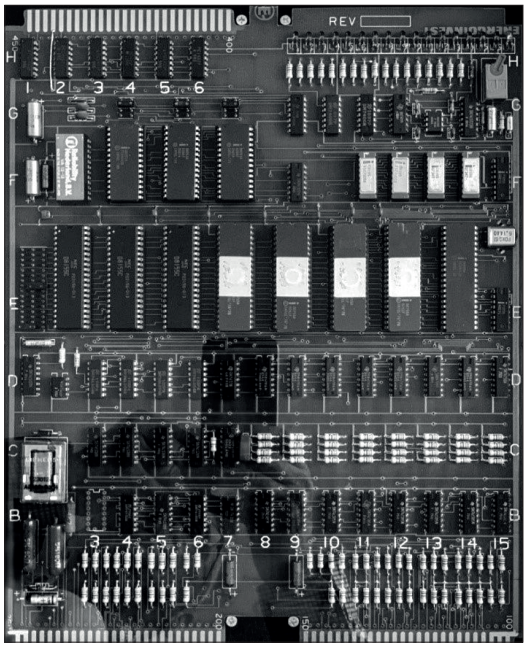
Sav hardverski design, "layout" ploče i proizvodnja bili su realizovani u IRIS-u. Dizajn je bio baziran na mikroprocesoru Intel 8085 sa PROM i ROM memorijom te s modemom za komunikaciju i s radiokontrolom. To je bila prva realizacija mikroprocesorski baziranog sistema u Jugoslaviji, dok je Jeumont-Scheider imao diskretnu TTL implementaciju i memoriju. Stručnjaci IRIS-a su napisali i sav softver, uključujući operativni sistem za rad u realnom vremenu i aplikacioni softver za akviziciju podataka. MJF-11 sekundarne stanice su direktno komunicirale sa računarom PDP-11 u dispečerskom centru, gdje je komunikacioni softver bio uključen u Iris-Soft. Tako nije više bilo ni centralne stanice, pa je to bila potpuna zamjena telemetrijskog sistema Jeumont-Schneider.

4.3 Telemetrijska ploča MJF-11 projekat SANUO

Odmah nakon osnivanja IRIS-a definisana je strategija razvoja savremenih metoda i softvera za upravljanje elektroenergetskim sistemima (proizvodnja, prenos i distribucija električne energije) s ciljem osposobljavanja Energoinvesta da može nuditi projekte konkurentno sa vodećim svjetskim firmama u tom domenu, kao što su Siemens, Control Data, ABB i Alsthom.

Projekat razvoja je nazvan SANUO (Sistem za analizu, nadzor, upravljanje i optimizaciju) i sastojao se od tri dijela (slijede samo značajnije funkcije):

- sistemi u realnom vremenu sa funkcijama: mrežni konfigurator (network configurator), estimator stanja (state estimator), tokovi snaga (power flow), AGC (Automatic Generation Control);
- kratkoročno planiranje rada sistema (dan po satima) sa funkcijama: unit commitment, kratkoročno planiranje rada hidroelektrana (short term hydro scheduling), kratkoročna prognoza opterećenja (short term forecast)
- dugoročno planiranje rada sistema (godina po sedmicama) sa funkcijama: dugoročna prognoza opterećenja, dugoročno planiranje rada hidroelektrana (long term hydro scheduling), optimalno planiranje održavanja (optimal maintenance scheduling).



Slika 16. Telemetrijska ploča MJF-11 projekat SANUO

To je bio vrlo ambiciozan plan koji je zahtijevao veliki broj inženjera i značajna ulaganja. Svjetske firme u toj oblasti nisu posjedovale takav kompletan sistem softvera, nego su uglavnom nudile SCADA sisteme. Uz podršku rukovodstva Energoinvesta obezbijeđen je znatan bankarski kredit, te je oformljena grupa sa veoma kvalitetnim inženjerima, a pojedinci su poslani na univerzitete u USA i Englesku na magistarske i doktorske studije iz oblasti projekta SANUO. Nakon više godina rada na razvoju, softver je uspješno

završen u dijelu IRIS-a koji je poslovao pod nazivom Sistemi daljinskog upravljanja (SDU).

Jedan od glavnih razloga za iniciranje projekta SANUO bilo je da je početkom osamdesetih godina JUGEL (Jugoslovenska Elektroprivreda) pokrenuo inicijativu za realizaciju projekta "Upravljanje elektroenergetskim sistemom Jugoslavije", takozvana Treća faza projekta "Nikola Tesla". To je bio ogroman projekat, što pokazuju i sredstva u iznosu cca 200.000.000 dolara koja je obezbijedila IBRD (International Bank for Research and Development) za njegovu realizaciju. Oformljen je konzorcij od 5 najvećih jugoslovenskih firmi (Energoinvest, Rade Končar, Iskra, Pupin i EI Niš) s ciljem podnošenja zajedničke ponude za realizaciju ovog projekta. Energoinvest – SDU, zahvaljujući razvoju SANUO, imao je vodeću ulogu u konzorciju.

Zbog složenosti ovog jugoslovenskog projekata i zahtjeva IBRD-a da ponuđači posjeduju reference na velikim projektima, Energoinvest – SDU je dogovorio i saradnju sa USA firmom Control Data – Empros, vodećom svjetskom firmom u toj oblasti, te je uspješno započeo realizaciju JUGEL-ovog projekta i uporedo učešće u Emprosovom projektu u Švicarskoj za dugoročno planiranje rada elektroenergetskog sistema švajcarskih željeznica.
JUGEL-ov projekat je zaustavljen zbog izbijanja rata 1992. godine.

4.4 IRIS PC računar

Vrlo rano, već na samom početku 80-ih godina, u IRIS-u se shvata značaj personalnih računara te se pokreće njihov razvoj i proizvodnja. Prvo je u saradnji sa malom privatnom sarajevskom firmom razvijen IRIS-8 (Apple II klon), koji je korišten u školama za obrazovanje. Zatim se razvija IRIS-PC, za koji se može slobodno tvrditi da je bio prvi "poslovni" personalni računar u Jugoslaviji.

Tehnički, IRIS-PC je bio IBM klon, ali je IRIS imao dosta svojih komponenti. Za početak, IRIS kupuje od kompanije Microsoft licencu za MS-DOS operacioni sistem i OEM kit za adaptaciju (sa dijelovima izvornog koda) i ostvaruje saradnju sa kompanijom ACS (Advanced Computing Systems) iz Dalasa u Teksasu, koja ima razvijenu PC "motherboard" ploču. Onda 1985. godine naši stručnjaci prave adaptaciju MS-DOS za svoju ploču, koja se koristi i u IRIS-PC, a operativni sistem se legalno i oficijelno nazivao IRIS-DOS. Interesantno je napomenuti kako ACS nije imao softversku ekspertizu,

da IRIS svom hardverskom partneru iz Teksasa prodaje MS-DOS licencu za korištenje u SAD.

U to vreme IBM-PC je bio XT varijanta procesora Intel 8088 sa 4,7 MHz, dok je IRIS-PC imao isti procesor, ali sa 8MHz, pa je u toj konfiguraciji IRIS-PC skoro dva puta brži. Za grafičke aplikacije, IRIS-PC se mogao ubrzati korištenjem NEC processora V20 umjesto Intel 8088, koji interno povećava klok 2 puta, pa je u toj konfiguraciji IRIS-PC bio približno 4 puta brži od IBM-PC. IRIS-PC je imao disk od 20 GB (dva puta većeg kapaciteta nego IBM-PC) i flopi disk, a grafika je bila za to vrijeme vrhunska (CGA color). Stručnjaci IRIS-a su sami specificirali i integrisali jedinicu napajanja, diskove, monitor i tastaturu.



Slika 17. IRIS PC-8 (preuzeto sa
https://www.bev.ba/REFERENCE/computers/iris8/index.html)

Osamdesetih godina zagrebački magazin *Start* (koji je imao i ozbiljne članke, valjda kopirajući koncept *Playboyja*) počinje objavljivati listu najboljih proizvoda u Jugoslaviji za datu godinu. Ovaj autor se sjeća (trebalo bi da je to bilo u drugoj polovini 80-ih) da je jedne godine magazin *Start* proglasio IRIS-ov personalni računar za najbolji estetski dizajn u Jugoslaviji u kategoriji tehničkih uređaja. Također tih godina, na Sajmu tehnike u Beogradu, IRIS je dobio specijalnu nagradu za svoj personalni računar.

IRIS je prvi na jugoslovensko tržište uveo eksploataciju PC računarskih mreža, povezivanje nekoliko PC stanica sa štampačem. IRIS-ova lokalna mreža prvo je koristila token ring, a onda kasnije ethernet. To je bila osnova za IRIS-ov razvoj distribuiranih poslovnih aplikacija.

4.5 Aplikacioni softver i školski centar

Nakon što se uspostavila proizvodnja višekorisničkih računara, naročito kada je krenula realizacija projekta personalnih računara, sazrela je ideja da se u okviru IRIS-a intenzivira proizvodnja aplikacionog softvera. Tako je sredinom 80-ih godina napravljen plan za razvoj aktivnosti u oblasti aplikacionog softvera. Za početak je formiran tim od 5 iskusnih inženjera "softveraša", a onda je inicirana akcija zapošljavanja 100 pripravnika koji bi se osposobljavali za aplikacioni softver. U toj akciji IRIS je prvo zaposlio sve inženjere i matematičare sa biroa za zapošljavanje, a razliku su popunili najkvalitetniji ekonomisti. Akcija zapošljavanja tolikog broja pripravnika u relativno kratkom roku bilo je nešto veoma novo (skoro revolucionarno) na prostorima bivše Jugoslavije.

Formirani su timovi sa iskusnim rukovodiocima i pripravnicima, koji su razvijali softver prema zahtjevima specifičnih tržišnih niša:

- hotelijerstvo, sa primjenama u elitnim hotelima širom Jugoslavije,
- prozvodne firme, prvo projekti u preduzećima Energoinvesta, a zatim šire,
- šaltersko rješenje za pošte i banke,
- segment trgovine u veleprodaji i maloprodaji.

Poseban tim se bavio centralnim funkcijama svakog poslovnog sistema, uključujući funkcije knjigovodstva i kontrole finansijskih tokova i svih ostalih resursa koji učestvuju u poslovnim procesima. Korištena je najsavremenija tehnologija, uključujući ORACLE sistem za upravljanje relacionim bazama podataka, što je tada bio pionirski posao.

Tim za grafička rješenja su činila četiri najbolja završena studenta arhitekture koji su bili na birou za zapošljavanje. Oni su koristeći Autocad razvijali grafičke aplikacije kao podršku funkcijama u specifičnim nišama. Na primjer, formirana je biblioteka elementa za hotele, pa se došlo do alata za konfiguraciju i softverskog rješenja koje je na osnovu toga davalo specifikaciju potreba za elementima hotelskog enterijera.

Tako su i u ostalim nišama kombinacijom softverskih proizvoda dobijana rješenja prema potrebama klijenata. Inženjeri u timovima su bili kreatori i realizatori softverskih rješenja, dok su ekonomisti uglavnom radili testiranje, dokumentovanje i implementaciju kod krajnjih korisnika.

Također je razvijen moderni školski centar koji je omogućavao vrhunsku obuku korisnika aplikacionih paketa i sistema. Sve u svemu, bio je to dobar koncept i dobra organizacija, te uspješna realizacija plana oko razvoja aplikacionog softvera u IRIS-u.

4.6 Sistem Energonet-PS1

U periodu od 4 godine, od kraja 1983. godine do jeseni 1987. godine, za istraživanje i razvoj koncepta, dizajn i testiranje, te za prvu realizaciju sistema Energonet-PS1 utrošeno je preko 100 softver inžinjer godina i oko 5 inžinjer godina za razvoj hardvera. Projektni tim je u tom periodu imao u prosjeku 25 diplomiranih inžinjera. Tolika ulaganja su bila moguća jer je 1983. godine IRIS preko Instituta bezbednosti u Beogradu ugovorio realizaciju X.25 mreže za prenos podataka sa komutacijom paketa za Ministarstvo javne bezbjednosti NR Kine. Stručnjaci Instituta su ocijenili, a kineska strana prihvatila da je u to vrijeme Energoinvest-IRIS bio jedini u Jugoslaviji sposoban da realizuje taj kompleksan sistem. Konkurencija su bili Iskra-Delta iz Ljubljane i Institut Mihajlo Pupin u Beogradu. Treba konstatovati da kineski investitor nije mogao nigdje drugo da kupi takav sistem jer je na zapadu tada bio embargo na izvoz vrhunskih tehnologija u Kinu. Samo za softver, uključujući izvorne kodove, i za obuku / školovanje njihovih kadrova, kineska strana je platila 2 miliona US dolara. Već je napomenuto da je IRIS za razvoj sistema Energonet-PS1 dobijao značajna sredstva i iz Fonda za nauku BiH.

Kompleksan sistem kao što je bio sistem Energonet-PS1 bilo je moguće realizovati jer je IRIS imao:

- vlastitu proizvodnju računarskih sistema na bazi DEC računara, koji su služili kao hardverska osnova za konstrukciju komunikacionih čvorova i mrežnog upravljačkog centra,
- visoko stručni kadar u oblasti računarske i telekomunikacije tehnologije. Između ostalog, stručnjaci IRIS-a su bili na višegodišnjim specijalizacijama i učestvovali su u projektima u oblasti mreža računara na univerzitetima i istraživačkim institucijama u SAD,

Francuskoj, Švedskoj, Velikoj Britaniji, Irskoj i Italiji. Tako je rukovodilac projekta Energonet-PS1 bio u prilici da u decembru 1977. godine u Palo Altu u Kaliforniji posjeti razvojni centar Xerox PARC gdje se detaljno upoznao sa njihovim razvojem u oblasti lokalnih mreža računara (tamo je 1973. godine bio razvijen 10Mb/s ethernet). Interesantno da su tek dvije godine kasnije, u decembru 1979. godine, Steve Jobs i njegovi saradnici iz Apple mogli da se u Xerox PARC upoznaju s razvojem grafičkog korisničkog interfejsa (GUI) na bazi "bitmappinga".

Energonet-PS1 je bio fleksibilan sistem za realizaciju X.25 mreža sa komutacijom paketa raznih topologija, kapaciteta i namjena i funkcionisao je u skladu sa svim relevantnim CCITT preporukama, uključujući X.25, X.75, X.3, X.28 i X.29. X.25 mreže, koje koriste komutaciju paketa s virtuelnim kanalima (virtual circuit connection-oriented packet switching), bile su preteča internetskoj mreži, koja koristi datagram baziranu komutaciju paketa (datagram-based packet switching). Treba naglasiti da neki koncepti razvijeni za X.25 sisteme i dalje žive u internetu, dok neke napredne X.25 osobine vezane za kvalitet servisa (QoS) mogu jednog dana da se pojave i u internetu.

Dvije osnovne komponente sistema Energonet-PS1su bili:

- komunikacioni čvorovi,
- mrežni upravljački sistem – MUS.

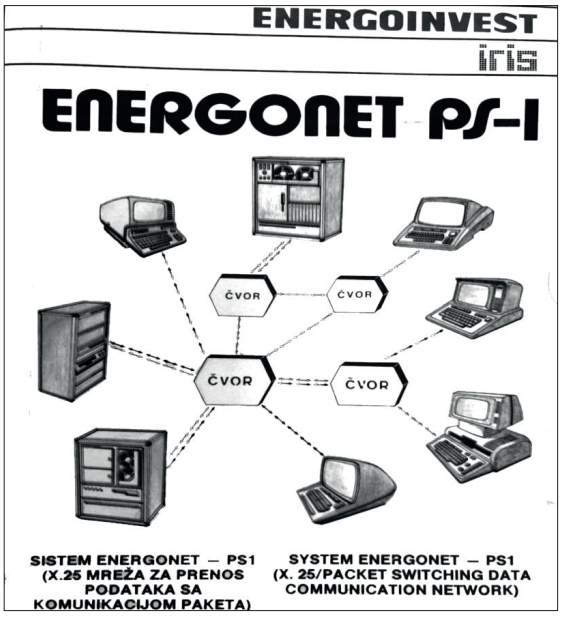
Sistem Energonet-PS1 je mogao da podržava do 100 komunikacionih čvorova sa modularnim kapacitetom. Kapacitet čvora je zavisio od broja KM-PS1 modula, kojih je moglo biti do 40. Komunikacija između KM-PS1 modula se ostvarivala preko 10Mb/s CSMA/CD (ethernet) tehnologije, što je u to vreme bio original, ali i kontroverzan koncept. Čvor sa samo jednim KM-PS1 modulom podržavao je do 32 komunikacione linije, dok je čvor sa više modula (takozvani veliki čvor) mogao da podržava do 1.000 linija različitih brzina. Kapaciteti linija su bili do 64Kb/s, što je bio tehnološki nivo tog vremena. Broj virtuelnih kanala (komutiranih i permanentnih) kroz komunikacioni čvor je bio od 255 do 10.200 za čvor maksimalnog kapaciteta.

Hardver KM-PS1 modula je uključivao jednu ploču sa LSI-11 procesorom, jednu ploču sa 2 MB centralne memorije i jednu ploču sa kontrolorom za flopi disk, odakle se punila rezidentna verzija operativnog sistema RSX-11M (sve DEC proizvodnje) i zavisno od broja komunikacionih linija do 16

ploča PUSI-11. Kada je KM-PS1 modul bio dio velikog čvora, onda bi bila uključivana i ethernet ploča.

PUSI-11 (Programabilni univerzalni serijski interfejs) razvili su stručnjaci IRIS-a u saradnji sa Institutom Jožef Štefan u Ljubljani. PUSI-11 je bio baziran na processoru Z-80 (4MHz ili 6MHz) sa 8KB ROM-a i 56KB RAM-a i podržavao je 2 komunikacione linije, kao i DMA transfer sa LSI-11 memorijom. ROM je uključivao program internog testiranja, kao i punilac za preuzimanje koda iz LSI-11, koji je onda izvršavao Z-80 procesor. Svrha ovog modula je bila da se rastereti LSI-11 procesor te da se implementiraju X.25 funkcije linijskog nivoa (LAPB protocol), kao i X.25 funkcije fizičkog nivoa, dok je LSI-11 izvršavao samo X.25 funkcije paketskog nivoa i upravljačke funkcije mreže.

Ethernet ploča je bila kompletan IRIS-ov dizajn i proizvodnja. U to vrijeme ta ploča je bila jedno od najelegantijih rješenja za LSI-11 računare. Zauzimala je samo jedno mjesto u računaru (za razliku od 3COM ethernet ploče koja je zauzimala tri slota), što je oslobađalo mjesta za dodatne PUSI-11 ploče u velikim čvorovima. Dizajn ploče je koristio Intel I82586 koprocesor sa dual port memorijom kao vezu sa LSI-11 procesorom, što je omogućavalo elegantan softverski interfejs.



Slika 18. Korice prospekta za sistem Eneronet-PS1

Tako je KM-PS1 modul bio multiprocesorski sistem sa jednim LSI-11 procesorom i do 16 Z-80 procesora. Onda je veliki čvor mogao da ima i preko 100 procesora vezanih u labavi multiprocesorski sistem.

Predsjednik Energoinvesta Dragutin Kosovac volio je da objašnjava, kada bi vodio visoke političke i privredne zvaničnike u razgledanje sistema Energonet-PS1 na platformi u zgradi IRIS-a u Gundulićevoj ulici u Sarajevu, da Energoinvest Kinezima naplaćuje 2.000 US dolara za svaku PUSI-11 ploču. Onda bi spomenuo da je ta suma bilo vrlo blizu iznosa koji je fabrika Zastava u Kragujevcu u to vrijeme dobijala za svaki automobil Yugo koji bi izvezla u Ameriku, da bi na kraju istakao da je Energoinvestov profit za PUSI-11 ploču bio daleko veći nego Zastavin za Yugo.

U internom funkcionisanju, kako bi se izbjeglo gomilanje i onda gubitak paketa na mjestu zagušenja, sistem Energonet-PS1 je imao naprednu kontrolu zagušenja (congestion control), i to:

- kontrolu zagušenja između LSI-11 i PUSI-11 u KM-PS1 modulu,
- kontrolu zagušenja između KM-PS1 modula u velikom čvoru i
- kontrolu zagušenja između komunikacionih čvorova.

Mrežni upravljački sistem – MUS je uključivao mrežni upravljački centar – MUC (PDP-11 računarski sistem) i upravljačke funkcije u MUC-u i u komunikacionim čvorovima. Za komunikaciju između MUC-a i upravljačkih funkcija u čvorovima korišten je interni komunikacioni protokol. Od svih operativnih odluka koje je MUS obavljao za održavanje nivoa mrežnih usluga, najvažnije je bilo maršutiranje paketa u mreži.

Osnovna procedura maršutiranja bila je centralizovano-adaptivna procedura. Na bazi podataka o saobraćaju paketa i tekuće topologije koje je dobijao od čvorova, MUC bi formirao tabelu maršutiranja za svaki čvor, koje je onda slao svim čvorovima. Tada bi komunikacioni čvor na osnovi svoje tabele maršutiranja usmjeravao uspostavljanje virtuelnih kanala. Čim komunikacioni čvor detektuje ispad linije prema nekom od susjednih čvorova, on prelazi na distribuiranu proceduru maršutiranja minimalnog skoka. Kada MUC "sazna" za promjenu u topologiji, sračunavaju se nove tabele za centralizovano adaptivno maršutiranje, koje se šalju svim komunikacionim čvorovima, uz istovremeno izdavanje naloga za prelaz na centralizovanu adaptivnu proceduru.

Treba napomenuti da je u Sarajevu 1987. godine grupa od 30-ak kineskih stručnjaka provela u Sarajevu više od mjesec dana na intenzivnoj obuci (6–7

časova dnevno). Njih su oko sistema Energonet-PS1 obučavali stručnjaci IRIS-a, a o generalnim konceptima mreža računara i digitalnim komunikacijama uopšte predavanja su držali profesori sa fakulteta u Sarajevu, Beogradu i Skoplju. Bio je to izuzetno kvalitetan, vrlo napredan i sveobuhvatan kurs o računarskim mrežama.

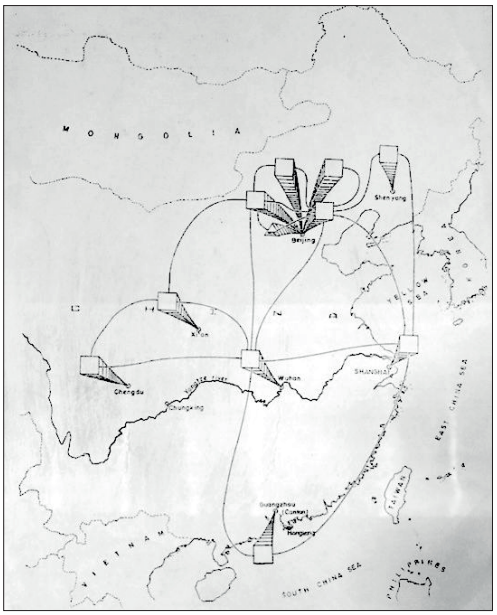
Na platformi u zgradi IRIS-a u Sarajevu u Gundulićevoj ulici je izvršeno testiranje pouzdanosti sistema Energonet-PS1. Program testiranja pouzdanosti su definisali stručnjaci u toj oblasti iz Instituta bezbednosti u Beogradu prema MIL-STD-781C standardu za pouzdanost Departmana za odbranu SAD. Testirala se računarska komunikaciona mreža bazirana na sistemu Energonet-PS1 sa 10 komunikacionih čvorova i redundantnim mrežnim upravljačkim centrom u konfiguraciji i topologiji mreže za Ministarstvo javne bezbjednosti NR Kine. Veći broj korisničkih računara je neprekidno generisao promet paketa, s tim da su se virtuelni kanali periodično uspostavljali i raskidali. Cilj testiranja je bio da se provjeri hipoteza da je srednje vrijeme između ispada (MTBF) u sistemu 144 sata. Definicija ispada je bila bazirana na preporuci CCITT X.140 i bila je veoma rigorozna, tako da se ispadom smatralo čak i neočekivano resetovanje virtuelnog kanala.

Hipoteza za MTBF od 144 sata bila je definisana prema karakteristikama postojećih sistema u svijetu u to vrijeme. Tako je nacionalna X.25 mreža u Francuskoj (TRANSPAC), prema raspoloživim podacima, imala MTBF za virtuelne kanale od 200 sati. Kako su testovi ove vrste veoma skupi i dugotrajni, izabran je testni plan VIIIC, koji je zahtijevao relativno kratko vrijeme trajanja, ali je zato bio sa velikim rizikom donesene odluke o prihvatanju ili odbijanju date hipoteze (short run high risk test). Prema planu VIIIC hipoteza o MTBF od 144 sata se:

- prihvata, ako u periodu testiranja od 123,8 sata nema nijednog relevantnog ispada,
- prihvata, ako u periodu testiranja od 223,2 sata ima samo jedan relevantan ispad,
- prihvata, ako u periodu testiranja od 324,0 sata ima samo dva relevantna ispada,
- odbija, ako u periodu testiranja od 324,0 sata ima tri ili više relevantna ispada.

Sam tok testiranja pouzdanosti sistema Energonet-PS1 je bio interesantan, a za saradnike IRIS-a je bio vrlo dramatičan. Testiranje je počelo 25. marta 1987.

godine u 10:15, a već u 13:57 istog dana događa se relevantan ispad, jer je jedna PUSI-11 ploča prestala da funkcioniše. Nakon zamjene ploče, testiranje je nastavljeno. Onda se 26. marta u toku noći (1:31 i 2:09) događaju po jedan reset na dva virtuelna kanala preko iste komunikacione linije. Tako je u periodu od oko 16 sati mreža imala 3 relevantna ispada, što bi značilo da sistem Energonet-PS1 nema zahtijevanu pouzdanost. Testiranje je ipak nastavljeno sa posebnim nadzorom "inkrimisane" linije, pa su HP analizatori prometa bili postavljeni na oba kraja. U toku sljedećeg dana se (sasvim slučajno) uočava da izuzetno rijetko jedan od ITT modema na liniji unosi smetnje i nakon njegove zamjene nije bilo više reseta na toj liniji. Kako modemi nisu bili dio sistema pod testom, a sve je ukazivalo na to da je taj ITT modem prouzrokovao dva reseta 26. marta, onda su ta dva ispada bila proglašena irelevantnim i nisu se pripisivala sistemu Energonet-PS1. Kako je tako ispad na početku testiranja 25. marta bio jedini relevantan ispad (uz još nekoliko irelevantnih ispada prouzrokovanih strujnim udarima, koje su registrovali linijski detektori prenapona), testiranje je prekinuto 4. aprila 1987. godine u 8:45. Pored zahtijevanih 223,2 sata, testiranje je trajalo nešto duže, da bi se kompenzirala kašnjenja koja su prouzrokovali svi ispadi. Tako je bila potvrđena hipoteza da je 144 sata srednje vrijeme između ispada u sistemu Energonet-PS1.



Slika 19. Topologija mreže za prenos podataka sa komutacijom paketa na bazi sistema Energonet-PS1 Ministarstva javne bezbjednosti NR Kine u martu 1988.

Uspješan test pouzdanosti bio je preduslov da se sistem Energonet-PS1 isporuči u Kinu, da bi onda na platformi u Pekingu kineski stručnjaci izvršili svoje testove funkcionalnosti, prije nego što je sistem prihvatilo Ministarstvo javne bezbjednosti, pa su tek onda komunikacioni čvorovi bili transportovani i instalirani po čitavoj Kini.



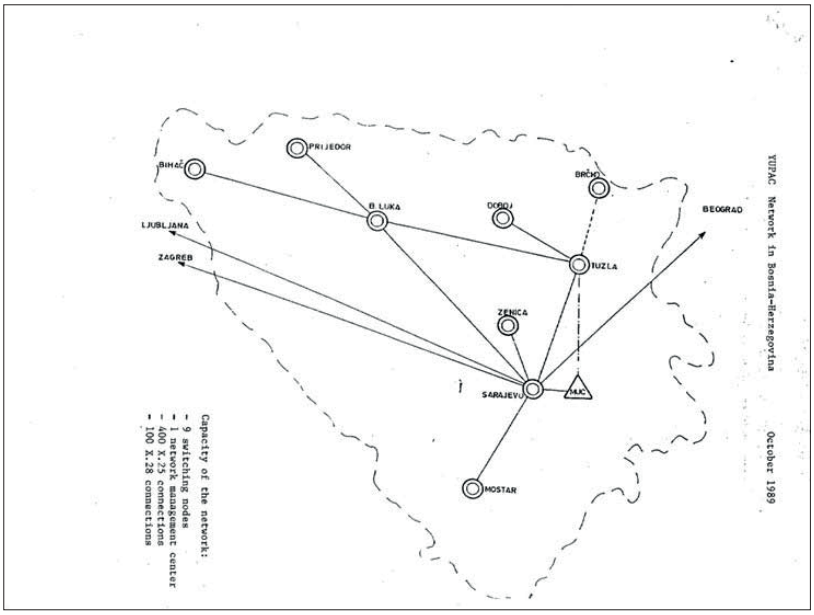
Slika 20. Potpisivanje prijema sistema Energonet-PS1 za mrežu Ministarstva javne bezbjednosti NR Kine, Peking, oktobar 1987. Potpisuju: Dragan Mojsovski, direktor Instituta bezbednosti (pomaže mu Izeta Delić, član tima Energonet-PS1) i Đang, pomoćnik ministra Ministarstva javne bezbjednosti NR Kine. Stoje s lijeva na desno: Gojko Babić, rukovodilac projekta Energonet-PS1, Božo Milojević i Tihomir Aleksić iz Instituta bezbednosti, jugoslovenski ambasador Zvone Dragan, četiri kineska zvaničnika iz Ministarstva javne bezbjednosti NR Kine

Stručnjaci IRIS-a i Instituta bezbednosti su 1988. godine objavili članak na IEEE konferenciji MILCOM'88 Military Communications Conference, San Diego, SAD, sa opisom teoretske podloge i toka testiranja pouzdanosti sistema Energonet-PS1. Interesantno je da ima radova kineskih autora koji se čak na konferencijama u 2013. i 2014. godini referiraju na taj članak. To je čitavih 25 godina nakon objavljivanja našeg rada!!!

Kao ilustracija koliko je značajan za Energoinvest bio projekat Energonet-PS1 može da posluži činjenica da je predsjednik Kosovac par puta omogućio da

stručnjaci IRIS-a avionom Energoinvesta putuju u Beograd na sastanke u Institutu bezbednosti. Piloti su komentarisali da nikada nisu imali tako mlade putnike. Godine 1983. kada je projekat počeo, rukovodilac projekta kao najstariji u timu imao je 35 godina, dok je većina saradnika bila mlađa od 30 godina. Postojala je pogodna avionska veza između Sarajeva i Beograda, i ovo nije bilo potrebno, ali je ta gesta pokazivala koliko se projekat cijeni i da rukovodstvo Energoinvesta i na taj način daje podršku.

Pored mreže Ministarstva javne bezbjednosti NR Kine, druga značajna primjena sistema Energonet-PS1 bila je X.25 javna mreža sa komutacijom paketa Bosne i Hercegovine, takozvani BiHPAC. Svi komunikacioni čvorovi su bili instalirani po čitavoj Bosni i Hercegovini, kao i mrežni upravljački centar u Sarajevu, ali BiHPAK nije zaživio jer je 1992. godine počeo rat.



Slika 21. Topologija YUPAC mreže na bazi sistema Energonet-PS1 na teritoriji Bosne i Hercegovine

5. PROIZVODNI KAPACITETI

Fabrike i pogoni za proizvodnju komponenata i sistema automatskog upravljanja u Energoinvestu bili su, sa izuzetkom tvornice Sigma u Subotici, locirani u Sarajevu. U periodu 1961. do 1992, kao i ostale privredne organizacije, Energoinvestove tvornice u oblasti automatike prolazile su kroz veliki broj transformacija ujedinjenja i razdvajanja, nastajanja novih i gašenja onih koje nisu bile uspješne. Opisati sve te promjene zahtijevalo bi mnogo više prostora pa će u ovom odjeljku biti prikazani samo osnovni procesi i proizvodne organizacije koje su djelovale unutar Sektora za Automatiku.

5.1 Procesna automatika

Prva proizvodnja iz oblasti automatike u Energoinvestu započeta je 1961. god., kada je osnovana Tvornica automatizacije, koja kasnije mijenja naziv u Tvornicu mjerno-regulacione tehnike (MRT). Osnivač i prvi direktor bio je Svetozar Zimonjić. Tvornica MRT počinje proizvodnju prvih regulacionih sistema UR-I i ER-I/II koji su razvijeni u IRCA, s primjenama za automatizaciju tehnoloških procesa u industrijskim postrojenjima u BiH: Željezara Zenica, Željezara Ilijaš, Fabrika Bosanka, Blažuj i dr.

Godine 1971. formiran je Sektor automatike i Tvornica mjerno-regulacione tehnike (MRT) transformisana je u Tvornicu automatike Automatikinvest (direktor Vojislav Vasiljević). Tvornica Automatikinvest imala je dva proizvodna programa – procesna automatika (mjerno-regulacioni sistemi SAUES/SUPS) i upravljanje elektromotornim pogonima (u saradnji sa Alstom Atlantic). Godine 1973. prvi put se postavlja i ostvaruje maloserijska proizvodnja i oba ova programa, u punom asortimanu, proizvode se i isporučuju za automatizaciju velikih industrijskih objekata koji su se u tom periodu gradili u BiH – Tvornica glinice Mostar (1973–1975), energetski kompleks i treća visoka peć u Željezari Zenica (1974–1976), Tvornica glinice Birač Zvornik (1975–1977), TE Kakanj / Blok VI, 110 MW (1976–1977) i drugi. Tokom 1973/74. godine, iz IRCA u tvornicu Automatikinvest prelaze programi sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja i program mjernih sistema, koji su uskoro izdvojeni u zasebne organizacije. Tokom 1979. godine tvornica Automatikinvest je integrisana u IRIS.

Tokom 1977/78. godine Energoinvest je reorganizovan u složenu organizaciju udruženog rada (SOUR). Poslije više od 25 godina rada Emerika Bluma na vođenju i razvoju Energoinvesta, na mjesto predsjednika Poslovnog odbora dolazi Dragutin Braco Kosovac, koga početkom 1989. god. zamjenjuje Božidar Matić.

U tim transformacijama u RO Automatika (direktor Ćamil Zečević) udružuju se: Institut za automatiku IRCA (direktor: dr. Božidar Matić), Institut za računarske i informacione sisteme IRIS (direktor: Marko Zirojević), Tvornica procesne automatike (direktor: Miodrag Belošević, od 1981. godine Špiridon Mustur), tvornica Mjerni sistemi (direktor: Milovan Antonijević), Tvornica sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja (direktor: Fatih Imamović), Tvornica regulacionih armatura i alata (direktor: Ibrahim Slipičević), Fabrika signalizacije SIGMA Subotica i od 1980. godine Energetska elektronika (direktor: Milan Vujović). Svi subjekti iz oblasti automatike postali su tržišno orijentisane organizacije i u tome su bili veoma uspješni.

Tokom osamdesetih godina Energoinvest je postao ubjedljivo najveći proizvođač opreme za automatizaciju u Jugoslaviji, kako po obimu proizvodnje, tako isto i po širini i strukturi proizvodnih programa i tržišnom učešću u zemlji i inostranstvu. Pri tome, dok su ostali proizvođači sredstava za automatizaciju i upravljanje formirali svoju proizvodnju na bazi strane tehnologije i licenci, Energoinvest je svoju proizvodnju automatike bazirao na vlastitom razvoju i rezultatima vlastitog naučnoistraživačkog rada. To je omogućilo da u ovom periodu Energoinvest u oblasti automatike, pored sve snažnijeg izvoza proizvoda, ostvari i prenos *know-howa* u druge zemlje svijeta – prodaja licence u SAD (MONITOR Port Sanilac: Rezonatni signalizator nivoa RES) i formiranje zajedničkih proizvodnih kompanija u SSSR-u (ENHA Belgorod: Turbinska mjerila protoka), Kubi (EDAI Santa Clara: mjerno-regulacioni sistem SUPS 200) i Kini (BAOSAR ENERGO Baoji: transmiteri PEM i DEM 300).

5.1.1 Proizvodnja upravljačko-regulacionih sistema

Razvojni put proizvodnje aparata i sistema procesne automatike tijesno je vezan za razvoj tih sistema u IRCA.

Proizvodnja prvih uređaja sistema UR-I i ER-I/II i njihovo instaliranje u industrijskim postrojenjima u BiH: Željezara Zenica, Željezara Ilijaš, Fabrika Bosanka Blažuj i dr. počinje u Tvornici mjerno-regulacione tehnike (MRT)

ranih 60-ih. Početkom 70-ih MRT se transformiše u Tvornicu automatike Automatikinvest iz koje se krajem 70-ih izdvaja Tvornica procesne automatike (TPA). Sredinom 80-ih iz TPA se izdvaja proizvodnja izvršnih organa i TPA mijenja naziv u Procesna automatika, koja nastavlja proizvodnju procesnih mjernih uređaja, upravljačko-regulacionih sistema i inžinjering. Usljed ratnih djelovanja početkom aprila 1992. godine Procesna automatika praktično prestaje sa radom i time se završava proizvodnja mjerno-regulacione opreme u Energoinvestu.

Sistemi ER-I i UR-I. Poslije završetka razvoja u IRCA, proizvodnja prvog elektronskog regulacionog sistema ER-I i autonomnog uljnog regulacionog sistema UR-I postupno se od 1965. god prenosi i osvaja u Tvornicu MRT na Stupu. To je bio pionirski napor u uspostavljanju industrijske proizvodnje mjerno-regulacione opreme, ne samo u Sarajevu u BiH već i šire, s puno problema i iskušenja, ali istovremeno i doba učenja.

Sistem SAUES je svoje dokazivanje prošao na objektu Glinice Mostar. To je bio test za sve učesnike: razvoj, proizvodnju i inžinjering. Prihvatanje sistema SAUES za ugradnju u Glinicu Mostar bio je prvi dokaz postignutog nivoa i ohrabrenje svim učesnicima. Rad na projektu sistema upravljanja za Glinicu Mostar pored proizvodnje donio je i niz novih aktivnosti od kojih je tzv. "sistemska kontrola" – provjera funkcionisanja sistema u cjelini u tvornici prije isporuke na objekat možda izgledala suvišna, ali je pokazala težnju svih učesnika da uspješno realizuju tako važan objekat.

Sistem SUPS postao je sinonim za Energoinvestovu procesnu automatiku. U proizvodnji je ostao sa tri generacijske modifikacije i dogradnje (SUPS 100, SUPS 200 i SUPS 300) preko dvadeset godina. Uspješno je implementiran, u cjelini ili djelimično, u najvećem broju termoenergetskih i drugih procesnih industrijskih objekata u BiH i bivšoj Jugoslaviji, a predstavljao je i značajni izvozni proizvod, posebno na tržištu Kube.

SUPS 100 proizvodno je osvojen u periodu 1970. do 1973. godine. U sastavu sistema SUPS 100 nalazilo se 38 jedinica (modula), svrstanih u tri funkcionalne grupe: mjerenja i obrada informacija, upravljačko-regulacioni moduli i izvršni organi. Proizvodnja sistema SUPS organizovana je po granama, u tri različita proizvodna odjeljenja.

SUPS 200 predstavljala je djelimično proširenje generacije SUPS 100 i uvedena je u proizvodnju u periodu 1976. do 1978. godine. Ključna

novorazvijena jedinica bio je temperaturni mjerni pretvarač TEM 200, sa ulazom za senzor temperature (termolemenat ili termootpor) i izlaznim standardnim strujnim signalom 4–20 mA.

SUPS 300 je uveden u proizvodnju 1981–1982. godine i generalno je primijenjen prilikom izgradnje novih blokova 300 MW sa tehnologijom SSSR-a u TE Gacko i TE Ugljevik. Ključna nova jedinica bio je koračni regulator REK 300, koji je omogućio obavljanje koračne regulacije (*three-point step control*) za vođenje elektromotornih pogona na izvršnim organima proizvedenim u SSSR-u. Umjesto do tada korištenog nestandardnog pakovanja sistemskih modula u ormare i rekove širine 19", prešlo se na korištenje modula 3U Rack prema DIN standardu.

SUPS 400 je posljednja Energoinvestova generacija analognih regulacionih sistema i uvedena je u proizvodnju tokom 1986. i 1987. godine. U okviru ove generacije razvijen je i modul DRM-400 u saradnji sa francuskom firmom Alsthom Atlantique i programabilni logičko-kontrolni podsistem SUPS 400D. Sistem SUPS 400 uspješno je primijenjen na bloku 230 MW u TE Kakanj.

Iako razvijeni u IRCA i pripremljeni za serijsku proizvodnju sredinom 80-ih, digitalni sistemi nisu u potpunosti uvedeni u serijsku proizvodnju.

ASRU 8 – monoprocesorski modul za konfigurisanje do osam regulaciono-upravljačkih kontura s različitim regulacionim strukturama (jednostruka feedback, kaskadna, regulacija odnosa, feedforward itd.).

ANSRU 90 – multiprocesorski sistem upravljanja, nadzora i vođenja tehnoloških procesa pripremljen je za ugradnju u Rafineriji Bosanski Brod i na kotlovskom postrojenju bloka V u TE Kakanj. Nažalost, zbog početka ratnih djelovanja aktivnosti su prekinute i ovaj veoma značajan i ambiciozan projekat nikada doživio serijsku proizvodnju.

5.1.2 Proizvodnja mjernih pretvarača

Mjerni pretvarači apsolutnog i relativnog pritiska PEM 100 i diferencijalnog pritiska DEM 100 bili su bazirani na mjernoj metodi *force balance*. Prof. Draško Suvajđić izvršio je 1975–1976. godine razvoj nove konstrukcije transmitera diferencijalnog pritiska tipa DEM 200 koji je imao povećan opseg statičkog pritiska do 250 bar, što je omogućilo širu primjenu ovih transmitera i u termoenergetskim blokovima. Godine 1975. osvojena je vlastita

proizvodnja mjernih komora za transmitere malog diferencijalnog pritiska DEM 106, kojima se veoma uspješno vršilo mjerenje minimalnih opsega +/- 1 mbar, zbog čega je DEM 106 do kraja zadržan u proizvodnji. Klasa tačnosti transmitera tipa PEM 100 i DEM 200 bila je 0,5, uključujući linearnost, histerezis i ponovljivost.

Po uzoru na konstruktivna rješenja firme Honeywell USA, proizvodnja nove generacije transmitera pritiska PEM 300 i diferencijalnog pritiska DEM 300 započeta je tokom 1982. godine, s mjernim ćelijama bez pokretnih dijelova na bazi piezorezistivnog principa (strain gauge-piezoresistive senzor u obliku Wheaetstoneovog mosta difuziranog u silikonsku dijafragmu). U početku su centralne sekcije s mjernim ćelijama nabavljane od firme Honeywell, a od 1984. godine počinje proizvodnja transmitera generacije 300 sa vlastitim centralnim sekcijama na bazi piezorezistivnih senzora švajcarske firme Keller. Zaključno sa 1985. godinom fabrika je ovladala proizvodnjom membrane. Na taj način Procesna automatika bila je osposobljena za proizvodnju svih dijelova transmitera, osim mjernih senzora. Transmiteri tipa PEM 300 proizvodili su se sa mjernim opsezima -1 ...0 ...1000 bar, a transmiteri tipa DEM 300 sa mjernim opsezima -1 ...0 ...0,1 ...6 bar, za statičke pritiske do 250 i 400 bar. Transmiteri generacije 300 imali su klasu tačnosti 0,3, a na poseban zahtjev 0,1, uključujući linearnost, histerezis i ponovljivost.

Pored transmitera pritiska i diferencijalnog pritiska proizvodili su se: rezonantni signalizatori nivoa RES; tenzometrijski transmiteri sile DAS 400; P/I pretvarači standardnog pneumatskog signala 0–2 bar u standardni električni signal 4–20 mA; utične i komorne mjerne blende; mjerne prigušnice na bazi venturi cijevi i kanala; mjerni pribor (odmuljne i kondezacione posude, nosači transmitera, priključni manifold blokovi).

5.1.3 Proizvodnja izvršnih organa

EHS – elektrohidraulični servomotori razvijeni su u IRCA u okviru regulaciono-upravljačkih sistema ER-II i SAUES, a u okviru sistema SUPS izvršena je njihova dopuna i konstruktivna dogradnja. Formirana je kompletna nomenklatura linearnih i ugaonih elektrohidrauličkih servomotora (EHS), sa linearnim izlazom 500 ...1000 kp i ugaonim izlazom od 25 ...50 kpm. Razvijeni su i posebni sigurnosni podtipovi sa hidropneumatskim i opružnim akumulatorom energije, koji su obezbjeđivali funkcionalnost sistema u havarijskim uslovima i u slučaju nestanka el. napajanja. Proizvodnja

elektrohidrauličnih servomotora i pogona započeta je 1970. godine, prve isporuke su bile za izgradnju Tvornica glinica Mostar i Zvornik, TE Kakanj i Tuzla, a potom za veliki broj termoenergetskih, metalurških, prehrambenih i drugih industrijskih postrojenja širom Jugoslavije. Elektrohidraulični servomotori EHS bili su izuzetno uspješan proizvod, koji se u eksploataciji pokazao kao visoko pouzdan, sa višedecenijskim radnim vijekom u najtežim pogonskim uslovima.

PPS i EPS – pneumatski i elektropneumatski membranski servomotori razvijeni su u IRCA u okviru sistema SUPS i kasnije su konstruktivno inovirani u Procesnoj automatici. Servomotori i pogoni izrađivani su sa membranama veličine 300 i 620 mm, sa linearnim hodovima 25 ...80 mm i silama na izlaznom vretenu od 300 ...700 kp, odnosno 1.500 ...9.300 N. Ovi aktuatori rađeni su u standardnoj izvedbi i izvedbi za eksploziono opasne sredine. Program pneumatskih i elektropneumatskih servomotora i pogona bio je potreban za ulazak procesne automatike u naftnu, gasnu, petrohemijsku i hemijsku industriju, a uspješno je korišten i u različitim postrojenjima prehrambene, namjenske i drugih industrija.

EMS – elektromehanički servomotori za kontinualno upravljanje sa linearnim i ugaonim kretanjem izlaznog vratila, na bazi tehnika upravljanja asinhronim motorima, počeli su se proizvoditi u IRCA krajem sedamdesetih godina. Od 1983. godine u Procesnoj automatici pristupilo se osvajanju proizvodnje i u naredne dvije godine izvršena je nabavka potrebnih dodatnih mašina mehaničke obrade metala, posebno za izradu zupčastih elemenata. Tokom 1985. godine u Procesnoj automatici napravljena je prva probna serija elektromehaničkih servomotora, ali je ubrzo poslije toga dalja proizvodnja zajedno sa pripadajućim dijelom mašinskog parka prenesena u Tvornicu motornih pogona. U cilju objedinjavanja i jačanja programa armatura u Energoinvestu, 1986. godine na inicijativu Poslovodnog odbora proizvodni programi elektrohidrauličnih servomotora (EHS), pneumatskih i elektropneumatskih servomotora (PPS i EPS) i elektromehaničkih servomotora (EMS) izdvojeni su iz RO Procesna automatika i preneseni u RO Armatura, OOUR Tvornica motornih pogona.

5.1.4 Plasman uređaja i sistema procesne automatike

U periodu postojanja Sektora automatike (1971–1977), plasman mjerno-regulacione opreme odvijao se preko projekata koje je vodio Automating, kao centralizovani sektorski inženjering. Tada je ostvarena primjena i plasman

kompletnog asortimana sistema SAUES/SUPS u krupnim industrijskim objektima koji su se u tom periodu gradili u BiH – Tvornica glinice Mostar i Birač, Energana, energetski kompleks i treća visoka peć u Željezari Zenica, TE Kakanj / Blok VI, što je za posljedicu imalo dobru i kontinuiranu uposlenost tadašnje proizvodnje.

Reorganizacijom Energoinvesta (1977–1978) Automating postaje dio Energoinženjeringa i usmjerava svoje djelovanje na realizaciju velikih projekata koje Energoinženjering ugovara i vodi. To su, prije svega, bili veliki investicioni projekti u izgradnji termoelektrana Gacko, Ugljevik, novog bloka u TE Kakanj, fabrike šećera Bijeljina, fabrike ulja Brčko i grandioznog projekta velike vještačke rijeke u Libiji.

Poslije 1981. god. u plasman Procesne automatike uključuje se i inženjering Petrolinvest, zajednička firma Energoinvesta i francuskog Technipa, koji počinje da u svoje projekte uključuje Energoinvestovu mjerno-regulacionu opremu. To je bilo veoma značajno, ne samo zbog novih narudžbi za proizvodnju već i zbog ulaska sistema SUPS, na kvalitetan način, u oblast naftne, gasne i petrohemijske industrije. Preko Petrolinvesta ostvaruju se isporuke Procesne automatike za rekonstrukciju i modernizaciju Rafinerije ulja Modriča, izgradnju nove proizvodne linije u Rafineriji nafte Bosanski Brod, rekonstrukciju i dogradnju Rafinerije gasa Elemir, izgradnju MSK Kikinda, izgradnju postrojenja amonijaka u HIP Azotara Pančevo…

Osnivanje vlastitog fabričkog inženjeringa 1981. godine bila je jedna od ključnih mjera programa za sanaciju i konsolidaciju poslovanja Tvornice procesne automatike, sa opredjeljenjem da fabrika preuzme odgovornost za ostvarenje ukupne prodaje, odnosno obezbjeđenje kontinuirane zaposlenosti vlastite proizvodnje. To daje dobre rezultate i obim narudžbi svake godine raste, tako da se ukupni prihod fabrike, koji je 1981. godine iznosio 2,1 milion dolara, stalno povećava i u periodu 1985–1989. godine dostiže 9 miliona dolara godišnje. Tokom osamdesetih godina RO Procesna automatika je bila najveći i najkompletniji proizvođač mjerno-regulacione opreme u Jugoslaviji.

Od 1981. godine Procesna automatika počinje da plasman proizvoda i usluga ostvaruje i na inostranim tržištima, obim izvoza svake godine raste i 1985. god. fabrika ostvaruje status pretežno izvozne proizvodne organizacije, što, pored obezbijeđenog značajnog obima proizvodnje, omogućava i punu pokrivenost uvoza izvozom i bolji i povoljniji pristup bankarskim obrtnim sredstvima i povoljnim kreditima za investiciono opremanje proizvodnje.

Najveći plasman u izvozu Procesna automatika je ostvarila na kubanskom tržištu, prije svega za potrebe šećerne industrije, gdje je u periodu 1982–1988. god. sa Energoinvestovim mjerno-regulacionim sistemom SUPS 200 i 300 izvršena potpuna ili djelimična reinstrumentalizacija 245 šećerana na Kubi, plus dvije šećerane koje je Kuba izgradila u Nikaragvi i Angoli. Izvršene su i isporuke za obnovu instrumentalizacije u dvije fabrike sokova i jednom postrojenju u Rafineriji nafte u Havani. Izvoz na Kubu ostvarivan je u iznosima 1,7–4,6 milion dolara godišnje, što je u tom periodu predstavljalo 36–49% ukupnog godišnjeg prihoda fabrike. Kao rezultat tog plasmana zaključen je Sporazum o dugoročnoj poslovno-tehničkoj saradnji i strateškom partnerstvu sa EDAI – preduzeće u okviru Ministarstva šećerne industrije, zaduženo za održavanje opreme za mjerenje, regulaciju i upravljanje u svim šećeranama na Kubi.

Tokom osamdesetih Procesna automatika ostvarila je višegodišnji direktan izvoz i na tržištima Čehoslovačke (prehrambena industrija, kotlogradnja), Pakistana (mjerni uređaji za nuklearnu elektranu Ujung Pandang) i Albanije (fabrika ulja Albasan). Indirektni izvoz ostvaren je preko Energoinženjeringa u Indoneziju (izgradnja TE Medan I i II na Sumatri), kroz isporuke RO Mjerni sistemi u SSSR (transmiteri), kroz projekte Petrolinvesta u Libiji, Alžiru i Siriji (transmiteri, pneumatski servopogoni) i kroz izvozne isporuke kotlogradnje (TPK Zagreb, Đuro Đaković Slavonski Brod, Minel Beograd) i Tvornice procesne opreme Jedinstvo Zagreb.

U Kini je 1990. godine registrovano zajedničko preduzeće, pod imenom BAOSAR ENERGO Baoji (ime je sačinjeno od dijelova imena gradova BAOji i SARajevo). BAOSAR ENERGO je bila jedina proizvodna firma koju je neko preduzeće iz Jugoslavije formiralo u Kini. To je bila odlična ideja i odličan poslovni poduhvat, koji, nažalost, zbog rata i raspada Energoinvesta nije uspio da se do kraja realizuje.

Na idejama, preliminarnoj dokumentaciji i aktivnostima započetim u BAOSAR ENERGO, kineska strana je osnovala vlastitu firmu pod nazivom MICRO SENSOR i samostalno nastavila u formiranju i osvajanju proizvodnje transmitera, a kasnije i senzora. Danas je MICRO SENSOR Co Baoji kineski lider u proizvodnji senzora i transmitera pritiska i diferencijalnog pritiska, sa veoma širokim i naprednim asortimanom proizvoda, sa kojima uspješno i konkurentno nastupa širom svijeta.

5.2 Tvornica Mjerni sistemi (MS)

Formiranje tvornice Mjerni sistemi je jedan tipičan primjer proširenja djelovanja u oblasti automatike koji je započinjao razvojem u IRCA, inkubacijom u saradnji s postojećim proizvodnim organizacijama i na kraju samostalnim nastupom na tržištu.

1970: IRCA-IRO 2, realizacija prvih prototipova turbinskih mjerača protoka kao rezultat istraživačko-razvojnih aktivnosti IRCA u ovom području. Nosioci istraživanja: Petar Kesić, šef IRO 2, Milovan Antonijević – razvoj turbinskih mjerača protoka i Radomir Marinković – razvoj elektronike za turbinske mjerače protoka.

1973: Tvornica automatike Automatikinvest, formiranje tima za proizvodnju, plasman i dalji razvoj turbinskih mjerača protoka, od kadrova iz IRCA i Automatikinvesta, moderator i rukovodilac tima Milovan Antonijević.

1978: Osnovana tvornica Mjerni sistemi Lukavica, tvornica za proizvodnju, plasman i dalji razvoj u području sistema mjerenja i upravljanja protokom i nivoom tečnih i gasovitih fluida za obračunske svrhe. Direktori: Milovan Antonijević 1974–1985, Ilija Šujica 1985–1989, Asad Rašidagić 1989, Špiridon Mustur 1989–1992.

1980: Kao rezultat sopstvenog razvoja, osvajanje proizvodnje i plasman na tržište: - Mjernih stanica za naftovode, gasovode, prijem i otpremu nafte i tečnih derivata brodovima, željeznicom i autocisternama, - Mobilnih i statičkih pruvera – automatizovanih postrojenja za baždarenje mjerača protoka u radnim uslovima bez zaustavljanja rada naftovoda.



Slika 22.1. Mobilni pruver



Slika 22.2. Statički pruver 40 inča

1983: Organizovanje Radne organizacije Mjerni sistemi sa djelatnošću: razvoj, inženjering i proizvodnja mjernih uređaja i sistema, u sastavu Energoinvest – Poslovne zajednice za automatiku, informatiku i telekomunikacije.

1984: Osnivanje zajedničkog preduzeća ENHA, Energoinvesta sa firmom HimAutomatik – SSSR, u gradu Belgorod, za proizvodnju turbinskih mjerača protoka i mjernih stanica. Tehnički direktor u zajedničkom preduzeću bio je Vojislav Vasilijević (preminuo u Belgorodu 1988. godine), a zatim je do 1992. godine tehnički direktor bio Pilav Irvin. Kompanija ENHA Belgorod i danas radi, proizvodi turbinska i ultrazvučna mjerila protoka i posjeduje akreditovanu laboratoriju za kalibraciju i ovjeru mjerila.

1985–1989: Zastupnik Energoinvesta u upravnom odboru Energomexa – zajedničke firme Energoinvesta u Meksiku – bio je Milovan Antonijević. Kroz Energomex, Energoinvest je nastupao na tržištima Meksika i Južne Amerike.

1985: IRCA, nastavak istraživanja i razvoja u području mjerača protoka:
- Istraživanja u području mjerača protoka bez pokretnih elemenata (vrtložnih mjerača protoka), nosilac istraživanja Petar Kesić.
- Razvoj mjerača protoka za avione Galeb i Jastreb, nosioci istraživanja Faruk Sijerčić i Duško Milivojević.

1989: Zbog akumuliranih gubitaka u periodu privredne krize, pokrenut je stečajni postupak RO Mjerni sistemi, prinudni upravnik: Špiridon Mustur. Stečajnim postupkom sačuvan je proizvodni program i proizvodno-poslovna imovina RO Mjerni sistemi na lokaciji Lukavica. Akumulirani gubici su namireni prodajom dijela poslovnog prostora u zgradi Elektrotehničkog fakulteta u Lukavici u vlasništvu RO Mjerni sistemi, i dijela vlasništva u ENHA u Belgorodu, koji je ustupljen Energopetrolu i Tvornici glinice Birač.

1991: Provedenim stečajem ugašena je RO Mjerni sistemi, a formirana DOO Energoinstrumenti u vlasništvu Energoinvesta, sa istim proizvodno-poslovnim programom RO Mjerni sistemi (direktor Špiridon Mustur).

Proizvodni program RO Mjerni sistemi bio je prioritetno namijenjen za vršenje obračunskih mjerenja, za komercijalne i fiskalne potrebe prilikom prometa tečnih i gasovitih fluida (nafta, derivati nafte, gas, hemijske tečnosti i dr.). Mjerila i mjerni sistemi za ove namjene izrađivani su u skladu sa međunarodnim tehničkim standardima (API, OIML) i metrološkim propisima zemalja u kojima su primjenjivani (SFRJ, SSSR), morali su posjedovati odobrenja

tipa mjerila / mjernog sistema izdatog od nacionalne metrološke institucije (Savezni zavod za mjere i dragocjene metale, GOST Agencija za tehničku regulativu i metrologiju) i prilikom prve ugradnje i periodično svake godine bili su metrološki provjeravani i odobravani od strane ovih institucija.

Prvi veliki projekat (1976–1979) na kome su Mjerni sistemi isporučili sisteme za obračunska mjerenja bila je izgradnja Jugoslovenskog naftovoda (YUNAF), danas Jadranski naftovod (JANAF), za koji su, u saradnji sa francuskim TRAPIL, isporučili, metrološki ovjerili i pustili u rad:

- Tank Management sisteme u brodskom terminalu Omišalj i izlaznim rafinerijskim terminalima Sisak, Lendava, Bosanski Brod, Novi Sad i Pančevo;
- Custody Transfer mjerne stanice na ulazu u naftovod u Omišlju i izlazima iz naftovoda u Sisku, Virju, Lendavi, Bosanskom Brodu, Novom Sadu i Pančevu;
- Stacionarni pruver u naftnom terminalu Sisak.

Poslije realizacije ovog projekta, Mjerni sistemi postaju glavni isporučilac i jedini domaći proizvođač obračunskih mjernih sistema za opremanje skladišta naftnih derivata koje je Savezna direkcija za materijalne rezerve tada gradila ili modernizovala u zajednici s republičkim i pokrajinskim naftnim distributerima: INA Hrvatska, Jugopetrol Srbija, Petrol Slovenija, Naftagas Vojvodina, Jugopetrol Crna Gora i Makpetrol Makedonija. Za veliki broj ovih petrol skladišta Mjerni sistemi su isporučili, metrološki ovjerili i pustili u rad:

- Tank Management sisteme za crne i bijele produkte i tečni naftni gas;
- Custody Transfer mjerne skidove za komercijalni prijem i otpremu nafte, derivata i tečnog naftnog gasa željezničkim i kamionskim cisternama i brodovima.

Istovremeno, uslijedile su isporuke mjernih uređaja i sistema za potrebe rafinerijskih i petrohemijskih postrojenja u izgradnji ili rekonstrukciji: rafinerije nafte Pančevo, Novi Sad, Skoplje, Bosanski Brod, Sisak i Rijeka, rafinerija ulja Modriča, petrohemijski kompleksi u Pančevu, Kutini, Elemiru, Prahovu i dr.

U ovom periodu Mjerni sistemi su bili i glavni domaći proizvođač kalorimetara za obračunsko mjerenje potrošnje toplotne energije u stanovima, poslovnim prostorima i podstanicama. Izvršeno je opremanje sistema daljinskog grijanja

u Sarajevu, Banja Luci, Ljubljani, Skoplju, Novom Sadu, Beogradu i drugim gradovima bivše Jugoslavije.

Početkom osamdesetih godina, rukovodstvo RO Mjerni sistemi, pod vodstvom Milovana Antonijevića, krenulo je u obradu tržišta Sovjetskog Saveza, koje je imalo velike potrebe za savremenom obračunskom mjernom opremom. Uspostavljeni su odlični odnosi sa Ministarstvom nafte SSSR-a i poslije probnih isporuka uslijedili su veliki godišnji komercijalni ugovori i potom zaključenje sporazuma o dugoročnoj poslovnoj saradnji.

Za potrebe Ministarstva nafte SSSR-a, Mjerni sistemi su, između ostalog, namjenski konstruisali, proizveli, isporučili, metrološki ovjerili i pustili u pogon:

- 63 stacionarnih i mobilnih pruvera, od 16" do 40", od kojih je jedan proslijeđen za Kubu;
- približno isti broj mjernih stanica za naftovode širom SSSR-a.

U Sovjetskom Savezu ostvarene su isporuke i za druge kupce, od čega je važno istaći:

- obračunske mjerne stanice za produktovod tečnih goriva za grad Moskvu;
- nivometare za petrohemijski kombinat u Toboljsku.

Preko Petrolinvesta izvršeno je opremanje Tank Management sistemima skladišta nafte i naftnih derivata u Alžiru.

Proizvodni program RO Mjerni sistemi bio je jedinstven u čitavoj bivšoj Jugoslaviji i poslije rata niko u BiH i regionu nije uspio da obnovi ili formira sličnu proizvodnju.

O naprednosti i potrebama za ovakvim programom govori i činjenica da je poslije stečajnog gašenja RO Mjerni sistemi, u uslovima jake ekonomske krize u Jugoslaviji i SSSR-u, novoosnovano preduzeće Energoinstrument d.o.o. uspjelo da u kratkom periodu ugovori sa direktnim korisnicima u Rusiji, Ukrajini i Crnoj Gori značajan obim poslova, čija je realizacija nažalost prekinuta izbijanjem rata 1992. god.:

- isporuku Custody Transfer sistema za brodsko pretakalište Rafinerije nafte Kiriši, Lenjingradska oblast, Rusija;
- izradu tehničko-projektne dokumentacije za modernizaciju sistema mjerenja i upravljanja u naftnom terminalu Odesa, Ukrajina;

- isporuku Tank Management sistema za park rezervoara u skladištu nafte i naftnih derivata u luci Bar, Crna Gora.

5.3 Tvornica sekundarne opreme (TSO)

Tvornica sekundarne opreme (TSO) u svom je proizvodnom programu imala sisteme mjerenja, zaštite i upravljanja elektroenergetskim postrojenjima kao i ostale opreme složenih industrijskih upravljačkih komandnih sala.

Sistemi statičke relejne zaštite proizvođeni su u dvije izvedbe, kao samostalni uređaji u kutijnoj izvedbi ili kao sistemski moduli koji su mogli biti komponovani u složene funkcionalne sisteme zaštite elektroenergetskih postrojenja (transformatorske stanice, rasklopna postrojenja, elektrane i industrijska energetska postrojenja). Sve komponente sistema su bile kompatibilne sa sistemima relejne zaštite koje je proizvodio Siemens, što je dozvoljavalo kombinovanje komponenata koje su proizvodili Energoinvest i Siemens u jedinstven sistem uz zadržavanje garancija originalnih proizvođača.

Zaštita prenosne elektroenergetske mreže zasnovana je na sistemu statičkih releja koji su omogućavali ukupno nadgledanje i lokalizaciju u zaštitu u slučaju akcidentnih stanja u prenosnoj mreži kombinacijom distantne zaštite, zaštite od kratkog spoja, prekoračenja maksimalno dozvoljene struje, termičke zaštite i ostalih funkcija potrebnih za automatsko nadgledanje i zaštitu prenosne elektroenergetske mreže.

Ostale funkcije zaštite: sistemi diferencijalne zaštite, sistemi upravljanja paralelnim radom transformatora, specifični sistemi mjerenja, releji zemnog spoja, frekventna zaštita, nadgledanje toka energije, nadgledanje asimetrije i druge funkcije zaštite i upravljanja tokom električne energije i elektroenergetskim postrojenjima.

Sistemi mjerenja i indikacije: mjerenja struje, napona i snaga jednosmjernih i naizmjeničnih sistema te indikacija i zapis informacija.

5.4 Industrijska automatika

Proizvodnja uređaja i sistema energetske elektronike počela je u IRCA, da bi narastanjem 1980. godine dovela do formiranja inžinjersko-proizvodne organizacije Energetska elektronika kao dijela Sektora automatike u

Izet Benca je bio Tehnički direktor Energetske elektronike (1985–1989), a kasnije Industrijske automatike.

Boris Žarković je vodio prve projekte punjača akumulatorskih baterija, a kasnije sisteme besprekidnih napajanja.

Mustafa Vatrenjak je vodio razvoj i proizvodnju pretvarača za primjene u elektrotermiji.

Fuad Mehmedović je vodio razvoj upravljanja elektromotornim pogonima.

Nebojša Marjanović je radio na sistemima napajanja, a od 1985. je bio direktor Energetske elektronike.

Dejan Grubić se bavio razvojem sistema energetskih napajanja.

Energoinvestu. U periodu 1980–1985. godine Energetska elektronika je od proizvodnje pretvarača i sistema za napajanje uspjela da proširi djelatnost na druge oblasti industrijske elektronike tako da je 1985. godine izvršena podjela na dvije organizacije: ENEL – proizvodnju sistema napajanja i Industrijsku automatiku – proizvodnju i inžinjering upravljanja industrijskim procesima. Takva organizacija je zadržana sve do 1992. godine.

Industrijska automatika je 1988. promijenila i ime u Industrijske tehnologije – INTEH. Cilj reorganizacije je bio da se osim sistema automatizacije projektuju i cijele tehnološke linije angažovanjem Energoinvestovih fabrika mašinske opreme.

Znanja stečena u oblasti energetske elektronike i industrijske automatike su uspješno primijenjena u oblasti elektrotermije i industrijskog zavarivanja. Prvi put u SFRJ uspostavljena su na bazi domaćih rješenja proizvodnja postrojenja za srednjefrekventno indukciono topljenje i termičku obradu kao i zavarivanje elektronskim snopom.

5.5 Tvornica alata

Energoinvest tvornica alata Stup formirana je u prvim godinama uspostavljanja Energoinvesta kao tvornica za proizvodnju alata za potrebe Energoinvesta i drugih privrednih subjekata u Bosni i Hercegovini i Jugoslaviji. Pored klasičnih mašina za mašinsku obradu, tvornica je opremljena namjenskim mašinama za tehnologije izrade alata, brusilicama za profilno i ravno brušenje, SIP Hauser obradnim centrom i pećima za termičku obradu na bazi tehnologija dubinskih peći, koje su povremeno korištene i kao laboratorija za vježbe studenata Mašinskog fakulteta u području termičke obrade. Razvojem privrednih subjekata Energoinvesta i okruženja, tvornica vremenom dolazi u krizu sa kontinuitetom proizvodnje i konkurentnošću svog proizvodnog programa. Izlaz je tražen u osvajanju novih proizvoda. Od uključivanja Tvornice u sektor Automatike, prema podacima kojima raspolažemo, direktori Tvornica su bili: Ž. Nikolić, I. Slijepčević, A. Kasumagić, M. Stanišić i B. Okuka.

1971: Oko 1971. Tvornica alata organizaciono se uključuje u Sektor automatike i posluje kao Tvornica regulacionih armatura i alata. Regulacione armature, razvijene u IRCA, kontinuirano su uvođene u proizvodni program Tvornice.

1974: Osvajanje proizvodnje elektrohidrauličnih On-Off pogona i sigurnosnih elektrohidrauličnih pogona sa mehaničkim akumulatorom energije, razvijenih u IRCA. U periodu 1975–1977. tvornica isporučuje seriju ovih pogona za Tvornicu glinice Birač u Zvorniku.



Slika 23. Elektrohidraulični pogoni i servomotori u Tvornici glinice Birač u funkciji i nakon više od 30 godina

1976: Osvajanje proizvodnje reduktora elektomehaničkih ugaonih i linearnih servomotora sa upravljanom asinhronom mašinom, razvijenih u IRCA, i isporuka serije za blok 6 Termoelektrane Kakanj.

1978: Projekat i Investicioni program proširenja i modernizacije proizvodnog programa Tvornice regulacionih armatura i alata. Ovim investicionim programom realizovano je proširenje proizvodnog i poslovnog prostora, a tvornica je podijeljena na tri tehnološko-organizaciona dijela:

- *Tvornicu alata* sa uvođenjem savremenih tehnologija elektroerozione obrade za proizvodnju alata sa CNC erozimatom sa žicom i erozimatom sa elektrodom sa ciljem konkurentne proizvodnje alata

za istiskivanje aluminijskih profila, alata za prese, plastiku i drugih alata. Zbog zahtjeva zaštite okoline, iz proizvodnog procesa isključene su dubinske peći za termičku obradu, a zbog visoke cijene savremenih postrojenja, potrebe tvornice u području termičke obrade orijentisane su na usluge u kooperaciji;

- *Tvornica regulacionih armatura*, čime je kompletiran mašinski park za konkurentnu proizvodnju regulacionih armatura;
- *Tvornica motornih pogona*, gdje su uvedene mašine za ozubljenje, NC strugovi i druge mašine za konkurentnu proizvodnju motornih pogona.

Tokom realizacije ovog investicionog programa, sve tri tvornice, organizaciono su prevedene u Radnu organizaciju armatura, kao sektor koji je bio afirmisan na svjetskom tržištu armatura, a razvojne aktivnosti IRCA, pored razvoja za ove tvornice, proširene su i na razvoj motornih pogona za potrebe armatura iz proizvodnog programa RO Armature.

1980: Oko 1980. Tvornica motornih pogona zaključuje kooperacioni i licencni ugovor sa firmom AEG – EMG, za proizvodnju On-Off elektromehaničkih pogona tipa DA, DB i DC iz proizvodnog programa EMG.

1983: Od 1983. osvajanje proizvodnje elektromehaničkih pogona za zaporne armature u nuklearnim elektranama, razvijenih i atestiranih u IRCA u periodu od 1981. do 1989, prema opštim tehničkim uslovima za pogone u nuklearnim elektranama tipa VVER i RBMK. Pogoni su isporučivani za nuklearne elektrane SEV-a sa armaturama iz proizvodnog programa RO Armature.

Prema informacijama koje su predstavnici RO Armature dobili 2005. godine od direktora jedne od nuklearnih elektrana u kojoj su bili ugrađeni elektromehanički pogoni iz proizvodnog programa Energoinvesta, za 15 godina eksploatacije nije bilo primjedbi ni reklamacija na pogone iz proizvodnog programa Energoinvesta. Međutim, i pored namjere ruskih partnera za nastavak saradnje, u Energoinvestu nisu postojali uslovi za nastavak proizvodnje.

1986: Reorganizacijom u sektoru Automatike, iz Tvornice procesne automatike prenesena je kompletna proizvodnja pogona, tako da je u Tvornici motornih pogona objedinjena proizvodnja pogona i servomotora za regulaciju i upravljanje.

6. INŽINJERING ZA AUTOMATIKU AUTOMATING

Ključni trenutak razvoja inženjeringa automatike u Energoinvestu, je odlučujuća podrška B. Matića, S. Zimonjića, a posebno E. Bluma da se u Glinicu Mostar, u izgradnji početkom 1970-ih, mora ugraditi oprema koju proizvodi ili će proizvesti Energoinvest. Taj zahtjev Energoinvesta je, nakon procjene mogućnosti Energoinvesta u oblasti automatike, prihvaćen od strane projektanta i isporučioca opreme za automatiku Pechiney. To je bila prilika da se na velikom tehnološkom objektu razvije djelatnost inženjeringa automatike, ali i da se ugradi sistem automatskog upravljanja procesima SAUES razvijen i proizveden u Energoinvestu. Istovremeno je pružio priliku da sistem razvijen u Energoinvestu dobije ocjene renomirane inžinjering kompanije kao što je Pechiney. Ta ocjena, koja je došla na kraju prvog desetljeća od početka djelovanja Energoinvesta u oblasti automatike, pokazala je ispravnost i strukturnu kompletnost planova razvoja koje je S. Zimonjić postavio. Rad na projektu automatizacije Tvornice Aluminija u Mostaru podstakao je niz djelatnosti u razvoju, proizvodnji i konačno inžinjeringu, što je rezultiralo uspješnim završetkom projekta. Razvijeni su novi uređaji, ali su istovremeno razvijene metode formalizovanog projektovanja sistema automatskog upravljanja, metode kontrole uređaja i cjelokupnog objekta. Interesantno je da je grupa studenata ETF Sarajevo radila diplomske radove na kontroli cjelokupnog sistema upravljanja prije njegove isporuke na objekat.

Inžinjering sistema automatskog upravljanja kompleksna je djelatnost i zahtijeva širok opseg djelovanja i detaljno poznavanje tehnoloških osnova objekta upravljanja, ali i operativnog vođenja objekta radi prikaza potrebnog skupa informacija i komandi koje su bile na raspolaganju operatoru. Odatle je obrazovanje inženjera koji su radili u projektovanju sistema automatskog upravljanja trebalo da pruži osnove koje bi omogućile interakciju sa širokim spektrom drugih specijalnosti. Rast projektnih djelatnosti od ranih 70-ih u Automatingu bio je tijesno povezan sa razvojem energetike u BiH. Energoinvest je bio glavna inženjering organizacija u projektovanju, opremanju i izgradnji tih objekata, a Automating je najprije morao da se dokaže kod drugih inženjeringa u Energoinvestu, ali i kod investitora, da je sposoban

da realizuje inženjering automatike na tim objektima. Energoinvest nije bio nosilac tehnologije ili proizvodnje krupne energetske opreme (kotla, turbine i dr.), što je za inženjering automatike predstavljalo dodatnu poteškoću u realizaciji kompletnog inženjeringa automatizacije objekata na baznoj opremi drugih isporučilaca. To je za obrazovanje budućih inžinjera-projektanata predstavljalo dodatne zahtjeve jer su inženjeri automatike morali prvo da, u saradnji sa nosicem tehnološko-energetskog objekta, upoznaju do detalja tehnologiju i zahtjeve upravljanja tim objektom, pa tek onda da pristupe izradi izvedbenog projekta, izboru opreme, nadzoru nad proizvodnjom opreme u fabrikama, nadziranju nad izvođenjem radova na objektu, u skladu sa projektima automatike, i na kraju, detaljnom ispitivanju i, u saradnji sa tehnologom, puštanju postrojenja u probni rad i konačno primopredaji sistema upravljanja, nadzora i vođenja objekta investitoru. ETF u Sarajevu predstavljao je osnovni izvor kadrova za Automating. U dva navrata, radi popune kadra, Automating je primio sve diplomirane inženjere sa Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu, koji su u toj godini diplomirali.

Prvi objekat na kojem je posebno trebalo da se dokaže da je Automating sposoban da izvede kompletan inženjering bila je toplana / termoelektrana u Željezari Zenica. Nakon više od 40 godina od izgradnje, dva bloka od po 65MW specifične konstrukcije su i 2018. godine još uvijek bili u eksploataciji. Kotlovi se lože sa tri energenta visokopećnim plinom, koksnim plinom, ugljem i mazutom. Kad opterećenje kotla prelazi 75%, mora se smanjivati učešće visokopećnog plina, a povećavati učešće goriva veće kalorične vrijednosti, zbog ograničenja na dimnom traktu kotla. Regulacioni krug loženja bio je veoma kompleksan zbog ovih tehnoloških zahtjeva. Automating i njegovi projektanti su morali dokazati i investitoru i nosiocu osnovne tehnološke opreme da su u stanju riješiti takve složene tehnološke zahtjeve, a time i dokazati da je i sistem SAUES razvijen u IRCA i proizveden u Tvornici automatike (TA) kompletan sa svim neophodnim modulima za rješavanje takvih zahtjeva.

Ovim projektnim rješenjem Automating je stekao povjerenje i kod investitora i kod ostalih inženjeringa u Energoinvestu da može realizovati kompletan inženjering iz oblasti automatike termoenergetskih i tehnoloških postrojenja i procesa. Slijedili su projekti Termoelektrane Kakanj (blok 5), snage 110 MW, Termoelektrane Tuzla (blok 6) snage 220 MW, Termoelektrane Kakanj (blok 6) snage 220 MW. Termoelektrana Gacko sa blokom i Termoelektrana Ugljevik su bila dva specifična objekta, oba snage 300 MW, sa natkritičnim parametrima i bez bojlera, što je predstavljalo poseban izazov. Hidroelek-

trane Grabovica, Salakovac, Mostar i Višegrad, Glinica Zvornik, Šećerana Bijeljina, dva bloka od po 65 MW u Indoneziji (Palembang i Makasar) projektovani su, opremljeni automatikom Energoinvesta i pušteni u rad.

Jugoslovenski naftovod – YUNAF (900 km, od otoka Krka, Siska sa krakom prema Virju za Mađarsku i Češku i prema Bosanskom Brodu, Novom Sadu i završavao je u Pančevu) bio je posebno izazovan projekat za Energoinvest i posebno za Automating. Ovaj projekat je neposredno omogućio da se razvije djelatnost obračunskih mjernih sistema i da se razvije i "stane na noge" tvornica Mjerni sistemi, kao i da IRIS "preživi" prve dvije godine postojanja. Na YUNAF-u je Energoinvestova automatika realizovala tri grupe projekata:

- Tank Management sistemi u skladištima nafte Omišalj, Sisak, Lendava, Bosanski Brod, Novi Sad i Pančevo, zatim mjerne stanice u Omišlju, Sisku, Virju, Lendavi, Bosanskom Brodu, Novom Sadu i Pančevu i na kraju stacionarni pruver u terminalu Sisak (realizaciju je vodila tvornica Mjerni sistemi).
- Sistem centralnog upravljanja u luci Omišalj, sistem daljinskog upravljanja procesom transporta i isporuke nafte duž čitavog naftovoda sa dispečerskim centrom u Sisku i telekomunikacioni sistem naftovoda (u realizaciji učestvovali Automating i IRIS).
- Upravljanje blok ventilima duž dijela trase naftovoda koja je bila u nadležnosti izgradnje Energoinvesta (realizacija Automating).

Na vrhuncu svojih aktivnosti, Automating je imao 165 zaposlenih, od toga 80 diplomiranih elektroinženjera. Automating je 1981–1982. godine nabavio savremene radne stanice za CAD projektovanje (bio je prvi u širem okruženju jugoslovenskih i istočnoevropskih zemalja sa uvođenjem CAD sistema u projektovanje u automatici). Kompletan projekat Termoelektrane Kakanj (blok 6) projektovan je na HP radnim stanicama. Za ilustraciju kompleksnosti, blok 6 je imao 1500 motora i motornih pogona nivoa 0,4 KV, 1200 mjernih tačaka i 120 regulacionih krugova. Kod instaliranja i ožičavanja opreme automatike, ugrađeno je više od 900 km višežilnih kablova i druge instalacione opreme. Projekat je kompletno realiziran u digitalnoj formi te je smanjio papirni nivo izrade projekta za više od 90%. Jedna radna stanica je bila instalirana i na gradilištu da bi se na njoj mogli prikazati svi detalji, posebno kablovski kanali i polaganje kablova.

Termoeletrana Kakanj (blok 6) je u to vrijeme projektovana na najvišem nivou automatike elektrana na ugalj. Automatika cjelokupnog bloka 6 snage

220 MW svedena je na četiri sekvencijalne grupe upravljanja, tako da se kompletan blok pušta u rad, vodi ili zaustavlja sa četiri tastera. Nadređena funkcionalna grupa za elektrane na ugalj projektuje se posebno, s obzirom na to da je elektrana spora u startu i pripremi za priključenje na elektroenergetsku mrežu. Četvrta funkcionalna grupa je projektovana tako da uključi i ovaj nivo, tj. upuštanje turbine i generatora do pune sinhronizacije na elektoenergetsku mrežu. Za ovako visok nivo automatizacije, pored uređaja iz SUPS familije, upotrebljen je i Alsthomov sistem logičko-programskog i sekventnog upravljanja, koji radi na vrlo visokom nivou sigurnosti, u tzv. 2 od 3 modu rada. Kompletan sistem se programirao na specijalnoj programskoj konzoli. Inženjeri Automatinga su u potpunosti savladali rad na ovom sistemu, na veliko iznenađenje Alsthoma, koji je računao na pružanje većeg nivoa i obima inženjerskih usluga u toku projektovanja pomenutog sistema funkcionalnih grupa, a sve se svelo samo na jednu posjetu naših projektanata centrali Alsthoma u Parizu.

Češki proizvođač turbine bio je posebno zadovoljan inovativnim rješenjem upravljanja turbinom. Za svrhu fabričkog ispitivanja pred isporuku, ormar za upravljanje turbinom bio je isporučen u Plzen, za prijemna ispitivanja rada turbine na ispitnom stolu u fabrici.

Nažalost, događaji koji su nakon toga uslijedili raspadom zajedničke države, okončali su i aktivnosti inženjeringa automatike u Automatingu.

7. SJEĆANJA

Ejup Ganić

Sa Božidarom Matićem sam se prvi put susreo u jesen 1982. godine. Ustvari, riječ je bilo o svojevrsnom savjetovanju i razgovoru u Predsjedništvu Bosne i Hercegovine. Bio sam izuzetno impresioniran njegovim tadašnjim izlaganjem, kao jednim od glavnih stratega razvoja Energoinvesta.

Tokom formiranja UNIS instituta, Bosna i Hercegovina je obezbijedila sredstva za značajna istraživanja u nauci, koja su povezivala industriju, univerzitete i institute, a jedan od društvenih ciljeva za koje su bila osigurana izuzetno značajna sredstva za taj period, bila je produktika. Vođen osiguranim sredstvima koja bi u potpunosti pokrila troškove istraživanja, kao i opremu i naknadu za uključene istraživače, UNIS institut na čijem sam čelu tada bio, također je konkurisao. Međutim, vodeći istraživač na projektu morao je biti stručnjak sa jakim referencama, prepoznatljiv po svom naučnom angažmanu u zemlji i šire. Kako je u tom periodu vladala svojevrsna "suša" stručnjaka ovakvog kalibra, predloženo mi je da razgovaram sa dr. Vjekoslavom Damićem, veoma afirmisanim stručnjakom, tada zaposlenim u Institutu IRCA u sklopu Energoinvesta. Jedan od glavnih osnivača tog instituta bio je Božidar Matić. Obavio sam razgovor sa dr. Damićem i ponudili smo mu mnogo bolje uslove u slučaju prelaska u UNIS i preuzimanja ovog projekta. Dr. Damić je bio u dilemi; u privatnom razgovoru natuknuo je da je prof. Matić dijelom zaslužan za njegovu karijeru i omogućio mu je daljnje profesionalno usavršavanje te je oklijevao da, iz moralnih i drugih obaveza prema Matiću i samom Energoinvestu, pređe u UNIS institut. Međutim, na kraju su praktični razlozi prevagnuli i dr. Damić postaje UNIS-ov uposlenik, a sam UNIS će posljedično i dobiti ovaj projekat. U javnosti je ovaj potez otvorio mogućnosti raznolikih interpretacija: pojavilo se pitanje otvorenog sukoba između našeg instituta i mene lično sa prof. Matićem. Govorilo se i da je Braco Kosovac, tadašnji generalni direktor Energoinvesta, bio izuzetno nezadovoljan ovim transferom. Profesor Matić je na tadašnjem zasjedanju Upravnog odbora Energoinvesta uspio obezbijediti povećanje tzv. koeficijenta nadoknade (jednostavnije rečeno, povećanje plate) svim uposlenim istraživačima pod izgovorom da im Ganić iz UNIS instituta uzima najbolje ljude zarad povoljnijih

uslova. Tadašnji poraz se pretvara u uspjeh i svi istraživači u Energoinvestu su bili zadovoljni, primjećujući da se trebalo desiti nešto slično ovom transferu da bi radnici bili bolje plaćeni. Kad sam se nešto kasnije sreo sa profesorom Matićem na nekim od republičkih sastanaka, očekivao sam hladne odnose, u najmanju ruku. Naprotiv, bio je vrlo srdačan prema meni i šalio se da je gubitak Damića pretvorio u dobitnu kombinaciju za povećanje stimulacije istraživačkom kadru Energoinvesta. Također je dodao da, dok god postoji borba za kvalitet, nema prostora za lične animozitete.

Drugi susret sa profesorom Matićem desio se u Beogradu dok je za vrijeme Mikulićeve vlade bio savezni ministar za nauku i tehnologiju. Imao sam zakazan sastanak u Saveznom izvršnom vijeću povodom našeg pokušaja osiguravanja sredstava za nauku od Savezne vlade. Došavši gotovo 15 minuta prije zakazanog termina, čekao sam na prijem skupa sa direktorom Instituta Vinča iz Beograda te Jožom Štefanom iz Ljubljane. Imponovalo mi je da je jedan Bosanac na tako visokoj poziciji te da svoj posao obavlja u stilu vrhunskih menadžera u domenu tehnološkog razvoja. Kasnije sam u njegovom kabinetu spomenuo ovu činjenicu, a on je uzvratio da je Bosna tada bila najuspješnija u razvoju jer je radom UNIS-a, Energoinvesta, UPI-ja, Famosa, Zraka, i drugih firmi nametnut jedan razvojni tempo čija je posljedica Bosanac na poziciji saveznog ministra za nauku i tehnologiju. Sjećam se da je kasnije bilo međusobnih druženja i rasprava o razvoju Jugoslavije u sklopu mogućih pomjeranja na svjetskoj sceni. Od tada smo se periodično viđali.

Treći značajan sastanak desio se 2003. godine, kada sam mu prezentirao elaborat o osnivanju Univerziteta SSST. Počeli smo sa 60 upisanih studenata, kada se pojavio problem prostora za održavanje nastave. Kao predsjednik ANUBiH, on je tada podržao elaborat i predložio da se sala Akademije koristi za predavanja sve dok ne dobijemo adekvatan prostor za daljnji rad. Kako se ova sala tada koristila svega jednom nedjeljno na dva-tri sata, smatrao je Matić da bi bila šteta da prostor zjapi prazan. Također, predložio nam je da razmislimo o rekonstrukciji dijela zgrade Akademije, koji se zvao "Amfiteatar", a koji je dobrim dijelom bio devastiran i urušen usljed ratnih dešavanja. Kako se Univerzitet razvijao, mi smo sanirali i koristili ovu zgradu sve do 2012. godine u punom kapacitetu, do završetka opremanja našeg novog Kampusa na Ilidži. Sjećam se jedne prilike tokom 2012. godine, kada smo konačno uselili u nove prostore; vozio sam se sa profesorom Matićem i prošli smo pored Energoinvestovog kompleksa na Stupu. Na desetine Energoinvestovih instituta bilo je spaljeno, a napuštene ruševine pored puta stajale su

kao sumorni podsjetnik na ovo uništavanje. Njegove oči bile su pune suza gledajući ovaj tužni prizor; tada mi je rekao da je tu ostavio najbolje godine svog života, a oni su to sve spalili i srušili. Konačno, veoma se radovao otvaranju našeg novog kampusa.

Uvijek ću se sjećati Božidara Matića kao veoma uglednog profesora, izuzetnog vizionara i veoma efikasnog menadžera. Njegov doprinos razvoju Bosne i Hercegovine ostavio je neizbrisiv trag koji će, nadam se, utrti put ka revitalizaciji ovakvog naučnog angažmana i uspjeha kakvom sam svojevremeno svjedočio.

Čedomir Milosavljević

DISKRETNI KVAZI-KLIZNI REŽIMI I SARAJEVSKA ŠKOLA AUTOMATIKE

Posvećeno akademiku Božidaru Matiću

Pozdravljajući odluku Odjeljenja tehničkih nauka Akademije nauka Bosne i Hercegovine da jednom monografijom istakne ulogu dva velikana Odjeljenja i bivših predsednika Akademije, profesora S. Zimonjića i profesora B. Matića, kao jedan od doktoranada profesora Matića, ovim prilogom evociram svoje uspomene na dugogodišnje prijateljstvo i saradnju sa njim.

Božu Matića sam upoznao u Moskvi, 1966. godine. Ja sam bio student na Moskovskom energetskom institutu (MEI), na šestoj godini studija automatike i telemehanike, na Fakultetu za automatiku i računarsku (vychisliteljnuju) tehniku (AVTF). Institut MEI je tada imao 16 fakulteta. Svaki fakultet je, u principu, imao svoj dom studenata, u Studentskom gradu, u blizini Instituta. Stanovao sam u domu AVTF-a, u ul. Ljefortovskij val. U domu je bilo studenata iz SSSR-a, iz zemalja Istočnog bloka (Poljske, Bugarske, Rumunije, Istočne Nemačke i dr.) i nas tri Jugoslovena, stipendista Elektronske industrije (EI) iz Niša. Poslediplomci (aspiranti) su imali svoj dom. Na primer, u njemu su, za vreme mog studiranja, u različitim vremenskim intervalima, boravili: Aleksandar Popović iz Sarajeva, Mihajlo Čolović iz Beograda i Petar Kokotović. P. Kokotović je kao profesor ETF-a u Beogradu bio na studijskom boravku u Institutu za automatiku Akademije nauka SSSR. Tada je bila aktuelna teorija osetljivosti koju je ETF u Beogradu (Tomović i Vukobratović) razvijao. Prof. Kokotović je bio blizak sa profesorom Jakovom Zalmanovičem Cipkinom. Prof. Cipkin je mojoj grupi na IV i V godini predavao Teoriju automatskog upravljanja. Jednom je prof. Kokotović pomagao prof. Cipkinu u ispitivanju studenata moje grupe.

Stanovao sam u sobi 532, na petom spratu, sa kolegom iz Niša Hranislavom Mihajlovićem, studentom Računarske tehnike, i još dva ruska studenta: Vladimirom Pantjušinom iz Krasnogorska, na studijama Merne tehnike, i mlađim Jurijem Šćirovim iz Zagorska, na studijama Automatike. Nas četvorica cimera smo veoma dobro živeli. Imali smo svoje kvalitetne radio i TV-prijemnike koje smo nabavili u komisionu. U to vreme to je bio kuriozitet za dom. Našoj družini je pripadao i kolega Živko Tošić, student Računarske tehnike, koji je stanovao dva sprata niže. Često smo imali zajedničke izlete, proslave,

večere... Jednom rečju, veoma kompaktna internacionalna družina, kojoj se priključio i Ljudmil Tošev, student iz Bugarske, kao predsednik inostranih studenata na MEI-u, inače student drugog fakulteta. Kasnije, u našu družinu su se uključile i kolege: Pavle Pavlović iz Beograda, stipendista Nuklearnog instituta Vinča, i Sava Koprivica, stipendista Energoinvesta iz Sarajeva, obojica studenti Fakulteta za termotehniku.

Tu našu internacionalnu družinu su osnažila i dva aspiranta. Naime, u našem domu namenjenom studentima AVTF-a smešteni su i aspiranti: Branislava Draženović i Božidar Matić, istraživači Energoinvesta iz Sarajeva. Bili su na usavršavanju u Institutu za automatiku Akademije nauka SSSR. Ne sećam se kad smo se i kako prvi put sreli i upoznali, ali smo od prvog susreta postali i ostali zauvek prijatelji. Meni je Boža iz tog početnog druženja ostao u sećanju kao čovek posvećen ravnopravnosti i pravičnosti, sa posebnim organizatorskim sposobnostima. Na primer, kada smo spremali zajedničku večeru, a trebalo ju je podeliti na n delova, Boža je bio nezamenljiv u delenju na "ravne časti". Voleo je da nas organizuje na zajedničke izlete, u posete muzejima, na rekreaciju u otvorenom bazenu, zajednički ručak u egzotičnim restoranima. Sećam se zajedničkog ručka u restoranu "Peking" blizu metrostanice "Majakovski". Sretali smo se često i u zajedničkoj prostoriji za rad i učenje u domu, gde sam ja pripremao svoj diplomski rad, a oni su radili na svojim istraživačkim zadacima. U toj družini ja sam bio poznat kao kuvar nacionalnog jela – pasulja. To me je kvalifikovalo da upoznam grupu istraživača sistema upravljanja promenljive strukture (SUPS). Naime, Boža je pozvao u goste, na večeru, ekipu sa prof. Jemeljanovim na čelu. Od Bože kao domaćina – organizatora dobio sam dva zadatka. Prvi: da u free-shop prodavnici "Berjozka", na Kutuzovskom prospektu (bulevaru), nabavim ekskluzivno piće za goste. Naravno, kupovina je išla uz pasoš. Taj zadatak sam uspešno obavio. Sećam se da je pored ostalih pića bio i White horse (prvi put sam se susreo sa njim). Drugi: da za goste pripremim nacionalno jelo. Na svakom spratu doma bila je kuhinja sa šporetom na gas. I taj zadatak sam uspešno obavio. Skuvao sam poveliki lonac našeg nacionalnog jela.

Boža je svoju sobu na sedmom spratu doma oslobodio nameštaja, uneo stolove i stolice. Iz studentske menze je pozajmio pribor za jelo. Boža je pozvao i mene da budem jedan od učesnika na večeri. To je bilo moje prvo poznanstvo sa ekipom profesora Jemeljanova. Večera se odvijala po ruskom običaju sa kružnim zdravicama. Ne pamtim ko je sve iz te ekipe bio na večeri, ali mogu pretpostaviti da su bili svi budući autori knjige publikovane 1970. koja je, u

našem žargonu, zbog boje korica, poznata kao "crna knjiga" (Емельянов, С. В. (ред.): Теория систем с переменной структурой*, »Наука«, 1970).*

S obzirom na to da sam bio na završnoj, šestoj godini studija, letnji semestar je bio posvećen izradi diplomskog rada. Moj diplomski je bio u oblasti istraživanja statičke optimalizacije procesa primenom faktornih eksperimenata na apsorpcionoj koloni sa ispunom. To je bilo u okviru projekta koji je Katedra za automatiku MEI realizovala u kooperaciji sa Moskovskim hemijsko-tehnološkim institutom. Moj rad je bio sa temom: "Razrada algoritma upravljanja složenim hemijskim procesom na bazi njegovog matematičkog modela". Na odbrani diplomskog rada, pred Državnom komisijom kojom je predsedavao profesor A. V. Netušil, šef Katedre za automatiku, bili su prisutni kolege iz naše družine. Naravno, Brana i Boža.

Diplomiranje moje i kolege Mihajlovića smo proslavili u sobi 532, uz prisustvo većine iz naše družine, a gosti su nam bili i rođaci iz Jugoslavije.

U to vreme nisam pretpostavljao, niti sanjao da ću svoju karijeru, stručni i naučni rad vezati za SUPS, i to u klasi profesora Matića i profesorice Draženović. Međutim, logika poznanstva s njima ipak me je dovela u tu oblast.

Posle povratka u domovinu, za vreme služenja vojnog roka i nakon toga bio sam u stalnom kontaktu sa Branom i Božom putem pisama. Po odsluženju vojnog roka, planirao sam ženidbu. S obzirom na to da je moja nevesta bila iz Moskve, koju su poznavali Brana i Boža, i na svoj način nas podržavali, poželeo sam da mi, ako ne oboje, bar jedno od njih bude na venčanju. Njihov dogovor je bio: Boža. Boža je prevalio daleki put: Sarajevo – Beograd – Vladičin Han – Jovac (moje rodno selo, 13 km udaljeno od Vladičinog Hana) i prisustvovao venčanju.

Boži se dopao moj profil školovanja u oblasti automatike. Energoinvest je u toj oblasti tehnike radio i imao jednu od vodećih uloga u Jugoslaviji. Postojala je naša obostrana želja da pređem u Energoinvest sa stalnim radom i dopunskim radom na ETF u Sarajevu. Takav aranžman je i napravljen. Međutim, pošto sam bio vezan desetogodišnjom obavezom rada u EI Niš, zbog stipendije, a Energoinvest nije mogao da preuzme obavezunjenog otkupa, ja nisam imao hrabrosti da ostvarim taj prelazak.

U EI oblast automatskog upravljanja za koju sam se školovao nije bila razvijena. Nije bilo starijih inženjera tog profila sa praksom u toj oblasti. Jedini proizvod koji je izrazito pripadao toj oblasti bio je servostabilizator napona

gradske mreže. Prvi tip ovog uređaja sa elektronskim cevima u upravljačkoj jedinici projektovala je ekipa sa profesorom Dušanom Mitrovićem, osnivačem beogradske škole automatike. Moj prvi zadatak tipa "probnog rada" bio je projektovanje tiristorskog stabilizatora napona jednosmerne struje 12 V, 10 A za napajanje radio primopredajnika za potrebe službe bezbednosti. Taj zadatak sam uradio i publikovao rezultate u internim publikacijama EI i u časopisu Tehnika.

U to vreme, 1971. godine, na Elektronskom fakultetu u Nišu započele su poslediplomske studije mentorskog tipa. Profesori su, uglavnom, bili iz Beograda, sa Elektrotehničkog fakulteta, odnosno beogradskih instituta. Posle položenih ispita, bio je problem izbora teme i mentora za magistarsku tezu. Ja sam se obratio profesoru Miodragu Rakiću za temu. Posle više odlaganja da mi predloži temu, predložio sam da razradim problem dinamičke optimalizacije procesa apsorpcije gasova u apsorberima sa ispunom, kao nastavak istraživanja započetih na diplomskom radu. Tema je prihvaćena, obrađena i teza odbranjena 1975. Naravno, s obzirom na to da sam bio angažovan i kao asistent u dopunskom radnom odnosu na Elektronskom fakultetu u Nišu, želeći da napredujem u nauci, obratio sam se ponovo profesoru Rakiću za temu za doktorske disertacije. Posle više pokušaja da dobijem temu iz oblasti upravljanja asinhronim motorima primenom tiristorskih pretvarača, a smatrao sam je korisnom i za razvoj EI u toj oblasti, nisam uspeo. Ova tema nije bila predmet interesovanja prof. Rakića. On je pokušao da me poveže sa drugim profesorom na ETF u Beogradu. Taj aranžman nije ostvaren. Nakon toga sam odustao od daljeg traženja teme u Beogradu. Još jedan pokušaj da u Nišu realizujem izradu disertacije nije urodio plodom.

Nakon okončanja svojih desetogodišnjih obaveza prema EI, imao sam cilj da pređem na Elektronski fakultet. Oko mog prelaska na fakultet bilo je problema, jer se smatralo da sam "mator" za asistenta, kao inženjer sa desetogodišnjom praksom, tako da pokušaj "preuzimanja" nije uspeo. Godine 1977. prešao sam na rad u Višu školu za obrazovanje radnika u Nišu, u čijem osnivanju sam učestvovao kao član Matične komisije delegiran od EI, a zadužen za elektrostruku. To je bilo prelazno rešenje kao odgovor na nemogućnost "preuzimanja" zbog toga što sam kao "kadar EI" bio sprečen da pređem na fakultet. U međuvremenu, konkurisao sam za asistenta na Elektronskom fakultetu i izabran kao kandidat sa boljim referencama. Godine 1978. prešao sam u stalni radni odnos na Elektronski fakultet kao asistent na Katedri za automatiku i računarsku tehniku, koju je vodio prof. Živko Tošić.

Kolega Živko Tošić je nešto ranije do mog prelaska na Fakultet, u jednom razgovoru sa profesoricom Branom, na konferenciji ETAN, pomenuo moj problem. Ona je obećala da će porazgovarati sa profesorom Matićem, koji je vodio oblast Automatike na ETF u Sarajevu. Nakon toga je dogovoreno da se nađem sa profesorom Matićem i da porazgovaramo o mogućoj temi za doktorski studij. Iskoristio sam povratak sa jednog JUREMA simpozijuma iz Zagreba da se preko Sarajeva vratim u Niš i porazgovaram sa Božom o temi. Otišli smo u restoran "Kula" u blizini ETF-a. Predlog teme mi je Boža izložio u kratkim crtama, crtajući na salveti fazne trajektorije nastajanja kliznog režima sistema drugog reda. Naime, rečeno mi je da su do tada klizni režimi istraživani samo u području analognih sistema, tj. sistema sa neprekidnom obradom informacije. S obzirom na to da započinje era mikroprocesora, potrebno je izučiti probleme realizacije kliznih režima u sistemima sa diskretnom obradom informacija. Za početak me je uputio na "crvenu knjigu", tj. knjigu profesora Jemeljanova (Емельянов, С. В., Системы автоматического управления с переменной структурой*, Наука, 1967). Kao knjigofil, ovu knjigu sam posedovao. Usput me je Boža upitao da li na Fakultetu imamo analogni računar? Pošto je dobio potvrdni odgovor (posedovali smo analogni računar MEDA firme ARITMA iz Praga, u čijoj kupovini sam učestvovao i prošao kurs obuke kod ARITMA-e), savetovao me je da, radi uvida u klizne režime, njihovu realizaciju i dinamiku, simuliram na analognom računaru sistem drugog reda. Osim toga, napomenuo mi je da mi predstoji veoma ozbiljan rad, istakavši da jedan kandidat radi na veoma zahtevnom problemu upravljanja asinhronim motorima primenom kliznih režima, što je prvi put u svetu.*

Po povratku u Niš pristupio sam izučavanju kliznih režima prema datim uputstvima. Naravno, zbog prostorne odvojenosti od mentora, jer nisu bile današnje komunikacijske veze, istraživanje je išlo dosta teško. Neke prva moja sagledavanja sam pripremio u vidu članka koji sam pokazao Boži i Brani na simpozijumu INFOTEH na Jahorini 1978. god. u kome su i oni naznačeni kao autori. Prof. Matić je rekao, parafraziram: nema potrebe da naša imena tu stoje. Nama to ne treba, jer smo mi postigli svoje najviše kvalifikacije. Ovo je još jedna značajna osobina profesora Matića. Iako je vodio mnogo kandidata, relativno malo je prisutan u naučnim publikacijama u odnosu na značaj njegove delatnosti u ovoj oblasti nauke i tehnike.

Dakle, prostorna distanca, neinstitucionalna regulisanost mog rada na doktorskoj disertaciji, nepostojanje bliže okoline koja radi na sličnim

zadacima, stvarali su prilično teškoća. S obzirom na to da sam se sa Branom mogao češće viđati na konferencijama ETAN-a, najčešće sam se konsultovao s njom. U početku sam imao razrađene prilaze za upravljanje sistemima drugog reda i priličan broj publikacija u domaćim časopisima i konferencijama. To mi je ulivalo nadu da je dovoljno za prijavu disertacije. Međutim, Brana, na konferenciji ETAN '91 u Mostaru, bila je direktna i kategorična: "Neću te pustiti dok ne budeš imao rezultat za opšti n-ti red." Taj zahtev me je podstakao da već u samom Mostaru počnem intenzivno da razmišljam o generalizaciji mojih rezultata, ostvarenih za sisteme drugog reda, na sisteme n-tog reda. I "sijalica se upalila" u sobi hotela u Mostaru. Našao sam opšte uslove egzistencije diskretnih kliznog režima koji će se, kasnije, pokazati samo kao potrebni, ali ne i dovoljni. Sve svoje rezultate sam objedinio i uobličio pod naslovom "Neki problemi diskretne realizacije zakona upravljanja sistema sa promenljivom strukturom". Na završne konsultacije sam sa Branom otišao kod Bože u Energoinvest, u njegovu kancelariju direktora Istraživačko-razvojnog centra automatike (IRCA). Posle detaljnog pregleda rukopisa i rezultata, Boža je dao saglasnost da se pristupi finalizaciji procedure prijave i odbrane disertacije. Formirana je komisija za pregled i odbranu u sastavu: prof. Sveto Zimonjić, prof. B. Matić, prof. B. Draženović, prof. M. R. Stojić.

Prof. Zimonjića nisam imao prilike da upoznam pre odbrane moje disertacije. On mi je bio poznat iz razgovora sa Branom i Božom. O prof. Zimonjiću su imali samo reči hvale. On je tada bio predsednik Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. To je meni imponovalo, što u Komisiji imam tako značajnog člana. Hteo bih da istaknem da je, po mom saznanju, prof. Zimonjić prvi primenio teoriju stabilnosti Ljapunova na sisteme promenljive strukture sa kliznim radnim režimom u radu "Об одном подходе к задачам синтеза систем с переменной структурой" publikovanom u Б. Н. Петров, С. В. Емелнов (Ед.), Системы с переменной структурой и их применение в задачах полета*, Наука, 1968, 81-83.*

Četvrti član Komisije, prof. Stojić sa ETF-a u Beogradu, bio je angažovan u nastavi na Elektronskom fakultetu u Nišu kao gostujući profesor od 1977. god. Ja sam držao predavanja iz predmeta Osnovi automatike, najpre pod mentorstvom prof. M. Dimića iz Instituta u Vinči, do 1977, a od 1978. pod mentorstvom prof. Stojića. Kada sam prof. Stojiću pokazao rukopis svoje disertacije, pre nego što je počela zvanična procedura prijave, on me je upitao gde imam namere da je prijavim. Pošto je dobio odgovor, primetio je da

nema smisla da "preskačem" Niš i Beograd. Ipak sam "skočio" u Sarajevo i, 1982. godine, odbranio disertaciju.

*Po odbrani disertacije, smatrao sam da rezultate treba da publikujem u nekom od svetskih časopisa. Do tada sam svoje rezultate publikovao u domaćim časopisima (*Automatika*,* Tehnika*,* Informatica*), odnosno na domaćim konferencijama. Prirodno, prvi rad sam ponudio časopisu Akademije nauka SSSR* Automatika i telemehanika*. Akademik Trapeznikov je tada vodio časopis. Dobio sam povoljnu recenziju sa sugestijom da "cik-cak" režim kretanja, kako smo ga nazvali, a karakterističan je za pojave u diskretnim kliznim režimima, nazovem "kvazikliznim režimom". S obzirom na to da se časopis* Автоматика и телемеханика *prevodi na engleski jezik pod nazivom* Automatic and Remote Control*, ovaj termin je sada opšteprihvaćen u svetu u literaturi iz ove oblasti. Rad je objavljen pod naslovom "General conditions for the existence of aquasi-sliding mode on the switching hyperplane in discrete variable structure systems",* Automat. Remote Contr.*, vol. 46, pp. 307–314, 1985, i jedan je od prvih radova u svetu u oblasti diskretnih kliznih režima. Kasnije mi je prof. Utkin saopštio da je taj rad ocenjivan u njihovoj laboratoriji u Institutu za automatiku Akademije nauka SSSR. Iako sam jedini potpisani autor, u izjavi zahvalnosti je podvučeno da to istraživanje nije bilo moguće bez pomoći i podrške profesora Brane i Bože.*



Slika 24.1. Prof. Matić, rektor Univerziteta u Sarajevu, uručuje diplomu doktora nauka Č. Milosavljeviću, Sarajevo 1984.



Slika 24.2. Sa promocije: H. Mihajlović, L. Milosavljević, Č. Milosavljević, B. Peruničić-Draženović, B. Matić

Na promociji doktora nauka na Univerzitetu u Sarajevu 1984. imao sam posebnu čast da rektor Univerziteta bude prof. Matić. O sadržaju moje disertacije referisala je profesorica Brana. Tu činjenicu posebno ističem jer sam faktički imao dva mentora koja su mi efektno kompenzovali prostornu distancu.

Sarajevska škola automatike bila mi je od velike koristi u daljem radu. Uskoro nakon mog izbora u nastavničko zvanje, na Elektronskom fakultetu u Nišu se formira profil studija automatike i Katedra za automatiku kao samostalna oblast. Pošto sam nominovan za prvog šefa Katedre za automatiku, trebalo je sačiniti nastavne planove i programe. Pravio sam sintezu programa koji sam slušao na MEI, programa sa ETF iz Beograda i ETF iz Sarajeva. Uveden je i predmet Projektovanje SAU, a osnovni udžbenik je bila knjiga prof. Matića. Uveden je i predmet Tehnička robotika. Kasnije smo započeli i poslediplomske studije iz automatike posvećene kliznim režimima.

U to vreme počinje interesovanje za klizne režime i na Mašinskom fakultetu u Beogradu. Dvojica istraživača: Zoran Bučevac i Zoran Ribar su imali uvid u moje radove. Doputovali su u Niš da prikupe dodatne informacije. Oni su 1985. završili svoje disertacije. Za mene je posebno bila interesantna disertacija kolege Bučevca. Bila je srećna okolnost da sam bio pozvan u Sarajevo, kao član Komisije za odbranu disertacije kolege Adnana Salihbegovića, a usput sam u Beogradu, dan pre toga, prisustvovao u publici odbrani disertacije kolege Bučevca. Bitan zaključak je da u ovim disertacijama (Bučevca i Salihbegovića) postoje slični rezultati, koji se razlikuju od mojih i otvaraju novi pravac koji nosi naziv "idealni diskretni klizni režimi", koji u realnim uslovima ipak postaju kvazi-klizni režimi.

Posle odbrane disertacije nastavio sam dalji rad na razvoju SUPS. Na Elektronskom fakultetu, pod mojim mentorstvom, odbranjeno je 12 magistarskih teza i četiri disertacije, sve u području kliznih režima. Publikovan je značajan broj radova ne samo u domaćim već i renomiranim internacionalnim časopisima. U sve te rezultate su utkane ideje prof. Matića kao inicijatora prvih istraživanja diskretnih sistema promenljive strukture u svetu. Navešću samo neke. Jedna od prvih ideja koja poboljšava karakteristike SUPS je uvođenje integralnog delovanja. Formulisana je i odbranjena disertacija na tu temu, a rezultati su primenjeni u poboljšanju tačnosti praćenja trajektorija kretanja robota ("Variable structure systems for control of redundant robot", Robotics and autonomous systems *13, 1994, Elsevier; "Design of Tactical and Executive Level of Redundant Robot Control via Distributed Positioning",* International Journal of Robotics and Automation (IASTED) *11, 1996).*

Sa kadrovskim jačanjem Katedre za automatiku, formira se svojevrsna "niška škola" SUPS, kako su imali običaj da kažu pojedini učesnici na konferencijama ETAN-a (prof. D. Petrovački, npr.). Značajan prodor je napravljen u oblasti

generisanja talasnih oblika primenom kliznih režima. Magistarska teza iz ove oblasti "Primena kliznih režima u sintezi generatora talasnih oblika", G. Golo, Niš, 1996, nagrađena je prvom nagradom "Mihajlo Pupin" Matice srpske iz Novog sada 1998. godine. Publikovana su dva rada na tu temu "Parabolic and triangular wave oscillator with sliding mode", Electronic Letters *32, 1996; "Two-Phase Triangular Wave Oscillator Based on Discrete-Time Sliding Mode Control",* Electronic Letters *33, 1997. Zatim je odbranjena i teza u kojoj se obrađuje problem sinhronizacije rada oscilatora primenom kliznih režima (B. Veselić, "Regulacija amplitude, frekvencije i faze harmonikskih oscilatora primenom kliznih režima", 1999) i disertacija: B. Veselić, "Primena digitalnih kliznih režima u sintezi robustnih servosistema za koordinisano praćenje složenih trajektorija", 2005, na osnovu kojih je publikovan niz značajnih rezltata ("High performance position control of induction motor using discrete-time sliding mode control",* IEEE Trns. on IE*, 2008; "Improved discrete-time sliding mode position control using Euler velocity estimation",* IEEE Trans. IE*, 2010; "Discrete time velocity servo system design using sliding mode control approach with disturbance compensation",* IEEE Trns on Ind. Informatics*, 2013; "High-performance discrete-time chattering-free sliding mode-based speed control of induction motor",* Electrical Engineering*, Springer, 2016; "Discrete-time speed servo system design – a comparative study: PI versus ISM",* IET Control Theory Appl.*, 2017.*

Sarajevska škola automatike, koju su oličavali prof. Zimonjić i prof. Matić sa svojim saradnicima, bila je za mene nedostižan uzor iz jednog jedinog razloga, a to je veoma bliska saradnja Energoinvesta i ETF-a, što u Nišu nikad nije bila praksa. Sećam se i posvete prof. Utkina prof. Boži na primerku monografije: Уткин, В. И.: Скользящие режимы и их применения в системах с переменной структурой*, Наука, 1974, u kojoj stoji (parafrazirano): B. Matiću, bez koga bi klizni režimi ostali samo teorija. Moj istraživački moto je: sve naučne zaključke proveriti u praksi, što je bio i osnovni moto prof. Matića.*

Kao izdanak te škole automatike, koristim svaku priliku da istaknem njen značaj. Sa svojim saradnicima nastavio sam da radim u toj oblasti. I dalje sarađujem sa prof. Branom. Na nekoliko konferencija smo nastupali sa preglednim radovima u kojima afirmišemo sarajevsku školu automatike. Imali smo tri pozivna predavanja na tu temu: "Variable Structure Control Systems with Sliding Modes, Forty years of matching conditions and equivalent control

method”, DECOM*, Ohrid, 2009; “SUPS – Sistemi upravljanja promenljive strukture, 50 godina istraživanja i primene kliznih režima”,* INFOTEH*, Jahorina 2010. Predavanju na INFOTEHU prisustvovao je i prof. Matić, sa prof. Branom i prof. Adnanom Salihbegovićem. Takođe smo, po pozivu poznatog autora u oblasti digitalnih kliznih režima prof. A. Bartoszewicza, održali i dva predavanja poslediplomcima na Politehničkom institutu u Lođu u Poljskoj. U prvom predavanju je istaknut značaj sarajevske škole za razvoj SUPS-a, a u drugom smo izlagali svoja iskustva u upravljanju elektromotornim pogonima primenom digitalnih kvazi-kliznih režima.*

Na kraju, želim da istaknem još jednu misao prof. Matića. Govorio je: čovek treba da napravi sebi, u svojoj struci, stub kao osnovu na kojoj će se podići i širiti svoju delatnost po horizontali. On je to ostvario. Na svom fundamentalnom stubu dao je veliki doprinos razvoju SUPS (Емельянов, С. В., Матич, Б., Костылева, Н. Е. “Универсалная унифицированная система управления переменной структури”, Приборы и системы управления *12, 1973, Но 1, 1974) i razvoju kadrova u toj oblasti koji su doprineli afirmaciji sarajevske škole automatike u svetu. Ovde u prvom redu imam u vidu pionirsku ulogu u primeni kliznih režima u upravljanju asinhronim motorima (Изосимов, Д. Б., Матич, Б., Уткин, В. И., Шабанович, А., “Использование скользящих режымов в задачах управления электрическими машинами”,* ДАНСССР *241(4), 1968, 769-772. i Šabanović, A., Izosimov, B., “Application of sliding modes to induction motor control”,* IEEE Trans. *IA-17(1), 1981, 41-49).*

8. REFERENCE

1. ANUBiH (2011) *Spomenica – 60 godina ANUBiH: 1951–2011*, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.
2. Bennett, S. (1993) *A history of control engineering 1930–1955*, The Institution of Engineering and Technology.
3. Bennett, S. (1996) History of Automatic Control to 1960: an overview, *IFAC Proceedings Volumes*, Vol. 29(1), 3008-3013.
4. Bennett, S. (2004) Control and the digital computer: the early years, *Measurement and Control* 37(10), 307-311.
5. Bissell, Ch. (2009) A History of Automatic Control, u: Nof, Shimon Y. (ed.) *Springer Handbook of Automation*, Springer handbook series LXXVI, Springer Verlag, Heidelberg, 53-69.
6. Blaschke, F. (1972) The principle of field orientation as applied to the new TRANSVECTOR closed loop control system for rotating field machines, *Siemens Rev.* 39, 217-220.
7. Collins, Daniel J. (1988) *Research in Flid Mechanics, Control Theory as Such in Yugoslavia*, U.S. Office of Naval Research, London, Report dated 17. August 1988.
8. Čekro, Z. (1993) Realization of Network Congestion Control in System Energonet-PS1, *ITI93 15th International Conference on Information Technology Interfaces, Pula, Croatia, June 1993*.
9. Draženović, B. (1969) The invariance conditions in variable structure systems, *Automatica*, Vol. 5, No. 3, 187-295.
10. Energoinvest – IRIS (1985) *Sistem Energonet-PS1: X.25 Mreža za prenos podataka sa komutacijom paketa*, Sarajevo.
11. Energoinvest – IRIS (1989) *Energonet-PS1: PUSI-11 (A) Peripheral Universal Serial Modul, User Manual, Version 2.1 English, No. PS1-6/86, Sarajevo*, October 1989.
12. Filipović, I. (2002) *Emerik Blum – monografija*, Šahinpašić, Sarajevo.
13. Humo, E. (1971) Neke osobenosti razvoja automatike u Sarajevu, *Automatika* 6.

14. MacFarlane, A. G. J. (1979) The development of frequency-response methods in automatic control, *IEEE Trans. Automatic Control* 24, 250-252.
15. Mandžić, A. (1964) Automatika u SR Bosni i Hercegovini, *Automatika* 6.
16. Primorac, Ž. (2018) Sjećanje na Energoinvest, Bluma i njegovo vrijeme, *Oslobođenje*, 1. septembar 2018. Dostupno na: https://www.oslobodjenje.ba/dosjei/teme/sjecanje-na-energoinvest-bluma-i-njihovo-vrijeme-389709 (pristupljeno 15. 8. 2021).
17. Tomović, R.; Mandžić, A.; Aleksić, T.; Vrbavac, P.; Masnikosa, V.; Hristović, D.; Marić, M. (1960) Cifarski elektronski računar CER Instituta Boris Kidrič Vinča, *Proc. of V Conf. ETAN*, vol. 1, Beograd, 305-330.
18. Zimonjić, S. (1964) Neka pitanja razvoja automatike u Jugoslaviji, *Automatika* 5.
19. Zimonjić, S.; Matić, B. (1983) Koncept razvoja i proizvodna djelatnost preduzeća "Energoinvest" u oblasti sistema automatskog upravljanja tehnološkim procesima, *Zbornik radova JUREMA 28*, Zagreb, 217-218.

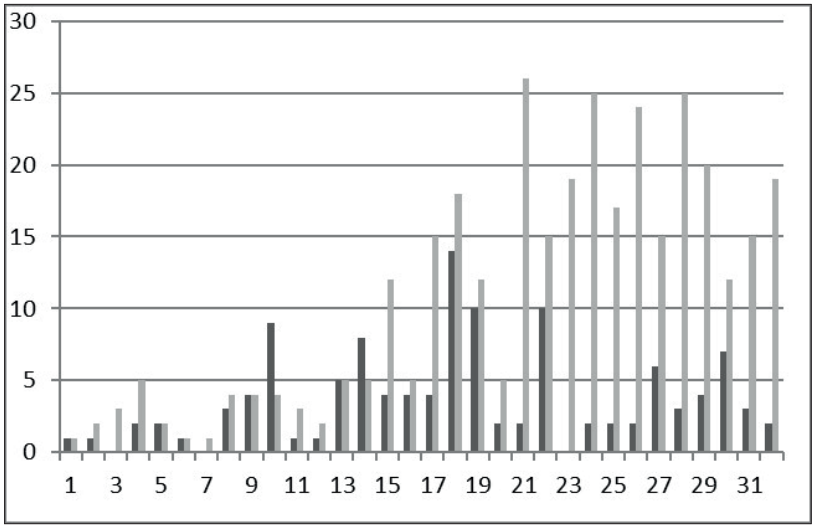
9. BIBLIOGRAFIJA RADOVA 1959–1992.

Bibliografija obuhvata radove publikovane u periodu 1959. do 1992. godine. U njoj su obuhvaćeni naučni i stručni radovi, knjige i izvještaji o naučnoistraživačkim projektima realizovanim u okviru djelatnosti Energoinvesta i saradnika UNSA koji su sarađivali sa Energoinvestom u oblasti razvoja i primjene sistema automatskog upravljanja. Ovu bibliografiju ne treba posmatrati samo kao skup bibliotečkih zapisa već kao pokušaj da se što potpunije prikaže djelovanje u oblasti sistema automatskog upravljanja u Sarajevu. Na kraju je dat i kratak pregled realiziranih industrijskih projekata.

Svjesni smo da nismo uspjeli postići potpunost bibliografije. Za to ima više razloga, a najvažniji je što je dokumentacija Energoinvesta skoro u cijelosti uništena, čime je ostao nedostupan osnovni bibliotečki fond koji je sadržavao dokumentaciju o razvoju automatike u Sarajevu. Osnovni izvori za izradu ove bibliografije čine dostupne baze podataka, dokumentacija u bibliotekama ETF u Sarajevu, ANUBiH i podaci prikupljani od samih autora.

Bibliografska građa je raspoređena po godinama publikovanja. Čini nam se da takav raspored daje bolji uvid u djelovanje i razvoj oblasti automatskog upravljanja u Sarajevu. U prvoj dekadi broj publikacija na konferencijama i u časopisima je skoro jednak i kao autori se pojavljuju S. Zimonjić, B. Matić, B. Draženović, Z. Pašić, I. Kordić, J. Cvetković, Dž. Hasanbegović, a u kasnim 60-im V. Gligić, A. Salihbegović, D. Anžić, A. Mandžić, E. Humo, M. Vodopivec, M. Zirojević i Đ. Kozomara. Publikacije objavljene u tom periodu odnose se na tehnička i tehnološka rješenja sistema i komponenata upravljanja procesima. U tom periodu su kroz kontakte sa naučnicima iz Instituta za problem upravljanja ANSSR već uveliko prisutna istraživanja u oblasti sistema sa promjenljivom strukturom (B. Matić, S. Zimonjić, B. Draženović), a kao rezultat je publikovan rad B. Draženović "The invariance conditions in variable structure systems" (1969) koji je predstavio fundamentalne rezultate invarijantnosti i koji je jedan od najcitiranijih radova u toj oblasti. Radovi u oblasti sistema upravljanja prenosom te proračuna tokova snaga u elektroenergetskoj mreži (A. Mandžić, E. Humo, M. Zirojević) dali su prikaze onoga što će kasnije postati interesantna istraživačka djelatnost.

Prvu dekadu djelovanja u oblasti automatike u Sarajevu karakteriše uspostavljanje sistema i relativno ograničeno publikovanje radova (36 radova na konferencijama i 30 radova u časopisima). U tom periodu započinje uspješan naučni rad u oblasti sistema sa promjenljivom strukturom u saradnji s AN SSSR koji će umnogome opredijeliti ne samo naučni već i razvojni rad u oblasti sistema upravljanja u Sarajevu i postati jedna od osnovnih karakteristika razvoja sarajevske škole automatike. Dok su radovi u periodu kasnih 60-ih bili orijentisani na teoretska, fundamentalna istraživanja, u 70-im i 80-im godinama rad u oblasti sistema sa promjenljivom strukturom nosio je predominantno aplikativni karakter.

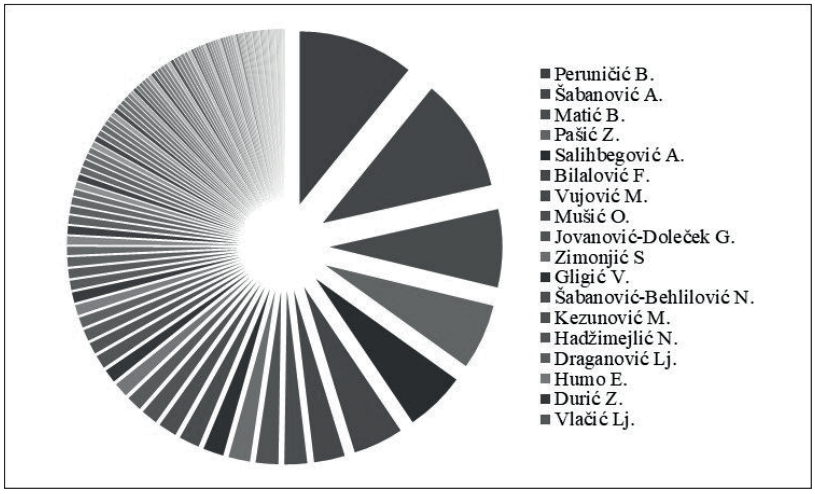


Slika 25. Grafički prikaz broja publikacija u časopisima (tamno) i na konferencijama (svijetlo) u periodu 1960–1992. godine.

U drugoj dekadi razvoja automatike u Sarajevu publikovano je 98 radova na konferencijama i 76 radova u časopisima. U ovom periodu nekoliko procesa se odvijalo paralelno. U oblasti sistema upravljanja veoma intenzivna saradnja s ANU SSSR rezultirala je razvojem sistema upravljanja procesima na bazi teorije sistema sa promjenljivom strukturom, što se reflektovalo na broj i diversifikaciju publikacija. Pojavljuje se veći broj publikacija na ruskom jeziku sa koautorima iz SSSR (Emeljanov, S. V., Kostiljeva, N. E., Bisnovat, O. M.). A. Salihbegović i B. Matić se pojavljuju među autorima koji su najviše objavljivali rezultate rada na razvoju sistema SUPS koji je donio niz novina u načinu projektovanja sistema upravljanja procesima. Publikacije u drugim

oblastima: zaštita i upravljanje elektroenergetskim sistemima (Pašić, Z.), posebno primjena računara u različitim oblastima upravljanjem u elektroenergetskom sistemu (Mandžić, A., Doleček-Jovanović, G., Tošović, Lj.), hibridni računarski sistemi (Gligić, V.) informacioni sistemi (Čečez-Kecmanović, D.). Sredinom sedamdesetih upravljanje procesima i sistemi upravljanja sa promjenljivom strukturom su zastupljeni u najviše publikacija. To je prirodno jer je sredinom 70-ih bio pri kraju projekat u saradnji sa AN SSSR i veliki broj publikacija se odnosi na rezultate tog projekta. Publikacije u oblasti zaštite i upravljanja elektroenergetskim sistemom su uglavnom orijentisane na djelovanje i dizajn elektronske (statičke) realizacije uređaja i sistema zaštite. U kasnim 70-im se pojavljuju prvi radovi u oblasti primjene mikroprocesora u razvoju uređaja i sistema upravljanja procesima te zaštite elektroenergetskih sistema. U tom periodu primjena računara u informacionim sistemima postaje sve više interesantna i publikacije saradnika ETF i IRIS-a pokazuju porast aktivnosti u toj oblasti. Sredinom 70-ih pojavljuju se prvi radovi u oblasti energetske elektronike (Vujović, M. i Voloder, N. 1975.). Publikovanje u ovoj oblasti je značajno poraslo u kasnim 70-im i obuhvata skoro sve aspekte razvoja, projektovanja i primjene sistema energetske elektronike. Rad "Application of Sliding Modes to Induction Motor Control" autora D. B. Izosimova i A. Šabanovića prvi je rad u oblasti primjene kliznih režima u upravljanju trofaznim mašinama. Rad je rezultat saradnje AN SSSR i IRCA i postavio je osnove primjene kliznih režima u energetskoj elektronici.

U trećoj dekadi (1980–1992) publikovana su 263 rada na konferencijama i 45 radova u časopisima. U ovom periodu porast publikacija vezanih za primjenu računara u različitim oblastima, razvoj računarskih mreža i primjena mikroprocesora i u industrijskoj automatizaciji dominira nad radovima u "klasičnim" oblastima automatike. Pojavljuju se i novi autori, kao što su Lj. Vlačić u oblasti multikriterijalne optimizacije i kasnije u primjeni mikroprocesora u sistemima upravljanja procesima, S. Kreso i M. Kezunović u oblasti digitalnih sistema zaštite i upravljanja elektroenergetskim postrojenjima, F. Bilalović, O. Mušić, I. Benca, M. Vujović i drugi u oblasti energetske elektronike i upravljanja električnim mašinama, H. Ćipović, D. Lenger i Z. Durić u računarskoj viziji, A. Džoić, S. Fazlagić i dr. u oblasti primjene mikroprocesorskih sistema u upravljanju.



Slika 26. Autori rangirani po broju publikacija u periodu 1959–1992. Prvih osam su autori ili koautori skoro 50% svih publikovanih članaka u časopisima i na konferencijama.

9.1 Knjige i skripta

1962.

1. Zimonjić, Svetozar, *Mjerni instrumenti i automatika*, Tuzla: Tehnološki fakultet, 1962.

1963.

2. Zimonjić, Svetozar; Peruničić, Branislava, *Osnovi automatske regulacije*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1963.

1970.

3. Humo, Emir, *Uvod u teoriju sistema automatskog upravljanja*, Sarajevo: ETF – IRCA, 1970.

1972.

4. Peruničić, Branislava, *Analiza signala i sistema* (*Signal and System Analysis)*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1972.
5. Peruničić, Branislava; Humo, Emir, *Stanje nauke u teoriji sistema (System Theory: State of the Art)*, specijalno izdanje, Zagreb: JUREMA, 1972.

1973.

6. Pašić, Zijo; Brašnić, Joso, *Impulsna elektronika – zbirka riješenih zadataka*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1973; 1975.
7. Pašić, Zijo, *Prekidačka elektronika*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1973.
8. Peruničić, Branislava; Salčić, Zoran, *Analiza signala i sistema (Signal and System Analysis): problemi i rješenja*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1973.

1974.

9. Pašić, Zijo, *Impulsna i digitalna elektronika II*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1974.
10. Pašić, Zijo, *Upravljanje i zaštita elektroenergetskih sistema*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1974; 1976; 1979.

1977.

11. Matić, Božidar, *Projektovanje automatskih sistema za upravljanje tehnološkim procesima*, Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, 1977.
12. Zimonjić, Svetozar, *Teorija optimalnih rješenja, Dio 1*, Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu. 1977.
13. Zimonjić, Svetozar, *Teorija optimalnih rješenja. Dio 2*, Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu. 1977.

1978.

14. Emeljanov, S. V.; Kostyleva, V. N. E.; Matić, B.; Milovidov, N. N., *Sistemnoe proektirovanie sredstv avtomatizacii*, Moskva: Mashinostroenie, 1978.

1979.

15. Pašić, Zijo, *Impulsna elektronika*, Sarajevo: Univerzitet, 1979.

1982.

16. Draganović, Ljubiša S., *Adaptivni sistemi upravljanja*, Sarajevo: Svjetlost, 1982.

1985.

17. Kesić, Petar, *Osnove mehanike fluida sa primjerima primjene*, Sarajevo: Svjetlost, 1985; 1988; 1991.
18. Pašić, Zijo, *Impulsna elektronika*, Sarajevo: Svjetlost, 1985; 1988; 1990.
19. Salihbegović, Adnan, *Modeliranje dinamičkih sistema*, Sarajevo: Svjetlost, 1985.

1988.

20. Pašić, Zijo; Božuta, Franjo; Golubović, Mihajlo; Milosavljević, Milan; Nahman, Jovan; Ogorelec, Anton; Panić, Stevan; Vujović, Predrag; Zlatar, Željko, *Aspekti zaštite elektroenergetskog sistema*, Sarajevo: Svjetlost, 1988.

1989.

21. Matić, Božidar, *Projektovanje sistema automatske regulacije i upravljanja tehnoloških procesa*, Sarajevo: Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 1989.
22. Zimonjić, Svetozar, *Neka pitanja nauke o nauci*, Naučne komunikacije. Prilozi pitanjima strategije naučnih istraživanja 25 (4), Sarajevo: Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, 1989.

9.2 Radovi u časopisima

1961.

1. Zimonjić, S. et al., Magnetno pojačalo kao elemenat regulacionog kola, *Tehnika* 5, 1961.

1962.

2. Kordić, I.; Draženović, B., Zaštita signalnih i telekomunikacionih vodova od induktivnih uticaja struje u kontaktnoj mreži za električnu vuču 25kV, 50 Hz, *Automatika* 5, 1962.

1963.

3. Zimonjić, S. et al., Analitička aproksimacija prenosne funkcije kod sistema sa agregatnim regulatorima, *Automatika* 1, 1963.
4. Zimonjić, S., Oblikovanje komandnih prostorija, *Automatika* 1, 1963.

1964.

5. Draženović, B.; Matić, B., Transmitter temperature, *Automatika* V(6), Zagreb 1964, 490-493.
6. Gligić, V., Analogni model nestacionarnog prelaza toplote u izmjenjivačima i parogeneratorima, *Automatika* 6/64, Zagreb 1964.
7. Humo, E., Dinamičke kontinualne analogne memorije, *Automatika* 4, 1964.
8. Mandžić, A., Automatika u SR Bosni i Hercegovini, *Automatika* 6, 1964.
9. Zimonjić, S., Neka pitanja razvoja automatike u Jugoslaviji, *Automatika* 5, 1964.
10. Zimonjić, S., Pristup sintezi nekih optimalnih sistema, *Automatika* 6, 1964.

1965.

11. Humo, E., Iterativni postupak za rješavanje problema graničnih uslova preko integralnih jednačina, *Automatika* 4, 1965.
12. Humo, E., Iterativni rad analognih računskih mašina, *Automatika 2*, 1965.
13. Zimonjić, S. et al., Pristup sintezi nekih optimalnih sistema, *Automatika* 5, Zagreb 1965.

1966.

14. Humo, E., Jedan prilog simulaciji kašnjenja na analognim računarima, *Automatika* 4, 1966.

1968.

15. Damić, V., Analiza utjecaja parametara geometrijske i radne točnosti vertikalnog struga, *Saopćenje Instituta za alatne mašine i alate IAMA* 7, Beograd 1968, 925-929.

16. Humo, E.; Bingulac S., Primjena analognih računara u identifikaciji matematičkih modela pri velikim varijacijama promenljivih, *Automatika* 2–3, 1968.
17. Matić, B., Principi realizacije modela osjetljivosti sistema sa promjenljivom strukturom kod kojih je uspostavljen klizni režim, *Zbornik radova sa 12. Konferencije ETAN*, Rijeka, juni 1968, 272-278. (Isti tekst u: *Tehnika, nauka, inženjering* 2, Sarajevo: Energoinvest, 13-16)
18. Zimonjić, S., Ob odnom podhode k sintezu sistem s peremenoj strukturoj, *Zbornik radova IAT*, Moskva: Nauka, 1968.

1969.

19. Draženović, B., The invariance conditions in variable structure systems, *Automatica* 5(3), 1969, 187-295.
20. Gligić, V., Kontinualna analogna memorija, *Automatika* 5–6, Zagreb 1969.
21. Matić, B.; Gligić, V.; Salihbegović, A.; Anžić, D., 1969, The general purpose process control system er 2, *Mezhdunarodnii kongress avtomatizaciya* 69, Moskva. (Isti tekst u: *Tehnika, nauka, inženjering* 2, Sarajevo: Energoinvest, 41-48)
22. Matić, B.; Gligić, V.; Salihbegović, A.; Anžić, D., Računarski sistem ER-II za upravljanje tehnološkim procesima, *Automatika* 3–4, Zagreb 1969.
23. Zimonjić, S., Ob odnom podhode k sintezu Sistem s peremenoj strukturoj, *Zbornik radova IAT-a*, Moskva: Nauka, 1969.

1970.

24. Draženović, B., O stabilnosti sistema sa promjenljivom strukturom, *Automatika* XI(5–6), Zagreb 1970, 305-309.
25. Draženović, B., Sinteza sistema sa promjenljivom strukturom sa invarijantnim kretanjem u kliznom režimu, *Automatika* XI(5–6), Zagreb 1970, 310-314.
26. Humo, E.; Radanović, Lj., Jedan kontinualni postupak za uslovnu minimizaciju nelinearnih funkcija, *Automatika* 5–6, Zagreb 1970.
27. Mandžić, A.; Humo, E.; Zirojević, M., Optimizacija dnevnog dispečinga sistema hidro i termo elektrana, *Elektrotehnika* 2, 1970, 301-304.
28. Matić, B., 1970, Principi realizacije modela osjetljivosti sistema sa promjenljivom strukturom kod kojih je uspostavljen klizni režim, *Automatika* XI(5–6), Zagreb 1970, 315-318.
29. Zimonjić, S. et al., Neki problemi pri sintezi sistema sa promjenljivom strukturom, *Automatika* 5–6, Zagreb 1970.

30. Zimonjić, S. et al., Sinteza sistema sa promjenljivom strukturom za jednu klasu nelinearnosti u strukturi, *Automatika* 5–6, Zagreb 1970.

1971.

31. Humo, E., Neke osobnosti razvoja automatike u Sarajevu, *Automatika* 6, 1971.
32. Pašić, Z., Dobijanje derivacija signala korištenjem kliznog režima, *Automatika* 12(5), Zagreb 1971, 295-299.

1972.

33. Draženović, B.; Humo E., Problemi upravljanja složenim sistemima, *Automatika* 3, 1972.
34. Mandžić, A., Optimizacija velikih sistema određene strukture, *Automatika* 5–6, 1972.
35. Marinković, R., Predpojačavač signala niske učestanosti sa galvanskom izolacijom, *Automatika* 5–6, 1972.
36. Matić, B.; Vodopivec, M.; Čičić, G.; Kostileva, N., Računarski postupak za formalno projektovanje kontura lokalne automatike, *Proc. of the 7th Yugoslav Int. Symp. on Information Processing*, Bled – Ljubljana 1972, rad d4.

1973.

37. Antonijević, M.; Poček, S., Baždarenje turbinskih mjerača protoka i količine, *Automatika* 5–6, 1973.
38. Draganović, Lj., Licence kao aktivni elemenat u inovaciji i procesu obrade tržišta, *Pronalazač* 11, Sarajevo 1973.
39. Draženović, B.; Humo, E., Control problems in large scale systems, *Automatika* XIV, Zagreb 1973.
40. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Bisnovat, O. M.; Kostiljeva, N. E.; Milovidov, N. N., Mashinnoe proektirovanie lokal'nyh konturov avtomatizacii, *Avtomatika i telemehanika* 12, Moskva: Akademija nauk SSSR, 1973, 134-145.
41. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E., Universal'naya unificirovannaya sistema upravleniya peremennoi struktury [dio 1], *Pribory i sistemy upravleniya* 12, Moskva 1973, 8-16.
42. Tošović**,** Lj. B., Some Experiments on Sparse Sets of Linear Equations, *SIAM J. Appl. Math.* 25(2), **1973,** 142-148. https://doi.org/10.1137/0125018
43. Turčinhodžić, F., Saobraćajni tok na raskrsnici kao objekat upravljanja, *Automatika* 3–4, 1973.

1974.

44. Emeljanov S. V.; Kostiljeva, N. E.; Matić, B.; Salihbegović, A.; Šabanović, A.; Draganović Lj., Univerzalni unificirani sistem upravljanja sa promjenljivom strukturom – SUPS, *Automatika* 5–6, Zagreb 1974, 202-210.
45. Emeljanov, S. V.; Kostiljeva, N. E.; Matić, B.; Ozrenoj, V. M.; Zimoha, V. A., *Mnogokriterial'naya ocenka lokal'nyh sistem upravleniya peremennoi struktury*, Moskva: Izdatel'stvo IPU AN SSSR, 1974.
46. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E., Universal'naya unificirovannaya sistema upravleniya peremennoi struktury [dio 2], *Pribory i sistemy upravleniya* 1, Moskva 1974, 5-10.
47. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E.: Bisnovat, O. M.; Salihbegović, A. H., Osnovy prektirovochnogo obespechenya universal'noj reguliruyooshche isistemy, *Avtomatika i telemehanika* 9, Moskva: Akademija nauka SSSR, 1974, 124-140.
48. Hasanbegović, Dž., Pristup projektu uređaja za detekciju kvarova, *Elektrotehnički vjestnik* 3–4, Ljubljana 1974.
49. Salihbegović, A. et al., Basic design support for process control system, *Automation and Telemechanics* 9, Moscow, 1974.
50. Salihbegović, A., Principles of formal design in design of process control systems, *Apparatus and control systems* 5, Moscow, 1974.
51. Salihbegović, A., Unified modular control system with variable structure – SUPS, *Automatika* 5–6, Zagreb 1974.
52. Vlačić, Lj.; Milenković, M., Optimalno funkcionisanje zaštitnih sistema, *Automatika* 5–6, 1974.

1975.

53. Borić, N., Primjer programa za proračun mjernih prigušnica digitalnim računalom, *Automatika* 5–6, 1975.
54. Damić, V., Prijelazni procesi elektrohidrauličkog motora s kvazi-relejnim djelovanjem, *Automatika* 5–6(16), 1975, 183-189.
55. Draganović, Lj., Jedan adaptivni algoritam upravljanja, *Automatika* 5–6, Zagreb 1975.
56. Draganović, Lj., Savremene tendencije u razvoju sistema automatskog upravljanja tehnološkim procesima, *Pronalazač* 19, Sarajevo 1975.
57. Draganović, Lj.; Benca, I., Uređaj za galvansku izolaciju signala, *Automatika* 5–6, Zagreb 1975.

58. Kolaković, N., Korištenje rezonantnih vodova u tehnici mjerenja nivoa, *Automatika* 5–6, 1975.
59. Marinković, R., Prikaz jedne metode za mjerenje količine masometrijskog protoka, *Automatika* 5–6, 1975.
60. Milivojević, D., Proširenje mjernog opsega transmitera turbinskog mjerača protoka, *Automatika* 5–6, 1975.
61. Vujović, M.; Voloder, N., Tiristorski regulator temperature, *Automatika* 5–6, Zagreb 1975.

1976.

62. Pašić, Z. et al., Statički modularni sistem uređaja za zaštitu, upravljanje i signalizaciju elektroenergetskih postrojenja, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 8, Sarajevo 1976.
63. Pašić, Z. et al., Uređaji za automatiku i zaštitu elektroenergetskih postrojenja, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 8, Sarajevo 1976.
64. Pašić, Z., Statički relej smjera sa mogućnošću izbora zone djelovanja, *Elektroprivreda* 11–12, 1976, 525-528.
65. Šabanović, A., Jedan metod sinteze stohastičkih servosistema, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 8, Sarajevo 1976.

1977.

66. Draganović, Lj.; Šabanović A., Sinteza jednog optimalnog algoritma upravljanja za upravljenje servosistema sa stohastičkom smetnjom, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering*, Sarajevo 1977.
67. Pašić, Z., A system for automatic control and protection of switchgears, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 1, Sarajevo 1977.
68. Pašić, Z., Sistem za zaštitu i automatiku elektroenergetskih postrojenja, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 9, Sarajevo 1977.
69. Peruničić, B.; Muradbegović, M.; Mateljan, T., Does the growth demand for higher education reflect real needs of society?, *Communication* 9, London 1977.

1978.

70. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Izosimov, D. Upravljanje mehaničkih koordinata kaveznog asinhronog motora. *Automatika* 1–2, Zagreb 1978, 43-46.
71. Draganović, Lj.; Memić, N.; Sazdovski, M., Pojačavanje veoma malih naponskih signala uz galvansko razdvajanje, *Automatika* 1–2, Zagreb 1978.
72. Izosimov, D. B.; Matić, B.; Utkin, V. I.; Šabanović, A., Sliding Modes in Electrical Machines Control, *Dokladi AN USSR* 241(4), Akademii nauk SSSR, Moskva 1978, 769-772. (in Russian)

73. Izosimov, D. B.; Matić, B.; Utkin, V.; Šabanović, A., Ispol'zovanie skol'zyashchih rezhimov v zadachah upravleniya elektricheskimi mashinami, *Doklady An SSSR* 241(4), Akademii nauk SSSR, Moskva 1978, 769-772.
74. Muradbegović, M.; Peruničić, B., How to improve access to higher education in Bosnia and Herzegovina?, *Bulletin of Sarajevo University*, Sarajevo 1978.
75. Muradbegović, M.; Peruničić, B.; Mateljan, T., Information system for follow-up of the success of students enrolled at the Sarajevo University, *Bulletin of Sarajevo University*, Sarajevo 1978.
76. Pašić, Z., Directional relay offering continuous adjustable operating zone, *Proc. of IEEE* 9, September 1978.
77. Pašić, Z.; Bekić, S., Sinteza strukture statičkog uređaja za tropolni automatski ponovni uklop (The synthesis of structure of the static device for three-pole automatic reclosing of curcuit breaker), *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 12, Sarajevo 1978, 71-78.
78. Peruničić, B.; Mateljan, T.; Muradbegović, M., Development of informatics in Bosnia and Herzegovina, *Bulletin of Sarajevo University*, Sarajevo 1978.
79. Salihbegović, A., Control algorithms for plants with sliding parameters, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 12, Sarajevo 1978.
80. Salihbegović, A., New concepts in design of modern control rooms for presentation of plant status, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 12, Sarajevo 1978.
81. Salihbegović, A., Signalisation alarm system for modern control rooms of industrial processes and power plants, *Tehnika* 3, Beograd 1978.
82. Šabanović, A.; Izosimov, D. B.; Benca. I.; Šabanović, N.; Bilalović, F., Regulacija brzine kavezne asinhrone mašine, *Energoinvest – Nauka, tehnika, inženjering* 12, Sarajevo 1978, 17-24.
83. Turčinhodžić, F. M., Traffic flow control at an intersection by means of signal setting duration: State-Space analysis, *Transportation Research* 12(6), 1978, 411-418. https://doi.org/10.1016/0041-1647(78)90029-1

1979.

84. Aganagić, M.; Cottle, R. W., A note on *Q*-matrices, *Mathematical Programming* 16, 1979, 374-377. https://doi.org/10.1007/BF01582122
85. Aškrabić, M.; Peljto, H.; Tripković, S., Kontrola izvršavanja funkcija sekvencijalnih i/ili programabilnih automata pri računarskoj superviziji upravljanja procesom, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
86. Draganović, Lj.; Memić, N.; Sazdovski, M., Pojačavač malih istosmjernih napona uz galvansku izolaciju, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.

87. Fidler, I.; Salihbegović, A., Regulacija na objektima sa kliznim režimom, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
88. Izosimov, D. B.; Matić, B.; Utkin, V. I.; Šabanović, A., Korištenje kliznih režima u upravljanju električnih mašina, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979, 6-9.
89. Kolaković, N., Rezonantno LC kolo kao detektor nivoa svih vrsta medija, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
90. Kolaković, N.; Župančić, M., Izvedba uređaja za kontinualno mjerenje nivoa na principu rezonancije u vodovima, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
91. Marinković, R., Bilansiranje naftinih derivata u velikim skladištima, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
92. Matić, B.; Lačević, H., Upravljanje prelaznim stanjima kompleksnih objekata, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
93. Milivojević, D., Specijalni mjerač protoka za precizna mjerenja, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
94. Mulabegović, S.; Marendić, J.; Omersoftić, A.; Vidaković, S., Multifunkcionalni programski upravljani sistem za prenos informacija, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
95. Pašić, Z.; Bekić, S., Strukturna sinteza statičkog uređaja za trofazni automatski ponovni uklop prekidača, *Automatika* XX(1–2), Zagreb 1979, 71-75.
96. Pašić, Z.; Živković, B., Statički modularni sistem za zaštitu, signalizaciju i upravljanje elektroenergetskih postrojenja, *Automatika* 1–2, 1979.
97. Romano, R.; Lačević, H., Multivarijabilni koncept regulacije na Bensonovom kotlu, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
98. Šabanović, A.; Izosimov, D. B., Analiza mogućnosti regulacije kaveznog asinhronog motora, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979, 15-19.
99. Šabanović, A.; Izosimov, D. B., Sinteza sistema za upravljanje kaveznom asinhronom mašinom, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979, 19-22.
100. Šabanović, A.; Izosimov, D. B.; Benca, I.; Šabanović, N.; Bilalović, F., Regulacija brzine kavezne asinhrone mašine, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979, 9-14.
101. Šabanović-Behlilović, N.; Šabanović, A., Dinamički procesi pri upuštanju asinhrone mašine sa faznim rotorom, *Energoinvest – Tehnika, nauka, inžinjering* 12, Sarajevo 1979, 29-34.
102. Šabanović-Behlilović, N.; Šabanović, A., Primjena mikroprocesora u energetskoj elektronici, *Energoinvest – Tehnika, nauka, inžinjering* 12, Sarajevo 1979, 121-124.

103. Vlačić, Lj, Jedan način sinteze strukture optimalnih nelinearnih impulsnih sistema automatskog upravljanja, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.
104. Vujović, M.; Vatrenjak, M., Elektrofiltri industrijskih gasova, *Automatika* 1–2, Zagreb 1979.

1980.

105. Šabanović, A., An Automatic Unit for Setting the Discontinuity amplitude of Control Signal in Variable Structure Systems, *Trudy VNIISI* 4, Moscow: VNIISI, 1980, 73-76. (in Russian)
106. Šabanović, A., Incremental to Analog Signal Converters, *Trudy VNIISI* 4, Moscow: VNIISI, 1980, 77-82. (in Russian)

1981.

107. Aganagić, M., On diagonal dominance in linear complementarity, *Linear Algebra and its Applications* 39, August 1981, 41-49. https://doi.org/10.1016/0024-3795(81)90288-3
108. Šabanović, A.; Izosimov, D. B., Application of sliding modes to induction motor control, *IEEE Transactions on Industry Applications* IA-17(1), 1981, 41-49. DOI: 10.1109/TIA.1981.4503896
109. Turčinhodžić, F., Analiza optimalnog upravljanja saobraćajnim tokovima vozila na signalnoj raskrsnici u stanju zasićenja, *Automatika* 3–4, 1981.

1982.

110. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Mušić, O., A Variable Structure System for Squirrel Cage Induction Motor Control, *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 21-29.
111. Mušić, O.; Hadžimejlić, N.; Šabanović, A.; Bilalović, F., Three Phase Converter for Supplying Squirrel Cage Induction Motor (proširen članak 28), *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 49-54.
112. Mušić, O.; Hadžimejlić, N.; Šabanović, A.; Bilalović, F., Trofazni invertor za napajanje asinhronog motora, *Energoinvest, nauka – tehnika – inžinjering* 20, Sarajevo 1982, 49-54.
113. Šabanović, A., Application of Sliding Modes to The Control of Electric Drives, *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 17-20.
114. Šabanović, A., Power Electronics – Position, Role and Importance, *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 7-14.

115. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Mušić, O., Control of Angular Position, Speed, Acceleration and Torque of the Induction Motor, *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 29-33.
116. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Mušić, O., Regulacija pozicije, brzine, ubrzanja i momenta asinhronog motora, *Energoinvest, nauka – tehnika – inžinjering* 20, Sarajevo 1982, 29-33
117. Šabanović, A.; Vujovič, M., Use of Sliding Mode in The Control of D.C. Machines, *Energoinvest, Technology – Science – Engineering* 20, Sarajevo 1982, 71-74.
118. Šabanović, A.; Vujović, M., Klizni režim u upravljanju mašina jednosmjerne struje, *Energoinvest, nauka – tehnika – inžinjering* 20, Sarajevo 1982.
119. Vujović, M., Primjer primjene regulacije smetnji kod upravljanja mašina jednosmjerne struje, *Energoinvest, nauka – tehnika – inžinjering* 20, Sarajevo 1982.

1984.

120. Aganagić, M., Newton's method for linear complementarity problems, *Mathematical Programming* 28, 1984, 349-362. https://doi.org/10.1007/BF02612339
121. Zimonjić, S., Prilog strukturnim pitanjima samoupravnih procesa odlučivanja, *Dijalog – Časopis za filozofiju i društvenu teoriju* 3–4, 1984, 257-287.

1985.

122. Peruničić, B.; Durić, Z., An efficient algorithm for embedding graphs in the projective plane, *Graph Theory with Applications to Algorithms and Computer Sciences*, New York: John Wiley & Sons, 1985, 637-650.
123. Utkin, V. I.; Vostrikov, A. S.; Džafarov, E. M.; Kostiljeva, N. E.; Šabanović, A.; Bondarev, A. S.; Spiva, L. M.; Izosimov, D. B., Sliding Modes Application in Technological Plants Control, *Izmerenija – kontrol – automatizacija* 1(53), 1985. (in Russian)

1986.

124. Vlačić, Lj.; Matić, B., A multicriteria decision support model for evaluation of process control system performances, *IMACS Transactions on Scientific Computation* 2 – *Computer Systems: Performance and Simulation*, North Holland Publ. 1986.
125. Vlačić, Lj.; Wierzbicki, A.; Matić, B., Aggregation procedures for hierarchically grouped decision attributes with application to control system performance evaluation, *Proc. Int. Conf. on Vector Optimization*,

Technical University of Darmstadt, F. r. G., August 4–7, 1986. (Isti tekst u: *Lecture notes in Economics and Mathematical Systems – Recent Advances and Historical Development of Vector Optimization*, Heidelberg: Springer Verlag, 1986: 285-311)

1987.

126. Aganagić, M.; Cottle, R. W., A constructive characterization of Q_0-matrices with nonnegative principal minors, *Mathematical Programming* 37, 1987, 223-231. https://doi.org/10.1007/BF02591696
127. Damić, V., Avtomatizirovanoje projektiranje robotov osnovanoje na mnogourevnevem metode modelirovanija sistemi, *Problemi mašinostrojenija i avtomatizaciji* 15, Moskva – Budapest: Institut masinovedenija Akademiji nauk SSSR, 1987, 13-15.
128. Salihbegović, A., Diskretna realizacija sistema sa prekidnim upravljanjem, *Automatika* 1–2, Zagreb 1987.
129. Salihbegović, A., Robustness of discrete realisation of one adaptive control algorithm, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 28, Sarajevo 1987.
130. Šabanović, A.; Bilalović, F., Upravljanje mašine naizmjenične struje pomoću kliznog režima, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 28, Sarajevo 1987, 234-237.
131. Turčinhodžić, F., Inkrementalni encoder i njegove primjene, *Automatika* 5–6, 1987.
132. Venkataramanan, R.; Šabanović, A.; Ćuk, S., Sliding Mode Control of Brushless DC Motor, *Journal of Indian Institute of Sciences* 67, July-Aug. 1987, 279-306.

1988.

133. Kezunović, M.; Kreso, S.; Cain, J. T.; Peruničić, B., Digital protective relaying algorithm sensitivity study and evaluation, *IEEE Transactions on Power Delivery* 3(3), 1988, 912-922.
134. Peruničić, B.; Kezunović, M.; Kreso, S., Bilinear form approach to synthesis of a class of electric circuit digital signal processing algorithms, *IEEE Transactions on Circuits and Systems* 35(9), 1988, 1197-1200.
135. Šabanović, A.; Bilalović, F., Klizni režimi u upravljanju mašina naizmjenične struje, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 28, Sarajevo 1988, 21-27.

1989.

136. Hot, E.; Alkalaj, M.; Vujović, M., Using the Numerical Modeling of the Three Dimensional Temperature Fields for Elektroheat Projecting, *Mathematical Methods in Electroheat*, Leningrad 1989.

137. Salihbegović, A., Distributed system for supervision, monitoring and control of technological processes and thermal plants – ANSRU, Part I, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 3, Sarajevo, Februar 1989.
138. Šabanović, A.; Bilalović, F., Sliding mode control of AC drives, *IEEE Transactions on Industry Applications* 25(1/1), 1989, 70-75. DOI: 10.1109/28.18871
139. Venkataramanan, R.; Šabanović, A.; Ćuk, S., Sliding-mode control of power converters, *Journal of Indian Institute of Science* 69, May-June 1989, 193-211.

1990.

140. Bilalović, F., Primjena kliznih režima u upravljanju robotskih manipulatora, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 2, Sarajevo 1990, 67-70.
141. Ćipović, H.; Đuretić, S.; Lenger D., Adaptive thresholding in 3-D scene description, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 7(3–4), 1990, 365-369. https://doi.org/10.1016/0736-5845(90)90023-2
142. Đuretić, S.; Lenger, D., Adaptive thresholding in 3-D scene description, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 7(3–4), 1990, 365-369. https://doi.org/10.1016/0736-5845(90)90023-2
143. Pašić, Z.; Imamović, F.; Pašić, J., Aspekti razvoja distantne zaštite, *Energija* 39(6), 1990, 471-474.
144. Peruničić, B.; Kezunović, M.; Levi, S.; Šoljanin, E., Digital signal processing algorithms for power and line parameter measurements with low sensitivity to frequency change, *IEEE Transactions on Power Delivery* 5(2), 1990, 1209-1215.
145. Salihbegović, A., Review of one distributed system for supervision and control of technological processes and power plants, *Pronalazač* XXII(78), Sarajevo, Juni-Septembar 1990.
146. Salihbegović, A., Review of realisation of one token pass bus local industrial network, *Energoinvest, Nauka – tehnika – inžinjering* 3, Sarajevo Februar 1990.

1991.

147. Kezunović, M.; Šoljanin, E.; Peruničić, B.; Levi, S., New approach to the design of digital algorithms for electric power measurement, *IEEE Transactions on Power Delivery* 6(2), 1991, 516-523.
148. Pašić, Z.; Pašić, J., Izbor mjernih veličina za potrebe distantne zaštite vodova, *Elektrotehnika* 34(1), 1991.

149. Peruničić, B.; Lakhani, S.; Milutinović, V., Stochastic modelling and analysis of propagation delays in Gaas adders, *IEEE Transactions on Computers* 40(1), 1991, 31-45.

1992.

150. Kezunović, M.; Spasojević, P.; Peruničić, B., New digital signal processing algorithm for frequency deviation measurement, *IEEE Transactions on Power Delivery* 7(3), 1992, 1563-1573.
151. Šabanović, A., Variable structure controllers in motion control systems, Decarli, A.; Masada, E. (eds) *Conference: Workshop on Motion Control for Intelligent Automation (Preprint), Perugia, Italy, Oct 27–29, 1992*, 189-194.

9.3 Radovi na konferencijama i u zbornicima

1961.

1. Kordić, I.; Draženović, B., Elektromagnetni uticaji na signalno-telekomunikacione vodove na prugama sa električnom vučom 25 kv, 50 Hz (Influence of 50 Hz railway feeder on the telecommunication lines), *Zbornik radova sa 6. jugoslovenske konferencije ETAN-a*, Sarajevo, novembra 1961, 158-163.

1962.

2. Dinić, D.; Matić, B.; Mitrović, M., Kontinualni tranzistorski regulator, *Zbornik radova sa 7. konferencije ETAN-a*, Novi Sad, 8–10. novembar 1962, 431-434.
3. Zimonjić, S.; Draženović, B., Regulacioni sistem UR (A combined pneumatic-fluid control system), *Zbornik radova sa 7. jugoslovenske konferencije ETAN-a*, Novi Sad, novembra 1962, 465-470.

1963.

4. Dinić, D.; Matić, B., Kontinuirani tranzistorski regulator, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 1963*, *I*, Zagreb, 15–20. aprila 1963, 182-188.
5. Dinić, D.; Matić, B., Neki problemi kod jednosmernih tranzistorskih pojačavača, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 1963, I*, Zagreb, 15–20. aprila 1963, 174-181.
6. Draženović, B.; Cvetković, J., Domaći uljno-pneumatski sistem, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 1963, I*, Zagreb, 15–20. aprila 1963, 115-119.

1964.

7. Čarapić, M.; Velašević, D.; Pašić, Z.; Đaković, R., 1964, Operacioni pojačavač sa modularnim tranzistorima, *Zbornik radova sa 9. jugoslovenske konferencije ETAN-a*, Bled, novembra 1964, 61-66.
8. Čarapić, M.; Velašević, D.; Pašić, Z.; Veljković, P., Jednosmerni tranzistorski diferencijalni pojačavač sa velikom stabilnošću, *Zbornik radova sa 9. jugoslovenske konferencije ETAN-a*, Bled, novembra 1964, 100.
9. Draženović, B.; Matić, B., Transmitter temperature, *Automatika* V(6), 1964, 490-493.
10. Matić, B.; Draženović, B., Transmitter temperature, *Zbornik radova sa 9. jugoslovenske konferencije ETAN-a*, Bled, novembra 1964, 254.

1965.

11. Humo, E., Iterativna analogna računala, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 10, 1965.
12. Matić, B.; Peruničić, B., An analog system for process control, *Proc. of the Industrial Electronic and Control Symp.*, Budapest 1965.

1966.

13. Draženović, B.; Matić, B., Analogovoe vychislitel'noe ustroistvo er 2 parametricheskim operacionym usilitelem dlya upravleniya ehnologicheskimi processami, *Industrial Electronic Measurement and Control Symp.* 2, Budapest – Balaton 1966, 205-221.
14. Humo, E., Neke primene metoda iteracije u analognoj tehnici, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 11(1), 1966.
15. Humo, E., Neke primene metoda iteracije u analognoj tehnici, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 11(2), 1966.

1967.

16. Pašić, Z., Modularni impulsni sistem automatske regulacije, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 1967*, Zagreb, 15–23. april 1967, 308-315.

1968.

17. Brodić, T., Tranzistorski mjerni pretvarač temperature s izoliranim izlazom, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 12*, 1968.
18. Damić, V., Uzunović, R., Razvoj elektrohidrauličkog pobuđivača, *5. savjetovanje proizvodnog mašinstva*, Kragujevac 1968.
19. Draženović, B., Invariance conditions in the variable structure systems, *International symposium on System control*, Dubrovnik 1968.
20. Draženović, B., O stabilnosti sistema sa promenljivom strukturom, *Zbornik radova sa 12. jugoslovenske konferencije ETAN*, Rijeka, juna 1968, 263-271.
21. Gligić, V., Primjena hibridnog računara za sintezu algoritma impulsno modulisanih digitalnih regulatora, *Zbornik radova, JUREMA 1968*, 435-446.
22. Hasanbegović, Dž., Dvije varijante sekvencijalnog sistema signalizacije na bazi germanijum poluprovodničkih logičkih kola, *III Stručno savjetovanje Energoinvesta na zagrebačkom Velesajmu*, septembar 1968.

23. Koturović, A.; Peruničić, B., Enumeration of measuring net structures with different vulnerability, *Proc. of the Int. Symp. on Network Theory*, 1968.
24. Matić, B., Principi realizacije modela osjetljivosti sistema sa promjenljivom strukturom kod kojih se uspostavlja klizni režim, *Zbornik radova sa 12. jugoslovenske konferencije ETAN*, Rijeka, juna 1968.
25. Matić, B., Računarski sistem ER II za upravljanje tehnološkim procesima, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 13*, 1968, 353-358.
26. Matić, B., Sensitivity approach to parametric invariance of the variable structure systems, *II. IFAC Symp. of system sensitivity and adaptivity*, Dubrovnik 1968.
27. Matić, B.; Peruničić, B., Analogne strukture u direktnom upravljanju procesom, *Zbornik radova sa 10. jugoslovenske konferencije ETAN*, Beograd, novembra 1968, 188.

1969.

28. Draženović, B.; Deak, L.; Abdellatif, I.; Zirojević, M., Poređenje metoda zaračunavanja tokova snage (A comparison of the methods for load flow calculations), *Proc. of the CIGRE*, 1969.
29. Draženović, B.; Vodopivec, M., Jedan algoritam za ekonomski dispečing (An algorithm for economic dispatch), *Proc. of the CIGRE*, 1969.
30. Mandžić, A.; Humo, E.; Zirojević M., Optimizacija dnevnog dispečinga sistema hidro i termo elektrana, *XIII ETAN*, Subotica, 9–12. juni 1969, 248-256.
31. Salihbegović, A. et al., Analogue process control system ER-II for control of technological processes, *Automation* 69, Moscow, USSR, 1969.

1970.

32. Gligić, V., A direct-digital controller design method carrying out by hybride simulation, *AICA Proceedings of the 6th Conference on Hybrid Computation*, 1970.
33. Humo, E., On a direct method of optimization, *Proc. of International Organization od Analog Computing 3*, Bruxelles, July 1970, 122-129.
34. Kozomara, Đ.; Humo, E., Optimizacija rada hidroelektrana na jednom slivu, *CIGRE*, Dubrovnik, oktobar 1970, 87-95.
35. Mandžić, A.; Tošović, Lj.; Zirojević, M., Primjena dinamičkog programiranja i motoda Lagrangeovih multiplikatora u optimizaciji dnevnog dispečinga, *JNK CIGRE*, Dubrovnik 1970.

36. Vodopivec, M.; Draženović, B., Ekonomski dispečing sa ograničenjem na amplitudu reaktivne snage (Economic dispatch with constraints on reactive power magnitude), *Proc. of the Conf. on Reactive Power of JUGEL*, 1970.

1971.

37. Draženović, B.; Tošović, Lj.; Zirojević, M., Optimalna denivelacija akumulacionih hidroelektrana (Optimal discharge of reservoirs), *Zbornik radova sa 15. jugoslovenske konferencije ETAN*, Split, juna 1971, 527-537.
38. Matić, B.; Gligić, V.; Salihbegović, A.; Anžić, D., Technological Process Control Computer System ER-II, *Foreign Technology DIV*, Wright-Patterson AFB, Ohio, 28 Jun 1971.
39. Pašić, Z., Nelinearni sistem za dobijanje informacija o koordinatama procesa blizak optimalnom, *Zbornik radova sa 15. konferencije ETAN-a*, Split, juna 1971, 599-608.
40. Tošović, Lj., Strategija izbora pivota u Gaussovoj eliminaciji, *Jugoslovenski seminar za regulaciju, mjerenja i automaciju, JUREMA*, Zagreb, April 1971.

1972.

41. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E.; Bisnovat, O. M., *Formal'noe proektirovanie lokal'nyh sistem upravleniya*, Izdatel'stvo IPU AN SSSR, Moskva 1972.
42. Pašić, Z. et al., Regulacija napona transformatora snage, *XIII Stručno savjetovanje Energoinvesta*, Zagreb 1972.

1973.

43. Aganagić, M., Dualni dekompozicioni algoritam za rješavanje problema linearnog programiranja, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 18(2), 1973, 103.
44. Draganović, Lj.; Antonijević, M., Mjerenje procesnih veličina opremom proizvodnje Energoinvest, *Zbornik radova Savjetovanja JUKEM*, Jajce 1973.
45. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E.; Bisnovat, O. M., Principi formal'nogo proektirovaniya v lokal'nyh zadachah avtomatizacii, *Pribory i sistemy upravleniya* 5, Moskva 1973, 1-4.
46. Hasanbegović, Dž., Upoštanje i reverzija asinhronih kliznokolutnih motora, *XV stručno savjetovanje Energinvesta*, Zagrebački velesajam 1973.
47. Humo, E., Interaktivno komuniciranje čovjeka i računara, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 18(2), 1973.

48. Koturović, A.; Draženović, B., Synthesis of measuring networks with given vulnerability for acquisition of measurement data, *Proc. Of the IMECO Conf.*, Dresden, Germany 1973.
49. Koturović, A.; Ključić, B., Povredivost mernih mreža u multivarijabilnim sistemima, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 73*, Zagreb, 9–15 aprila 1973, 21-30.
50. Mandžić, A.; Zirojević, S., Algoritam LU dekompozicije rijetkih matrica, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 18(2), 1973.
51. Tošović, Lj., Strategija izbora pivota u Gaussovoj eliminaciji, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 18(2), 1973.

1974.

52. Antonijević, M., Ocjena preciznosti instalacija za baždarenje turbinskih mjerača protoka i količine, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 19(3), 1974.
53. Hasanbegović, Dž., SPRINT LOGIC, sistem za logičko upravljanje u industriji, *Savjetovanje o održavanju opreme i problemima elektromotornih pogona u crnoj metalurgiji*, Smederevo 1974.
54. Ključić, B.; Salčić, Z., An effective algorithm for drawing planar networks, *Proc. of the European Conf. on Circuit Theoryand Design*, London 1974.
55. Kostiljeva, N. E.; Matić, B., Razrabotka i realizacya proekta SUPS, *VI vsesoyooznoe soveshchanie po problem upravlenya*, Izdatel'stvo Nauka, Moskva 1974, 311-315.
56. Salihbegović, A., Development and design of SUPS process control systems, *VI National Conference on problems of Control*, Moscow, USSR, 1974.
57. Salihbegović, A., Protection, modulating and programming control and computer supervision of power plants and utilities, *Power generation Conference*, Mataruška banja, Yugoslavia, 1974.
58. Vodopivec, M.; Mušić O., Problem izbora ventila u procedure projektovanja kontura automatske regulacije računarskim putem, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 19(3), 1974, 185-198.

1975.

59. Draganović, Lj.; Romano, R., Korištenje sistema SUPS u automatizaciji lokalnih kontura TE, *Zbornik radova Savjetovanje CIGRE*, Budva, april 1975.

60. Emeljanov, S. V.; Matić, B.; Kostiljeva, N. E.; Zimoha, V. A.; Evstigneev, V. N.; Bisnovat, O. M., *Principy postroenya tehnicheskoi dokumentacii na ustrojstva SUPS*, Izdatel'stvo IPU ANSSSR, Moskva 1975.
61. Gligić, V. et al., Procesni informacioni sistem u TE Kakanj IV, *Zbornik XII savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije CIGRE*, Budva 1975.
62. Jovanović Doleček, G.; Ključić, B., Određivanje prenosnih funkcija mreža pomoću algoritama za generisanje stabala grafa, *Zbornik radova sa 19. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Ohrid, Makedonija, juni 1975, 187-194.
63. Ključić, B., Jovanović-Doleček, G., Generation of trees by generating of classes, *Proc. Of Int. Symp. on network Theory ISINT 75*, Split, Croatia, September 1975, 439-447.
64. Ključić, B.; Jovanović-Doleček, G., Primjena topološke formule unistorgrafa za računanje Linearnog stacionarnog modela Leontieff'a, *Proc. of the Yugoslavian Symp. SYM-OP-IS 75*, Herceg Novi, Crna Gora, October 1975, 217-222.
65. Matić, B.; Kostiljeva, N. E.; Salihbegović, A., Variable structure process control system, *Technology, Science, Engineering* 8, Energoinvest, Sarajevo 1975, 5-20.
66. Salihbegović, A., Application of modular SUPS system for control of metallurgical processes, *Symposium on control of metallurgical processes*, Lipeck, USSR, 1975.
67. Salihbegović, A., One industrial version of adaptive controller, *Informatica*, Bled, Yugoslavia 1975.
68. Salihbegović, A., The use of SUPS system for solution of complex automation tasks in power plants, *Colloquium on Informatics, CIGRE*, Cavtat, Yugoslavia 1975.
69. Šabanović, N.; Vujović, M.; Memić, N., Upuštanje i reverzija asinhronog kliznokolutnog motora, *Zbornik radova ETAN 75*, Ohrid 1975.
70. Tošović, Lj., Skaliranje matrice koeficijenata u problemima linearnog i nelinearnog programiranja, *Zbornik radova ETAN 75*, Ohrid 1975, 883-892.

1976.

71. Čečez-Kecmanović, D.; Ključić, B.; Mandžić, A.; Mateljan, T., Development of informatics in Bosnia and Herzegovina, *Proc. of the Symp. Informatika*, Bled, Slovenia 1976.
72. Jovanović-Doleček, G.; Ključić, B., A Method for generating directed trees by generating directed classes, *Proc. of the European Conf. on Circuit Theory And Design*, *ECCTD 76*, Genoa, Italy, September 1976, 28-33.

73. Ključić, B.; Salčić, Z., An algorithm for testing genusone and drawing oftoroidal graphs, *Proc. of the IEEE Int. Conf. On Circuits and Systems*, Munich 1976.
74. Ključić, B.; Salčić, Z., Realizacija proizvoljne neplanarne električne mreže pomoću triplanarne mreže, *Zbornik radova sa 20. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Opatija, juna 1976, 281-286.
75. Salihbegović, A., Modern concepts in control of processes and application of microprocessors, *Informatica 1976*, Bled, Yugoslavia, 1976.
76. Sijerčić, F.; Antonijević, M., Sistemi za mjerenje protoka i izbor za mjerenje protoka otpadnih voda, *Zbornik radova JUREMA* 21(3), 1976, 87-90.

1977.

77. Čečez-Kecmanović, D.; Kovač, D.; Peruničić, B., Information systems development life cycle – a methodological analysis, *Informatika*, Bled, Slovenia 1977.
78. Draganović, Lj.; Memić, N.; Sazdovski, M., Regulacija temperature izduvnih gasova u konusu ulaznog motora, *III jugoslovenski aerokosmonautički kongres*, Mostar, juni 1977.
79. Gligić, V., Funkcionalne karakteristike hibridnog sistema IMP 5000/PDP 11, *Zbornik radova I bosanskohercegovačkog simpozijuma iz Informatike*, Sarajevo 1977.
80. Hasanbegović, Dž., Jedan pristup rješavanju problema dijagnosticiranja višestrukih kvarova tipa permanentna 0,1 u složenim kombinacionim strukturama, *Zbornik radova I bosanskohercegovačkog simpozijuma iz Informatike*, Sarajevo 1977.
81. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Primjena algoritma za generisanje stabala generisanjem klasa u modifikovanim topološkim formulama (The application of algorithm forgeneration of trees by generating of classes in modified topological formula), *Zbornik radova sa 21. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Banja Luka, 6–10. juna 1977, 145-151.
82. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Topological formulas for network sensitivity calculation, *Proc. of Summer Symp. on Circuit Theory, SSCT 77*, Prague, Czechoslovakia, October 1977, 368-372.
83. Muradbegović, M.; Peruničić, B.; Mateljan, T., Access to the higher education during expansion of education, *Proc. of the Conf. University Today*, Dubrovnik 1977.
84. Pašić, Z.; Bekić, S., The synthesis of structure of the static device for three-pole automatic reclosing of circuit breakers, *I jugoslovensko savjetovanje o relejnoj zaštiti u EES*, Ljubljana, 6–7. oktobar 1977, XVI/1-XVI/19.

85. Pašić, Z.; Kreso, S., Some aspects of development of the device for differential protection, *I jugoslovensko savjetovanje o relejnoj zaštiti u EES*, Ljubljana, 6–7. oktobar 1977, XVII/1-XVII/14.
86. Pašić, Z.; Živković, B., Statički modularni sistem za zaštitu, signalizaciju i upravljanje elektroenergetskih postrojenja, *Zbornik radova sa Savjetovanja o planiranju, izgradnji i eksploataciji elektro-distributivnih mreža Jugoslavije* 2, Herceg Novi, 10–14. oktobar 1977, 323-330.
87. Peruničić, B.; Čečez-Kecmanović, D., Generalized node: a way to describe an object system, *Proc. of the I Information Technology Symp.*, Sarajevo, 25–27. april 1977.
88. Peruničić, B.; Čečez-Kecmanović, D.; Mateljan, T., Jedan koncept informacionih sistema u visokom obrazovanju (A concept of information systems in higher education), *Proc. of the I Information Technology Symp.*, Sarajevo, 25–27. april 1977, V/15-V/23.
89. Salihbegović, A., Concepts in design of control and stabilisation of aircraft and implementation of fly-by-wire principle, *Third Conference of Yugoslav aeronautical Society*, Mostar, Yugoslavia 1977.
90. Salihbegović, A., The algorithm of operation and realisation of adaptive controller in SUPS system, *Symposium on control in industry*, Budapest, Hungary 1977.
91. Salihbegović, A., The application of microprocessors in design and realisation of programmable logic controller – PLC, *Informatica 1977*, Bled, Yugoslavia 1977.

1978.

92. Benca, I., 1978, Problemi pouzdanog rada modifikovanog McMurray invertora kao izvršnog organa u konturi regulacije koordinata kaveznog asinhronog motora, *III savjetovanje Energetska elektronika*, Zagreb, 23–26. 5. 1978.
93. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Izosimov, D. B., Upravljanje mehaničkih koordinata kaveznog asinhronog motora, *III savjetovanje Energetska elektronika*, Zagreb, april 1978.
94. Čečez-Kecmanović, D.; Kovač, D.; Peruničić, B., An approach to the development of management information systems, *Proc. of the IV JUPITER Conf.*, Cavtat 1978.
95. Čečez-Kecmanović, D.; Peruničić, B.; Baručija, M.; Kovač, D.; Mandžić, A., Methodological aspects of information systems development, *Proc. of the II Symp. on Social Information Systems*, Zagreb, Croatia 1978.

96. Čečez-Kecmanović, D.; Peruničić, B.; Kovač, D., A structured approach to the information system development, *Proc. of the II Information Technology Symp.*, Jahorina, 3–6. aprila 1978.
97. Čečez-Kecmanović, D.; Peruničić, B.; Kovač, D., Analysis of methods ininformation system development, *Proc. of the II Information Technology Symp.*, Jahorina, 3–6. aprila 1978.
98. Čečez-Kecmanović, D.; Peruničić, B.; Kovač, D.; Baručija, M., Methodological problems of information systems development, *Proc. of the II Information Technology Symp.*, Jahorina, 3–6. aprila 1978.
99. Hasanbegović, Dž., Metoda formiranja dijagnostičkog testa za višestruke kvarove u složenim kombinacionim strukturama, *XXII konferencija ETAN*, Zadar 1978.
100. Izosimov, D. B.; Matić, B.; Utkin, V. I.; Šabanović, A., Utilization of sliding modes in the control of electric machines, *Technology – Science – Engineering* 12: Energoinvest, Sarajevo 1978, 7-9. (The paper was first published in Russian, in the *Ann. of reports of the Academy od Sci. USSR* 241(4), Moscow 1978)
101. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Jedan algoritam za nalaženje maksimalno pouzdane podmreže bez redundantnih grana (An algorithm to find maximalreliable sub-network without redundant branches), *Proc. of the II Information Technology Symp*., Jahorina, 3–6. aprila 1978, 301/1-301/5.
102. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Računanje osjetljivosti mreža preko teorije grafova (A graph theory approach to network sensitivity calculation), *Zbornik radova sa 22. jugoslovenske konferencije ETAN -I*, Zadar, 12–16. juna 1978, 111-115. (awarded as best paper).
103. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B.; Baručija, M., Struktura podataka za efikasno računanje jednog problema pouzdanosti komunikacionih mreža (Datastructure for efficient calculation of communication network reliability), *Proc. of the II Information Technology Symp.*, Jahorina, 3–6. aprila 1978, 304/1-304/8.
104. Pašić, Z.; Živković, B.; Grgić, Z., Unificirana rješenja sekundarne opreme transformatorskih stanica, *Jugoslovenski simpozij Vođenje i automatizacija elektroenergetskih sistema*, Ljubljana, 5–6. oktobar, 1978, XVI/1-XVI/9.
105. Peruničić, B.; Škrbić, M.; Milovanović, R., Jedan algoritam za nalaženje vjerovatnoće postojanja puta između dvije tačke u generalnoj probabilističkoj mreži (Probability of connection between two nodes in the generalized probabilistic network), *Zbornik radova sa 22. jugoslovenske konferencije ETAN-III*, Zadar, 12–16. juna 1978, 339-346.
106. Redžić, E.; Kesić, P., Uticaj nekih fizičkih i konstruktivnih parametara

na karakteristike fluidičkog vrtložnog davača ugaone brzine (brzinskog žiroskopa), *Zbornik radova HIPNEF – 1978*, Beograd 1978.

107. Stikić, Ž.; Kesić, P., Analiza rada fluidičkog mlazničnog davača ugaone brzine (brzinskog žiroskopa), *Zbornik radova HIPNEF – 1978*, Beograd 1978.
108. Šabanović, A.; Izosimov, D. B., Sinteza sistema za upravljanje kaveznom asinhronom mašinom, *III savjetovanje Energetska elektronika*, Zagreb, april 1978.
109. Turčinhodžić, F., Kompjuterizovani saobraćajni sistem, *Zbornik radova JUREMA* 23(5), 1978, 19-26.

1979.

110. Avdić, S.; Oručević, F., Funkcionalne aplikacije procesnih računara u informacionom sistemu površinskog kopa s integralnom mehanizacijom, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(1), 1979, 193.
111. Čečez-Kecmanović, D.; Peruničić, B., A generalised point method for object system description, *Proc. of the III Information Technology Symp.*, Jahorina, 26–29. marta 1979.
112. Draganović, Lj.; Memić N.; Sazdovski M., Mjerenje temperature s pomoću termoelementnog i termootpornog davača i problem galvanske izolacije, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(3), 1979.
113. Gligić, V., Komunikacione rutine u hibridnim sistemima IMP 5000/PDP 11-34, *Zbornik radova III BiH Simpozijuma iz informatike*, Sarajevo 1979.
114. Hasanbegović, Dž., Tehnička dijagnostika digitalnih sistema (pregled literature), *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(2), 1979, 49-52.
115. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., A new method for directed trees generation, *Proc. of the Int. Symp. on Network Theory*, Ljubljana, Slovenia, October 1979, 139-142.
116. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Izračunavanje ukupne pouzdanosti generisanjem referentnih skupova grafa, *Proc. of the III Information Technology Symp.*, Jahorina, 26–29. marta 1979, 323/1-323/6.
117. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Računanje uticaja pouzdanosti grane na ukupnu pouzdanost mreže, *Proc. of the III Information Technology Symp.*, Jahorina, 26–29. marta 1979, 324/1-324/6.
118. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Symbolic network function approach to the sensitivity calculation (in sc), *Proc. of Int. Symp. INFORMATICA 79*, Bled, Slovenia, October 1979, 6.205.

119. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Topological formula for network over all reliability computation, *Proc. of the Int. Symp. on Network Theory*, Ljubljana, Slovenia, October 1979, 143-147.
120. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Topološka formula unistorgrafa (Topological application of unistorgraphs), *Zbornik radova sa 23. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Maribor, 11–15. juna 1979, 113-119.
121. Kesić, P., Vrtložna mjerila protoka, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(3), 1979.
122. Kesić, P.; Stanković P., Jedna jednostavna metoda određivanja vlastite karakteristike regulacionih ventila, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(3), 1979.
123. Marinković, R., Jedna metoda mjerenja protoka i zapremine na naftovodima i produktovodima, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(3), 1979.
124. Matić, B.; Lačević, H., Upravljanje prelaznim stanjima kompleksnih objekata, *Automatika* XX(1–2), Zagreb 1979, 32-37. (Isti tekst u: *Tehnika, nauka, inženjering* 12, Energoinvest, Sarajevo 1978, 85-92)
125. Peruničić, B.; Jovanović-Doleček, G., Primjena unistorgrafa za računanje pouzdanosti mreža, *Yugoslavian Symp. SYM-OP-IS 79*, Herceg Novi, Crna Gora, oktobar 1979, 86-92.
126. Šabanović, A.; Izosimov, D. B., 1979, Application of Sliding Modes to Induction Motor Control, *Industry Application Society, IEEE IAS Annual Meeting*, Cleveland, USA, September 30 – October 4, 1979.
127. Vlačić, Lj.; Pašić H., Automatizacija flotacionih procesa, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(1), 1979, 79-82.
128. Zimonjić, S.; Humo, E., Principi novog nastavnog plana Odsjeka za automatiku i elektroniku Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 24(4), 1979, 23-26.

1980.

129. Avdagić, Z., Electronic converter PTFI-400, *Proceedings of JUREMA* 25(2), 1980.
130. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B.; Brodić, T., The estimation of pipe network reliability (in sc), *Proc. of the IV Information Technology Symp.*, Jahorina, April 1980, 423.1-423.5.

131. Matić, B., Problemi razvoja automatike kod nas, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA 25, 1 – Automatizacija*, Zagreb 1980, 195-198.
132. Matić, B., Protok kao regulirana veličina u regulacionom krugu, *Mjerenje protoka 1(3), Škola mjerenja, automatike i kibernetike, JUREMA*, Zagreb 1980, 57-63.
133. Pašić, Z.; Vasić, M., Algoritam automatskog prelaska na izvor prioritetnog napajanja, *Zbornik II jugoslovenski simpozij o relejnoj zaštiti i lokalnoj automatizaciji EES*, Ljubljana, oktobar 1980, 187-194.
134. Peruničić, B.; Durić, Z., Jedan računarski postupak za crtanje planarnog grafa (An algorithm for drawing straight line representation of planar networks), *Zbornik radova sa 24. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Priština, 9–13. juna 1980, 103-110.

1981.

135. Babić, G.; Peruničić, B.; Škrbić, M., Analiza međusobnog uticaja pouzdanosti i prosječnog vremena kašnjenja u računarskim komunikacionim mrežama na bazi komutacije paketa (Reliability analysis in package switching computer communications network), *Zbornik radova sa 25. jugoslovenske konferencije ETAN-III*, Mostar, 8–12. juna 1981, 215-223.
136. Behlilović, N.; Jovanović, P., Dinamičke karakteristike ekstremno brzih elektromagnetnih stabilizatora napona, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
137. Benca, I.; Delibegović, J., Korištenje metoda Ziegler-Nickolsa kod podešavanja parametara regulatora u uređajima energetske elektronike, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
138. Bilalović, F.; Mušić, O., Analiza osjetljivosti dinamičkih modela rotorskog kola kavezne asinhrone mašine, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981, II/494-II/499.
139. Bilalović, F.; Šabanović, A., Napajanje kavezne asinhrone mašine regulisanom strujom iz invertora napona, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
140. Čečez-Kecmanović, D.; Kovač, D.; Peruničić, B., A structured approach to information systems development, *Proc. of the V Information Technology Symp.*, Jahorina, March 1981.
141. Džoić, A.; Eminović, L.; Fazlagić, S.; Tanović, E.; Mulabegović, S.; Cvetanović, Ž.; Milivojević, D.; Milašin, D., Mikroračunarski sistem za nadzor brodskog motornog postrojenja, *Colloquium proceedings*, Academy of Science of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo 1981.

142. Džoić, A.; Eminović, L.; Milašin, D.; Knežević, V.; Salihbegović, A., Prikaz sistema za skladišta naftnih derivata, *Colloquium proceedings*, Academy of Science of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo 1981.
143. Grubić, D.; Benca, I.; Močević, Dž., Dinamika invertora sa širinsko-impulsnom modulacijom, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
144. Hadžimejlić, N.; Imamović, Z., Izbor sistema upravljanja elektromehaničkog servomotora, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
145. Jovanović, P.; Behlilović, N., Vrlo brzi elektromagnetni regulacioni ispravljači, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
146. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., The computer estimation of edge contribution in a communication network overall reliability (in sc), *Proc. of the V Information Technology Symp.*, Jahorina, March 1981, 106.1-106.11.
147. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Topological formula for sensitivity of the overall network reliability to the individual network elements, *Proc. of the European Conf. on Circuit Theory and Design*, *ECCTD 81*, The Hague, The Netherlands, Aug. 1981, 671-674.
148. Lačević, M.; Marjanović, N.; Žarković B., Uređaj za besprekidno napajanje u elektroprivrednim objektima, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
149. Marjanović, N.; Pajić, M., Poboljšanje RC zaštite tranzistora, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
150. Matić, B., Regulacioni ventil kao elemenat regulacione konture, *Seminar Regulacioni ventili, JUREMA*, Sarajevo 1981, 59-69.
151. Peruničić, B.; Jovanović-Doleček, G., Jedan topološki postupak za određivanje funkcija višekrajnih mreža, *Zbornik radova sa 25. jugoslovenske konferencije ETAN-III*, Mostar, 8–12. juna 1981, 287-293.
152. Salihbegović, A. et al., State of art and new possibilities in mathematical modelling of processes, *Colloquium proceedings*, Academy of Science of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo 1981.
153. Sekulić, S.; Duvnjak, R., Način generisanja sinusoide za invertor besprekidnog napajanja, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
154. Šabanović, A.; Bilalović, F., Primjena kliznih režima u upravljanju električnih mašina, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
155. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Mušić, O., Dobijanje širokofrekventnih informacija o ugaonoj brzini i ugaonom ubrzanju rotora električnih mašina, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.

156. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Mušić, O.; Mehmedović, F., Squirrel cage induction motor control system in the sliding mode, *VIIIth World IFAC Congress*, Kyoto 1981.
157. Vatrenjak, M.; Žarković, B., Dijapazon upravljanja i uzroci havarijskih stanja tiristorskih ispravljača, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
158. Vujović, M.; Mehmedović, F.; Delibegović, J., Sinteza regulacione konture upravljanja momenta istosmjerne mašine, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
159. Vujović, M.; Vatrenjak, M., Sinteza regulacionog sistema momenta istosmjerne mašine, *IV savjetovanje Energetska elektronika*, Sarajevo 1981.
160. Žugić, S.; Vujović, M., Sistem upravljanja istosmjerne mašine, pogon za valjaoničke stanove, *III savjetovanje Automatizacija u crnoj metalurgiji*, Kiseljak 1981.

1982.

161. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Mušić, O., A variable structure system for squirrel cage induction motor control, *2nd Annual International Conference MOTORCON '82*, San Francisco, CA, March 1982.
162. Jovanović-Doleček, G.; Peruničić, B., Upper bound reliability computation (in sc), *Proc. of Yugoslavian Symp. for Telecommunication YUTEL 82*, Ljubljana, Slovenia, October 1982, K/2-1–K/2-2.
163. Marjanović, N., Semiconductor Auto-Transformer with Continuous Voltage Transformation Ratio Variation, *Proceedings of the PCI/MOTORCON'82*, Geneva, September 28–30, 1982, 262-267.
164. Matić, B., Some problems associated with robot sensors force and vision and actuators DC/AC and electrohydraulics, *USA – Yugoslav Academy of Science Symp. in Robotics*, Portorož, Yugoslavia 1982.
165. Mušić, O.; Hadžimejlić, N.; Šabanović, A.; Bilalović, F., Three phase invertor for supplying squirrel cage induction motors, *Proceedings of the PCI/MOTORCON'82*, Geneva, September 28–30, 1982, 232-239.
166. Pašić, J.; Peruničić, B., Jedan pristup upravljanju tokovima u mreži, *Zbornik radova sa 26. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Subotica, 7–11. juna 1982, 249-256.
167. Pašić, Z.; Mićanović, Z.; Molinar, Ž., Frekventni rele na bazi Butterworthovog NP filtra, *III jugoslovenski simpozij o zaštiti i lokalnoj automatici elektroenergetskih sistema*, Ljubljana, oktobar 1982.
168. Peruničić, B.; Jovanović-Doleček, G., The computation of multiterminal network function by using the method for all trees generation by generating

EDS (in sc), *Zbornik radova sa 26. jugoslovenske konferencije ETAN-I*, Subotica,7–11. juna 1982, 243-247.

169. Redžić, E.; Kesić, P.; Matić, B., Racionalizacija potrošnje toplotne energije u stanovima mjerenjem potrošnje, *Savjetovanje o racionalnoj potrošnji i štednji energije*, Osnovna privredna komora, Sarajevo, 23–24. februar 1982.
170. Salihbegović, A., Real time operating system for multiprocessor environment, *JUREMA, Conference*, Zagreb, Yugoslavia 1982.
171. Salihbegović, A., Realisation of digital control algorithms using LSI circuits and single chip microcontrollers, *ETAN*, Subotica Yugoslavia, 7–11 June 1982.
172. Salihbegović, A., The review of design solutions for process control system on 110 MW power plant using SUPS system, *Symposium on Power plants control*, Sarajevo, Yugoslavia 1982.
173. Šabanović, A., Application of sliding modes to the control of electric drives, *Industrial Applications Society, IEEE-IAS-1982 Annual Meeting*, San Francisco, October 4–7, 1982.
174. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Mušić O., Control of angular position, speed, acceleration and shaft torque of induction motor, *2nd Annual International Conference MOTORCON'82*, San Francisco, CA, March 1982.
175. Vujović, M., Primjer realizacije sistema za četverokvadrantno upravljanje istosmjerne mašine bez momentne pauze, *I savjetovanje o elektromotornim pogonima*, Opatija 1982.
176. Vujović, M.; Žugić, S., Regulisani elektromotorni pogon za upravljanje dodavačima uglja za termoelektrane velike snage, *VI savjetovanje o termoelektranama*, Sarajevo 1982.

1983.

177. Bilalović, F.; Mušić, O.; Šabanović, A., Buck converter regulator operating in the sliding mode, *Proceedings of the 7th International Conference on Power Conversion PCI'83*, Orlando, April 1983, U.S.A., *331-340,*
178. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Mušić, O.; Izosimov, D. B., Current inverter in the sliding mode for induction motor control, *Third IFAC Symposium*, Lausanne, Switzerland, September 1983.
179. Durić, Z.; Peruničić, B., An algorithm to recognize a planar graph in a binary at scene, *Proc. of PPPR*, S. Toplice, Croatia, 1983.
180. Džoić, A.; Eminović, L.; Milašin, D.; Knežević, V.; Salihbegović, A., Prikaz rješenja prikupljanja procesnih signala pomoću mikroračunarskog sistema za nadzor i vođenje industrijskih postrojenja, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automatizaciju, JUREMA* 28 (2), 1983.

181. Matić, B., Stanje i perspektive opremanja energetskih objekata domaćim sistemima i uređajima automatike u SFRJ (uvodni referat sekcije V – automatsko upravljanje), *Jugoslovenski komitet svjetske konferencije za energiju*, Beograd, 12–14. januar 1983.
182. Matić, B., Univerzitet i njegovo okruženje: na primjeru tehničkih fakulteta, *Univerzitet danas*, Zajednica univerziteta Jugoslavije, Dubrovnik, august 1983.
183. Nikolić, A.; Milivojević, D.; Durić, Z.; Kajmaković, Z., Realization of structure for sorting and assembling tasks with robot and video sensor, *Proc. of NUMA and Robots*, Beograd, Yugoslavia, 1983.
184. Pašić, J., Modeliranje upravljanja tokovima u sistemima za transport medija upotrebom tabela odluka, *Zbornik radova ETAN*, Struga 1983.
185. Pašić, Z.; Mulabegović, S.; Molnar, Ž.; Vidović, N.; Vasić, M., Automatski sistem upravljanja u transformatorskim stanicama, *XVI Savjetovanje CIGRE*, Opatija, maj 1983.
186. Peruničić, B.; Durić, Z., Jedan algoritam za analizu topologije ravnih binarnih scena (An algorithm for binary scenes topology analysis), *Zbornik radova sa 27. jugoslovenske konferencije za ETAN-IV*, Struga, 6–10. juna 1983, 609-616.
187. Salihbegović, A., Data acquisition and presentation system based on microprocessors, *XXXVIII JUREMA Conference*, Zagreb Yugoslavia, 1983.
188. Salihbegović, A., Realisation of discrete control algorithms using LSI circuits and single chip Microcontrollers, *ETAN*, Subotica Yugoslavia, 1983.
189. Šabanović, A.; Izosimov, D. B.; Bilalović, F.; Mušić, O., Sliding mode in controlled motor drives, *Third IFAC Symposium*, Lausanne, Switzerland, September 1983.
190. Škrbić, M.; Peruničić, B.; Dragić, T.; Babić, G., Jedan metod procjene kvaliteta topologije telekomunikacione mreže (A method for evaluation of quality of topology of the telecommunication networks), *Zbornik radova sa 27. jugoslovenske konferencije za ETAN-IV*, Struga, 6–10. juna 1983, 241-248.
191. Vlačić, Lj.; Matić, B., Performance evaluation of distributed process control systems based on Forrster-Perros model, *Proc. IEEE-MELECON '83*, Athens, Greece, May 24–26, 1983, C8.08.
192. Vukmirović, S., Upravljanje MHD postrojenjem, *Tehnička MHD konferencija u organizaciji SIZ-a nauke Energoinvesta*, Sarajevo, april 1983.
193. Vukmirović, S.; Vidović J.; Lačević, H., Koncept sistema automatskog upravljanja MHD elektranom, *Zbornik radova Jugoslovenskog komiteta svjetske konferencije za energiju*, Beograd, januar 1983.

1984.

194. Belojica, M.; Vujović, M., Računarska simulacija sistema regulacije istosmjernog motora na bazi SPS algoritma, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
195. Ćipović, H.; Milivojević, D.; Kajmaković, Z., Planar Object Recognition By The Computer Vision Method, *Proceedings of the 3rd Intl. Conf. on Robot Vision and Sensory Controls*, Cambridge UK, 16 February 1983. DOI: 10.1117/12.939218
196. Damić, V.; Pstrocki, V., Elektrohidraulički servoventili – Razvoj i primjena, *20. stručni skup Hidropneumatske automatike*, Beograd 1984.
197. Kezunović, M.; Peruničić, B., Digital processing errors in numerical distance paramet erestimation, *Proc. of the 19th UPEC*, Dundee, UK, April 8–12, 1984.
198. Lučić, Z.; Marjanović, N., Poluprovodnički AC stabilizator sa kontinualnom regulacijom napona, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
199. Marjanović, N., Adaptivna RCD zaštita tranzistora u mosnoj mreži, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
200. Mašić, S.; Šabanović, A., Analiza dinamičkih karakteristika asinhronog motora napajanog iz prevarača sa širinsko impulsnom modulacijom, *V savjetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20 juni 1984.
201. Matić, B., Problemi rukovođenja univerzitetom: jugoslovensko iskustvo, *Bilten Univerziteta u Sarajevu* XXIV(72), 1984, 29-35. (izlaganje na 26. sesiji Evropske rektorske konferencije održane krajem augusta 1983. godine u Dubrovniku)
202. Matić, B., Univerzitet i njegovo okruženje, *Bilten Univerziteta u Sarajevu* XXIV(73), 1984, 9-14.
203. Moćević, Đ.; Grubić, D., Upravljanje statičkim prekidačem u sistemu besprekidnog napajanja sa McMurray invertorom, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
204. Pajić, M.; Marjanović, N., Zaštita tranzistora tiristorskom sklopkom, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
205. Peruničić, B.; Rajnpreht, N.; Durić, Z., A real time topology update, *Proc. 8th Power System Computation Conference*, Finland, August 1984.
206. Peruničić, B.; Reinprecht, N., Struktura podataka za određivanje topologije mreže u realnom vremenu, *Proc. of the VIII Information Technology Symp.*, Jahorina, 26–30. marta 1984, 281/1-281/9.

207. Reinprecht, N.; Peruničić, B., On-line power network topology up-date, *Proc. 8th Power System Computation Conference*, Finland, August 1984.
208. Salihbegović, A., Development and design of of petrol tank farm supervisory system, *XXXIX JUREMA Conference*, Plitvice Yugoslavia, April 1984.
209. Salihbegović, A., Simulation of continuous and discrete processes on digital computers with modules for importing and exporting analogue and discrete signals, *XXXIX JUREMA Conference*, Plitvice Yugoslavia, April 1984.
210. Slinić, Z.; Žarković, B., Kriteriji kod izbora tipa DC/DC pretvarača, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
211. Topić, E.; Šabanović, A.; Hadžimejlić, N.; Belojica, M., Program for Simulation of Three Phase Thyristor Bridge on Digital Computer, *V savjetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20 juni 1984.
212. Vatrenjak, M.; Popić, A., Neki aspekti projektovanja srednje frekventnih pretvarača kod grijanja i topljenja indukcijom, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.
213. Vlačić, Lj.; Matić, B., Multicriterion analysis of dynamic properties of hierarchical distributed process control system structure, *Proc. The First European Workshop on The Real Time Control of Large Scale Systems*, University of Patras, Greece, july 9–12, 1984, 124-129.
214. Vlačić, Lj.; Matić, B.; Lačević, H.; Božin, A.; Arnautović, S., ASRU 8: a new approach to process control engineering, *Proc. IFAC Workshop on Systems Engineering Approaches in Control Engineering*, Noordwijkerhout, The Netherland, March 26–28, 1984, 54-57.
215. Vlačić, Lj.; Matić, B.; Lačević, H.; Božin, A.; Arnautović, S., ASRU 8: Novi pristup automatizaciji procesa, *Zbornik radova sa 28. konferencije ETAN*, Split, 4–8. juna 1984, rad IV.297.
216. Vujović, M.; Belojica, M., Računarska simulacija sistema regulacije istosmjernog motora na bazi algoritma sa promjenljivom strukturom, *V savjetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20 juni 1984.
217. Vujović, M.; Šabanović, A., One solution of Motor Speed Control Based on Reley-Type Algorithm, *PCI 84*, London 1984.
218. Vujović, M.; Šabanović, A., Regulacija mašine JSS primjenom teorije sistema sa promjenljivom strukturom, *V savjetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20 juni 1984.
219. Vukmirović, S.; Matić, B., Stanje, trendovi razvoja CAD/CAM sistema i razrada načina formiranja CAD/CAM laboratorije, *Bilten* 23, Energoinvest – SIZ nauke, Sarajevo 1984.

220. Žarković, B.; Belojica, M., Matematički model havarijskog stanja puno-upravljivog tiristorskog mosta u rekuperativnom režimu rada, *V savetovanje Energetska elektronika*, Ljubljana, 18–20. 6. 1984.

1985.

221. Ćipović, H.; Durić, Z.; Kajmaković, Z.; Lenger, D., A vision controlled robot system for sorting of complex curved parts, *Proc. of JUROB*, Rijeka, Croatia, 1985.
222. Durić, Z., Sorting of elongated objects, *Proc. of Yugoslav Symposium on Applied Robotics V*, Banja, Yugoslavia 1985.
223. Gligić, V. et al., Realization of a structure for sorting and assembling with a robot and video sensor, *International Conference on Problems in Industrial Robotics*, Varna, October 1985.
224. Gligić, V., Contur recognition based on spatial harmonics analysis, *Zbornik radova X symposium Informatika*, Jahorina, Sarajevo 1985.
225. Kezunović, M.; Kreso, S.; Peruničić, B., Digital algorithms for parameter estimation in distance protection, *Proc. of the Conf. on Present Day Problems of Power System Automation and Control*, Gliwitze, Poland 1985.
226. Kezunović, M.; Kreso, S.; Petrović, O., A Multi-Microprocessor Based Distance Relay: Design Requirements and Implementation Characteristics, *IFAC Proceedings* 18(7), 1985, 459-465.
227. Lenger, D.; Ćipović, H., Shape Recognition of Complex Object By Syntactical Primitives, *Proc. of SPIE 0548, Application of Artificial Inteligence II*, 15 April 1985. DOI: 10.1117/12.948413
228. Matić, B., Faktori koji određuju kvalitet studija, *Bilten Univerziteta u Sarajevu* XXIV(74), 1985, 48-52.
229. Pašić, Z., Microprocessor systems in automatic control of transformer substation, *VII Scientific Conf. for Power Industry*, DDR, Zittau, May 1985.
230. Peruničić, B.; Milosavljević, Č., Uslovi egzistencije kliznog režima u jednoj klasi analogno-diskretnih sistema promenljive strukture (Sliding mode existence conditions in a class of combined analog-discrete variable structure systems), *Zbornik radova sa 29. jugoslovenske konferencije za ETAN VII*, Niš, 3–7. juna 1985, 91-98.
231. Salihbegović, A. et al., Testing system for microprocessors based system using in circuit emulation and signature analysis techniques, *XXXX JUREMA Conference*, Zagreb, Yugoslavia 1985.
232. Salihbegović, A. et al., Design of LPU 500 programmable logic controller, *XXXX JUREMA Conference*, Zagreb, Yugoslavia 1985.

233. Salihbegović, A., Man-machine interface selection in process control systems with requirements on graphical hardware and software, *VIII Symposium on Informatics*, Jahorina, Yugoslavia 1985.
234. Salihbegović, A., Utilization of bond graph methods in modeling of dynamical systems – presentation of BONDGRAPH simulation package, *XXXX JUREMA Conference*, Zagreb, Yugoslavia 1985.
235. Venkataramanan, R.; Šabanović, A.; Ćuk, S., Sliding mode approach for speed control and speed estimation in DC motors, *Proceedings of the International MOTORCON Conference*, 1985, 184-194.
236. Venkataramanan, R.; Šabanović, A.; Ćuk, S., Sliding mode control of DC-DC Converters, *International Conference on Industrial Electronics Control and Instrumentation, IEEE IECON'85*, San Francisco, November 18–22, 1985, 251-258.
237. Vlačić, Lj.; Matić, B., The selection of hierarchical microcomputer-based process control system employing the multicriteria approach, *Proc. 11th IMACS World Congress*, Oslo, Norway, August 5–9, 1985, 381-384.

1986.

238. Avdagić, Z.; Hasanbegović, Dž., Practical circuit for detection and correction of double bit errors in RAM of 16.bit microprocessor systems, *Proceedings of 4th International Symposium on Technical Diagnostics, JUREMA* 36 (3), Dubrovnik 1986.
239. Avdagić, Z.; Kreso, S., Microcomputer data acquisition system based on high reliability in hard deadline processes, *Proceedings of ETAN 89*, Montenegro 1986.
240. Bilalović, F.; Mušić, O.; Šabanović, A.; Filipović, D.; Hadžimejlić, N., Realizacija sistema sa promjenljivom strukturom za upravljanje kavezne asinhrone mašine, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986, I/71-I/85.
241. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Damić, V.; Upravljanje otvorenih kinematičkih lanaca pomoću pozicionih servokontura sa motorima jednosmjerne struje, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
242. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Hadžimejlić, N., Realizacija sistema sa promjenljivom strukturom za upravljanje kavezne asinhrone mašine 4KW, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
243. Ćisić, R.; Šabanović, A.; Krzić, Z.; Herenda, A., Upravljanje brzine asinhrone mašine sa povratnom spregom po naponu statora, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.

244. Ćisić, R.; Šabanović, A.; Mušić, O.; Šabanović, N., Direktni DC/AC pretvarač, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
245. Gligić, V., O upravljanju nekih statičkih parametara multidimenzionalnih sistema putem kliznih režima, *Zbornik radova XXX jugoslovenska konferencija, ETAN*, Juni 1986.
246. Gligić, V., Prilog diskusiji o ulozi i korištenju matematičkih modela u ekonomici, *Okrugli sto u organizaciji Akademije nauka i umjetnosti SFRJ*, Novi Sad, mart 1986.
247. Hadžimejlić, N.; Damić, V.; Mušić, O.; Krzić, Z., Izvedba jednog tipa servo-sistema visokih dinamičkih kvaliteta, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
248. Hadžimejlić, N.; Šabanović, A., Realizacija imitatora opterećenja električnih mašina, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
249. Kezunović, M.; Kreso, S.; Vujović, P.; Peruničić, B.; Sadović, S., Application of digital computer technology to the implementation and testing of an integrated substation protection control system, *Int. Conf. on Large High Voltage Electric Systems*, Paris, France, august 1986.
250. Matić, B., Informacione tehnologije i univerzitet (uvodni referat), *Univerzitet danas, Zajednica univerziteta Jugoslavije*, Dubrovnik, 25. august, 1986.
251. Matić, B., Naučne pretpostavke razvoja, *Odjek* 3, 1986, 2.
252. Matić, B., Tehnologija stvaranja novih tehnologija, *JUROB 86*, Opatija, 9. april, 1986.
253. Matić, B.; Lekić, A., State-of-the-art of MHD research in Yugoslavia, *Proc. Int. Workshop on Fossil Fuel Fired MHD Retrofit of Existing Power Stations*, Roma, January 27–28, 1986.
254. Salihbegović, A. et al., One realisation of fast serial communication controller in distributed process control system, *MIPRO Conference*, Opatija, Yugoslavia 1986.
255. Sazdovski, M.; Stantić, B., A system for measurement of electrical and non-electrical values for MHD generator, *Nineth International conference on MHD electrical power generation*, Tsukuba, Ibaraki, Japan, novembar 1986.
256. Šabanović, A.; Bilalović, F., Sliding mode control of AC drives, *Conference Record of the 1986 IEEE Industry Application Society Annuaal Meeting, Part I*, Denver, Colorado, Sept. 30 – Oct. 3, 1986, 50-55. DOI: 10.1109/28.18871
257. Šabanović, A.; Šabanović, N.; Mušić, O., Sliding Mode Control of DC to AC Converters, *PESC Record – IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference*, 1986, 560-566. DOI: 10.1109/PESC.1986.7415607

258. Šabanović, N.; Šabanović, A., Sliding mode control of DC-AC Converters, *11th International Conference on Power Conversion PCI'86*, Munich, Germany, June 1986.
259. Šabanović, N.; Talajić, I.; Šabanović, A., Primjena metode usrednjavanja u prostoru stanja za modeliranje pretvarača u energetskoj elektronici, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
260. Vatrenjak, M.; Prašo, S., Projektovanje međufazne prigušnice kod dvostrukih trofaznih ispravljača vezanih u paralelu, *VI savjetovanje Energetska elektronika*, Subotica, 17–19. juni 1986.
261. Vlačić, Lj.; Matić, B., Evaluation of performances of process control systems and the choice of user-oriented process control systems based on the quasi satisfying decision making, *Proc. IFAC/IMACS Int. Symp. on Control Systems*, Technical University of Vienna, Austria, September 22–26, 1986, 287-292. (Isti tekst u: *Simulation on Control Systems, Proc. of IFAC*, Pergamon Press, 1987, 251-256)

1987.

262. Avdagić, Z., Control of EMI/RFI disturbances in developing microcomputer structures, *Proceedings of Workshop EMI-RFI Design*, Stockholm 1987.
263. Bilalović, F., Servopogoni u robotici, *II jugoslovenski seminar o primjeni robotizacije, JUROB 87*, Opatija, april 1987, I/61-I/76.
264. Božin, A.; Matić, B.; Vlačić, Lj.; Arnautović, S., Optimal tuning of discrete PID controllers based on quadratic performance criteria, *Proc. IASTED, Int. Symp. on Modelling, Identificationand Control, MIC '86*, acta Press, 1987, 268-272.
265. Damić, V., Computer Aided Design of Robots Based on System Multilevel Modelling Aproach, *3. sovjetsko-jugoslavenski simpozij o robotici i fleksibilnoj automatizaciji*, Institut mašinovedenija Akademiji nauk SSSR, Moskva, 9–11. jun 1987.
266. Damić, V., Pristup projektiranju industrijskih robota korišćenjem simulacijskog paketa SIMULEX, *5. simpozij za primijenjenu robotiku i fleksibilnu automatizaciju, ETAN*, Bled, 1–4. lipnja 1987, 28-39.
267. Damić, V.; Džoić, A.; Radin, A., Fleksibilni proizvodni sistemi – Pravci razvoja u UNISU, *Stručni seminar: Nivo i tendencije u području razvoja strojogradnje*, Sarajevo 1987, 39-50
268. Durić, Z.; Ćipović, H., Determination of position and orientation of objects, *Proc. of Yugoslav Symposium on Applied Robotics*, Bled, Slovenia, 1987.

269. Feher, M.; Pašić, Z., Mjerenje smjera za primjene u brzim zaštitama, *V jugoslovensko savjetovanje u vođenju i automatizaciji EES*, Ljubljana, oktobar 1987.

270. Gligić, V. et al., Analitički pristup sintezi optimalnih zakona upravljanja režimom kočenja aviona pri slijetanju, *Zbornik radova VIII jugoslovenski kongres aerokosmonautike*, Mostar, juni 1987.

271. Hadžimejlić, N.; Šabanović, A., Klizni režimi kod mašina jednosmjerne struje napajanih preko mrežnih pretvarača, *JUREMA* 32, Zagreb, 22–25. juni 1987.

272. Kezunović, M.; Peruničić, B., Prospects for integrated control and protection system application in energy management system implementations, *NSF Conf. on Computer Relaying*, Blacksburg, Virginia, U.S.A., October 1987.

273. Lenger, D.; Ćipović, H., Extractions of Uniform Regions with Minimization of Noise Point Effect, *Proc. of SPIE 0657, Application of Artificial Inteligence IV*, 6. april 1987. DOI: 10.1117/12.938505

274. Matić, B., Učestvovanje na diskusiji, *Okrugli sto Razvoj visokog obrazovanja u SR Bosni i Hercegovini*, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 21. februar i 12. mart, 1987.

275. Pavelić, S.; Božin, A.; Belojica, M.; Rangelov, Z.; Bilalović, F., Robotski programski jezik ERL 1, *Zbornik radova V jugoslovenskog seminara za primijenjenu robotiku*, Bled, juni 1987.

276. Salihbegović, A. et al., Graphics controller design for distributed process control system, *MIPRO Conference*, Opatija, Yugoslavia 1987.

277. Salihbegović, A., Overview of Energoinvest systems and design solutions for power plant control – current state and future trends, *Symposium on Control in power plants*, Kuala Lumpur, Malaysia, 1987.

278. Šabanović, A.; Bilalović, F.; Šabanović, N., Klizni režimi u upravljanju mašina naizmjenične struje, *JUREMA* 32, Zagreb, 22–25. juni 1987.

279. Taljanović, H.; Pašić, Z.; Mičić, D., Sinteza frekventne zaštite, *V jugoslovensko savjetovanje u vođenju i automatizaciji EES*, Ljubljana, oktobar 1987.

280. Vlačić, Lj.; Matić, B., Control engineering of industrial plants: user-oriented approach, *Proc. of the IEEE – Fifth Int. Conf. on Systems Engineering*, Wright State University, U.S.A., September, 9–11, 1987, Ieee Catalog 87, CH2480 – 2: 415-418.

281. Vlačić, Lj.; Matić, B., User-oriented approach to CaCSD, *Proc. of the European Congress on Simulation* 3, The Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, September 21–26, 1987, 163-168.

1988.

282. Alikadić, E., Višestepeni regulacioni ventili, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 175-178.
283. Avdagić, Z.; Fazlagić, S., Microprocessor fault tolerant circuit, *Proceedings MIPRO 88*, Opatija 1988.
284. Babić, G.; Kovačević, D., Reliability tests of X-25 packet switching network based on the system Energonet-PS1, *MILCOM'88 1988. IEEE Military Communications Conference*, San Diego, California, U.S.A. 1988.
285. Bender, M.; Pstrocki, V., Elektrohidraulički servosistemi i neke od aplikacija razvijenih elektrohidrauličkih servoventila, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 203-206.
286. Bilalović, F., Upravljanje robotima, *III jugoslovenski seminar o primjeni robotizacije, JUROB 88*, Opatija, april 1988, 135-152.
287. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Mušić, O.; Hadžimejlić, N., Sinteza jednog nelinearnog regulatora brzine mašine jednosmjerne struje, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988, I/287-I/296.
288. Borić, N.; Jašarević, H., Kapacitivno mjerilo nivoa goriva, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 153-156.
289. Čizmić, B.; Durić, Z., A real time algorithm for the recognition of 2-D objects, *Proceedings of Real-Time Image Processing: Concepts and Technologies, International Society for Optics and Photonics*, April 1988, 96-99.
290. Ćipović, H.; Durić, Z.; Lenger, D., EKVI – visual sensor for advanced robots, *Proc. of Yugoslav-Russian Symposium on Applied Robotics*, Novi Sad, Yugoslavia 1988.
291. Ćipović, H.; Durić, Z.; Lenger, D.; Lenger, O.; Bogdanić, B.; Puljić, D.; Milovanović, S., EKVI – Energoinvest vision controller, *Proc. of JUROB*, Opatija, Croatia 1988.
292. Durić, Z.; Ćipović, H., A decision tree for industrial parts classication, *Proc. of ETAN*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina 1988.
293. Džuho, H.; Kesić, P.; Maksimović, J., Uticaj nekih geometrijskih parametara na performanse prirodno vrtložnih mjerila protoka, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 161-164.

294. Eminović, L.; Salihbegović, A.; Presentation of software organisation for communication subsystem in distributed control system, *MIPRO Conference*, Opatija, Yugoslavia 1988.

295. Hadžimejlić, N.; Ćišić, R.; Mušić, O., Izbor strukture sistema za sumiranje struja sa MHD-kanala, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.

296. Hajrić, F., Mjerna stanica sa cijevnim pruverom za mjerenje količine nafte, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 137-140.

297. Ivanković, M., Jedno rješenje okidnog stepena za tiristore, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.

298. Ivanović, G. J., Grupno-tehnološka analiza spektra dijelova regulacionih armatura kao osnova modeliranja i planiranja procesa u fleksibilnoj automatiziranoj proizvodnji, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(1), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 263-266.

299. Kenić, J.; Rizvanović, Š.; Lačević, H., Primjena digitalnog računarskog modula DRM-400 za proračun i korekciju tehnoloških parametara, *Zbornik radova VII stručno savjetovanje o termoelektranama Jugoslavije*, Opatija 1988.

300. Kesić, P.; Maksimović, J.; Pajić, V., Fluidičko vrtložno mjerilo protoka kao element mjerila potrošnje toplotne energije, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 157-160.

301. Marinković, R., Kalibraciona stanica za baždarenje mjerila protoka vodom i naftnim produktima, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 133-135.

302. Marinković, R., Značaj pouzdanog mjerenja na terminalima nafte i derivata, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 145-148.

303. Mehić, N.; Kapetanović, A., Primjer mikroprocesorski baziranih sistema, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(1), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 303-305.

304. Musić, M.; Tintor, T., Ultrazvučni mjerač protoka u cjevovodima, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 165-168.

305. Ostojić, M.; Borić, N.; Stikić, Ž., Analiza sila za upravljanje pozicije ventila i procedura izbora servomotora, *Proc. 2nd Symp. on Flow Measurement and Control, JUREMA* 33 (2), Zagreb, Jugoslavija 1988.
306. Peruničić, B.; Ilić, M.; Stanković, A., Short time stabilization of power systems via line switching, *Proc. of the Int. Symp. on Circuits and Systems*, Espoo, Finland 1988, 917-921.
307. Pstrocki, V.; Bender, M., Istraživanje i razvoj na polju elektrohidrauličkih servoventila, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 199-202.
308. Reljić, B., Uporedna analiza dinamičkih karakteristika dva različita tipa robotskih manipulatora sa revolutnom konfiguracijom, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(1), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 259-262.
309. Salihbegović, A. et al., Realisation of communication subsystem of one distributed control system, *XXXII ETAN Conference*, Sarajevo, Yugoslavia, 5–10 June 1988.
310. Salihbegović, A., Concepts and design solutions of ANSRU distributed process control system, *XXXII ETAN Conference*, Sarajevo, Yugoslavia, 5–10 June 1988.
311. Savatović, Lj., Uvođenje u proizvodnju specijalnih regulacionih ventila za nuklearne elektrane, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 183-185.
312. Sijerčić, F., Podešavanje i unificiranje mjernih karakteristika turbinskog mjerila protoka goriva, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 149-152.
313. Slinić, Z.; Sitnić, D.; Martinović, B., Regulacija struje zavarivanja snopom elektrona, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.
314. Stikić, Z.; Karača, K.; Reljić, B., Ispitivanje elektromehaničkih servomotora za kontinualno upravljanje, *Zbornik radova Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 195-198.
315. Šabanović, A.; Benitez, B.; Hashimoto, H.; Harashima, F., VSS approach to DC drives control, *19th IEEE Power Electronics Specialists Conference, IEEE PESC'88*, Kyoto, Japan, April 11–14, 1988.

316. Šabanović, A.; Hashimoto, H.; Harashima, F.; Šabanović, N., Sistemi sa promjenljivom strukturom u strujno upravljanim elektromotornim pogonima, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.
317. Šabanović, N.; Sakić, E.; Đogo, Đ.; Šabanović, A., Novi pristup interaktivnom modeliranju u energetskoj elektronici, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.
318. Tanović, E.; Fazlagić, S.; Mehić, E.; Avdagić, Z., Ship propulsion supervision control and protection system, *Proceedings of SORTA 88*, Zagreb 1988.
319. Tešanović, G., Procesni računar za mjerenje protoka EFC-2000 sa univerzalnom kalibracionom krivom, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 169-170.
320. Višnjevac, V.; Milašin, D.; Salihbegović, A., Performance estimation of token pass bus local industrial area network, *XXXII ETAN Conference*, Novi Sad, Yugoslavia 1989.
321. Vujošević, R., Računar u projektovanju regulacionih ventila, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 33(2), Zagreb, Jugoslavija, April 1988, 179-182.
322. Vujović, M.; Šabanović, A., Jedan metod upravljanja mašine jednosmjerne struje na bazi kliznih režima, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.
323. Vukmirović, S., Matrična portfolio metoda u razvoju integrisane tehno-poslovne strategije, *XI kongres Jugoslovenskog marketinga – JUMA*, Beograd, 12–14. oktobar 1988.
324. Žarković, B.; Šabanović, A., Primjena kliznih režima na upravljanje mašina jednosmjerne struje preko pretvarača sa prirodnom komutacijom, *VII savetovanje Energetska elektronika*, Beograd, 24–26. 10. 1988.

1989.

325. Aganagić, M.; Matić, B.; Vukmirović, S.; Tepavčević, S., Razvoj tehnološke strategije Energoinvesta, *Konferencija Razvoj nauke i tehnologije u poslovnim korporacijama*, Novi Sad, 1989.
326. Avdagić, Z., Microprocessor fault tolerant system based on algorithm of intelligent reasoning, *Proceedings of 6th IMECO*, Prague 1989.
327. Belojica, M.; Rangelov, Ž.; Pavelić-Kliska, S.; Bilalović, F., Obrada signala davača pozicije u kontroleru ECO I, *Zbornik radova 6. jugoslovenskog simpozijuma za primijenjenu robotiku i fleksibilnu automatizaciju*, Novi Sad, juni 1989.

328. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Filipović, D.; Pavelić, S.; Belojica, M.; Rangelov, Ž., Primjena kliznih režima za upravljanje robotskih manipulatora, *V jugoslovensko savjetovanje o robotizaciji, JUROB'89*, Rijeka, 19–21. april 1989.

329. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Filipović, D.; Pavelić, S.; Belojica, M.; Rangelov, Ž., Primjena kliznih režima u upravljanju robotskog manipulatora, *Zbornik radova JUROB 89*, Opatija, april 1989, 4/19-4/28.

330. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Mušić, O.; Filipović, D., Robot Control System with Variable Structure, *Proceedings of the IEEE Symposium on Industrial Robotics, ISIR 89*, Tokyo, October 1989, 1133-1140.

331. Bilalović, F.; Šabanović, A.; Pavelić, S.; Belojica, M.; Rangelov, Ž., Robot control system with variable structure, *Second International Conference on Robotics*, Dubrovnik, June 26–28, 1989.

332. Durić, Z.; Ćipović, H.; Milovanović, S., Methods of edge detection in digital pictures – an analysis of applicability to robot vision systems, *Proc. of JUROB*, Opatija, Croatia, 1989.

333. Gligić, V. et al., Neki noviji rezultati teorije sistema i upravljanja i njihov mogući doprinos tehnološkom razvoju, *Zbornik radova Monografija Jugoslavija i tehnološki razvoj*, Jugoslovenska naučna tribina, Beograd 1989.

334. Kezunović, M.; Peruničić, B., New methodology for optimal design of digital distance relaying algorithms, *Intl. Conf. on Power System Protection*, Singapore, September 1989.

335. Kreso, S., Mikroprocesorski baziran podsistem za nadzor frekvencije, *Zbornik radova XXXIII jugoslovenskj konferencijj ETAN-a*, Novi Sad, 12–17. juni 1989, VIII.267-VIII.274.

336. Matić, B., Tehnološki razvoj Jugoslavije – stanje i perspektive, *Tehnologija i razvoj*, Jugoslovenski savez društava za širenje naučnih saznanja "Nikola Tesla", Beograd, 1989, 3-18.

337. Ostojić, M., Robot Arm Control Using Total Load Compensation, *Proc. 12th IASTED Int. Symposium on Robotics and Manufacturing*, Santa Barbara, USA, November 1989.

338. Pašić, J.; Sarajlić, M., Jedan pristup predviđanju dnevnih opterećenja u elektroenergetskim sistemima, *Zbornik radova, ETAN*, Novi Sad 1989.

339. Pavelić-Kliska, S.; Rangelov, Ž.; Belojica, M.; Bilalović, F., Realizacija editor robotskog programskog jezika ERL I, *Zbornik radova 6. jugoslovenskog simpozijuma za primijenjenu robotiku i fleksibilnu automatizaciju*, Novi Sad, juni 1989.

340. Peruničić, B.; Kezunović, M.; Slobodan, L.; Šoljanin, E., Digital signal processing algorithms for power and line parameter measurements with low sensitivity to frequency change, *Conference Papers Power Industry Computer Application Conference*, 1989, 276-282.
341. Peruničić, B.; Levi, S.; Kezunović, M.; Šoljanin, E., Digital metering of active and reactive power in non-sinusoidal conditions using bilinear forms, *Proc. of the Int. Symp. on Network Theory*, 1989.
342. Rangelov, Ž.; Pavelić-Kliska, S.; Belojica, M.; Bilalović, F., Komunikacija čovjek-robot ostvarena u Energoinvestovom kontroleru ECO I, *Zbornik radova 6. jugoslovenskog simpozijuma za primijenjenu robotiku i fleksibilnu automatizaciju*, Novi Sad, juni 1989.
343. Salihbegović, A. et al., Realisation of controlling functions over industrial network, *JUREMA*, Plitvice, Yugoslavia 1989.
344. Šabanović, A., Microprocessor Implementation of the Sliding Mode Control of Electric Drives, *Motion Control and Electrical Drive conference, MCED'89*, Trieste, June 1989. (invited paper)
345. Višnjevac, V.; Milašin, D.; Salihbegović, A., Application of MINI MAP physical layer in token pass bus local area network*, 12 MIPRO Conference*, Opatija, Yugoslavia 1989.
346. Višnjevac, V.; Milašin, D.; Traljić, I.; Salihbegović, A., Performance estimation of a token bus industrial local area network, *INTELEC, International Telecommunications Energy Conference (Proceedings*), Firenze, Italy, 1989. DOI: 10.1109/INTLEC.1989.88257
347. Žugić, N.; Avdagić, Z., Integrated system for control of ship energy processes and its availability based on novel technologies and structures, *Proceedings of Brodogradnja* 37, Zagreb 1989.

1990.

348. Bilalović, F., A Permanent Magnet Synchronous Motor Speed Control System vith Variable Structure, *Proceedings of the IEEE Intternational Workshop on Variable Structure Systenms and Their Applications, VSS'90*, Sarajevo, March 1990, 292-304.
349. Bilalović, F., Variable Structure Control of Robot Powered by Permanent Magnet Syncronous Motors, *Proceedings of the IEEE Workshop on Intelligent Motion System*, Istanbul, Turkey, August 20–24, 1990, pp 292-304.
350. Gligić, V., Some Recent Development of Adaptive parameter Identification Methods Based on Utilization of VSS Principles, *Proceedings of the 1st IEEE International Workshop on Variable Structure Systems and Their Aplications*, Sarajevo, March 1990.

351. Kesić, P.; Pajić, V.; Džuho, H.; Uticaj gradnje usmjerivača na prirodno-vrtložno mjerilo protoka, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 35(2), 1990.
352. Maksimović, J.; Kesić, P.; Pajić, V.; Džuho, H., Mjerenje protoka gasovitih fluida prirodno-vrtložnim mjerilima protoka, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 35(2), 1990.
353. Matić, B., Porijeklo nemoći i oporavak univerziteta: jedan pogled iz industrije, *Bilten Univerziteta u Sarajevu* XXIX(77), 1990, 33-38.
354. Ostojić, M.; Šabanović, A., Robot Motion Control Based on Direct Compensation of Manipulator Dynamics, *Proc. 1st IEEE Int. Workshop on Advanced Motion Control (AMC'90)*, Yokohama, Japan, March 1990.
355. Ostojić, M.; Šabanović, A., Sliding Mode Like Motion Achieved by Direct Compensation of Plant Dynamics, *Proceedings of the IEEE Intternational Workshop on Variable Structure Systenms and Their Applications, VSS'90*, Sarajevo, March 1990.
356. Salihbegović, A. et al., The application of OSI model of control within MINI MAP network, *Symposium on communication in automation systems*, Maribor, Yugoslavia, October 1990.
357. Salihbegović, A., PC in role of monitoring and diagnosing the communication subsystem in distributed system, *Symposium on communication in automation system*, Maribor, Yugoslavia, October 1990.
358. Šabanović, A.; Šabanović N., VSS approach to motion control systems, *Proceedings of the IEEE Workshop on Intelligent Motion System*, Istanbul, Turkey, August 20–24, 1990.
359. Šabanović-Behlilović, N.; Šabanović, A., Variable structure system application to switching converters control, *Intelligent Motion Conference PCIM'90*, Munich, June 1990.

1991.

360. Arnautović, Z. M.; Lin, P. M., Symbolic analysis of mixed continuous and sampled-data systems, *IEEE International Sympoisum on Circuits and Systems*, 11–14 June 1991. **DOI:** 10.1109/ISCAS.1991.176483**1991.**
361. Avdagić, Z.; Sitnić, D., Grafička prezentacija procesnih stanja u realnom vremenu, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 36(3), 1991.
362. Bilalović, F.; Šabanović, A., AC motor control-application to robotics, *IEEE International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation, IECON'91*, Kobe, Japan, Oct. 28 – Nov. 1, 1991, 402-407. DOI: 10.1109/IECON.1991.239350

363. Kezunović, M., Skendžić, V.; Mankoff, L. L., Use of Digital Fault Recorder Files for Protective Relay Evaluation, *Fault Disturbance Conference*, 1991

364. Kezunović, M.; Peruničić, B.; Levi, S., A new approach to analysis and synthesis of digital algorithms for distance relaying of transmission lines, *Proc. of the Int. Conf. on Powersystem Technology*, Beijing, China, September 1991.

365. Kreso, S.; Ačić, S.; Pašić, Z., Koncept savremenog sistema upravljanja i zaštite transformatorske stanice, *Vođenje i automatizacija EES*, Ljubljana, 10–11. oktobar 1991.

366. Lakhani, S.; Milutinović, V.; Meyer, D.; Peruničić, B., Stochastic modelling and analysis of propagation delays in processing units, *Proc. of the IEEE/ ACM 24th Hawaii Int. Conf. on System Sciences 1*, Kauai, Hawaii, U.S.A., January 8–11, 1991, 171-180.

367. Pašić, Z.; Agić, N.; Bibić, M., Razvoj statičke distantne zaštite vodova, *XX savjetovanje CIGRE*, Neum, 22–26. april 1991.

368. Pašić, Z.; Grgur, M.; Kreso, S.; Pašić, J., Sistem zaštite i upravljanja – aspekti mjerenja, *Vođenje i automatizacija EES*, Ljubljana, 10–11. oktobar 1991.

369. Pašić, Z.; Taljanović, H.; Pašić, J., Digitalni sistem sekundarne opreme vodova srednjeg napona, *XX savjetovanje CIGRE*, Neum, 22–26. april 1991.

370. Peruničić, B.; Kezunović, M.; Spasojević, P., New digital signal processing approach to the design of the algorithms for frequency deviation measurement, *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Industrial Electronics, Control and Instrumentation*, October 28. – November 1, 1991.

371. Peruničić, B.; Milutinović, V.; Marković, P., Making of neural networks onto the 3D-VLSI, *Proc. of the IEEE/ACM 24th Hawaii Int. Conf. on System Sciences 1*, Kauai, Hawaii, U.S.A., January 8–11, 1991, 181-189.

372. Salihbegović, A., The application of distributed system for supervision, monitoring and control – ANSRU 90, in beer industry, *Colloquium on Automation in beer industry*, Belgrade, Yugoslavia, October 1991.

373. Šabanović, A., Sliding Mode Approach in Control of Converters and Electrical Drives, *1st European Control Conference ECC'91*, Grenoble, June 26, 1991. (invited paper)

374. Šabanović, A., VSS Approach to Motion Control Systems, *Variable Structure Control of Power Conversion Systems, VARSCON'91*, Reno, USA, June 1991. (invited paper)

375. Šabanović-Behlilović, N.; Peruničić, B.; Šabanović, A.; Ilić, M., Variable structure control in active power filter control, *Proc. of the Workshop on Variable Structure Control of Power Conversion Systems*, Reno, Nevada, U.S.A., June, 1991, 109-113.

376. Šabanović-Behlilović, N.; Šabanović, A., VSS in Active Power Filter Control, *Variable Structure Control of Power Conversion Systems, VARSCON'91*, Reno, USA, June 1991.

1992.

377. Bilalović, F.; Hadžimejlić, N., Design of a variable structure compensator for DC motor control, *Zbornik radova Jugoslavenski seminar za regulaciju, mjerenje i automaciju, JUREMA* 37(1), 1992, 652-654.
378. Jezernik, K.; Curk, B.; Harnik, J.; Šabanović, A., VSS Control of Robotics Manipulators by Joint Acceleration Controller, *IMACS/SICE International Symposium on Robotics, Mechatronics and Manufacturing Systems IMACS/SICE RM^{2}S'92*, Kobe, Japan, September 16–20,1992.
379. Kezunović, M.; Kojović, L.; Skendžić, V.; Fromen, C. W., Troubleshooting Maintenance of Protection Relays Using Digital Simulators, *Proceedings of the American Power Conference* 54, 1992, 655-665.
380. Kezunović, M.; Peruničić, B., Digital signal processing algorithms for power quality assessment, *Proc. of the 1992 Int. Conf. on Industrial Electronics, Control, Instrumentation, and Automation, 1992, Power Electronics and Motion Control* 3, San Diego, Ca, U.S.A., November 9–13, 1992, 1370-1375.
381. Matić, B., The adriatic initiative – *Conditio sine qua non* of its success, *Nord-East association*, Venice, February 7–8, 1992.
382. Milosavljević, Č.; Peruničić, B.; Antić, D.; Đorđević, G., Sinteza regulatora promenljive strukture za regulaciju brzine obrtanja motora jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom (Synthesis of a variable structure controller for speed control of direct current motor with independent excitation), *Zbornik radova sa 36. konferencije ETAN-a*, 1992.
383. Ostojić, M.; Šabanović, A.; Ohnishi, K., Recursive Control of Robotics Manipulators, *31st SICE'92 Annual Conference (International Session)*. Kumamoto, Japan, July 1992.
384. Ostojić, M.; Šabanović, A.; Ohnishi, K., Recursive control of robotic manipulators, *Proceedings of the 1992 JAPAN-USA Symposium on Flexible Automation*, San Francisco, USA, July 13–15, 1992, 607-613.
385. Ostojić, M.; Šabanović, A.; Ohnishi, K., Recursive Control Systems, *2nd Intl. Workshop on Advanced Motion Control*, Nagoya, Japan, March 16–19, 1992.
386. Peruničić, B. et al., General discrete-time quasi-sliding mode existence conditions, *Proc. of the Int. Workshop on Variable Structure and Lypunov Control of Uncertain Dynamical Systems*, Sheffield, United Kingdom, September 7–9, 1992.

387. Šabanović, A., Variable Structure Controllers in Motion Control Systems, *IFAC/IMACS/ IEEE/IUTAM Workshop on Motion Control for Intelligent Automation*, Perugia, Italy, October 28–29, 1992.

388. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Mode Control of DD Robots, *6th Annual Conference of IAS (International Session), IEE Japan – IAS'92*, Nagoya, Japan, August 25–27, 1992.

389. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Mode Control Of Robotic Manipulators, *1992 IEEE IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems IROS'92*, Raleigh, USA, July 7–10, 1992, 974-980. DOI: 10.1109/IROS.1992.594510

390. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Mode Vibration Control of Flexible Joint, *31st SICE'92 Annual Conference (International Sessions)*, Kumamoto, Japan, July 1992.

391. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Modes in Direct Drive Robot Control, *IMACS/SICE International Symposium on Robotics, Mechatronics and Manufacturing Systems IMACS/SICE RM2S'92*, Kobe, Japan, September 16–20,1992.

392. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Modes in Motion Control Systems, *2nd Intl. Workshop on Advanced Motion Control*, Nagoya, Japan, March 16–19, 1992. (invited talk)

393. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Variable Structure Control of Flexible Joint – A Sliding Mode Approach, *International Conference on Industrial Electronics, Control, Instrumentation and Automation, IECON'92*, San Diego, CA, Nov 09–13, 1992.

394. Šabanović, A.; Ohnishi, K., Vibration control of flexible joint – a sliding mode approach, *International Conference on Industrial Electronics, Control, Instrumentation and Automation, IECON'92*, San Diego, CA, Nov 9–13, 1992, 907-911. DOI: 10.1109/IECON.1992.254484

395. Šabanović, A.; Ohnishi, K.; Šabanović, N., Cascade VSS in motion control systems, *Proceedings of the 1992 JAPAN-USA Symposium on Flexible Automation*, San Francisco, USA, July 13–15, 1992, 515-518.

396. Šabanović, N.; Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding Mode Control of Three Phase Switching Converters, *6th Annual Conference of IAS (International Session), IEE Japan – IAS'92*, Nagoya, Japan, August 25–27, 1992.

397. Šabanović, N.; Šabanović, A.; Ohnishi, K., Sliding modes control of three phase switching converters, *Proceedings of the 1992 International Conference on Industrial Electronics, Control, Instrumentation, and Automation, 1992. Power Electronics and Motion Control 1*, 319-324. DOI: 10.1109/IECON.1992.254587

9.4 Patenti

1971.

1. *Uređaj za pamćenje maksimalne vrijednosti ulaznog analognog signala*, Savezni zavod za patente 9686/72 – P-2911/71 prioritet 1971, registracija 1977.
2. *Uređaj za množenje na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9688/72 – P-2923/71 prioritet 1971, registracija 1977.
3. *Konvertor napona u cifarski kod proporcionalan intervalu napona na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9692/72 – P-2917/71 prioritet 1971, registracija 1977.
4. Funkcionalni pretvarač $x = \int_0^t ydt$ *na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9691/72 – P-2916/71 prioritet 1971, registracija 1977.
5. *Funkcionalni pretvarač sa dva ulaza* $\int_0^t (x/y)dt$ *na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9690/72 – P-2915/71 prioritet 1971, registracija 1977.
6. *Djelitelj analognog signala na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9689/72 – P-2914/71 prioritet 1971, registracija 1977.
7. *Dinamički filter na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9688/72 – P-2913/71 prioritet 1971, registracija 1977.
8. *Funkcionalni pretvarač sa dva ulaza* $\int_0^t (x-y)dt$ *na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9687/72 – P-2912/71 prioritet 1971, registracija 1977.
9. *Uređaj za vađenje kvadratnog korijena na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9696/72 – P-2921/71 prioritet 1971, registracija 1977.
10. *Funkcionalni pretvarač sa dva ulaza* $\int_0^t (x/y)dt$ *na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9696/72 – P-2921/71 prioritet 1971, registracija 1977.
11. *Funkcionalni pretvarač sa tri ulaza oblika* $(x\square y/z)$ *na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9693/72 – P-2918/71 prioritet 1971, registracija 1977
12. *Pojačavač sa galvanskom izolacijom ulaznog od izlaznog signala na principu kliznog režima*, Savezni zavod za patente 9695/72 – P-2920/71 prioritet 1971, registracija 1977.

1972.

13. *Proporcional'no-integral'no-differencial'nii regulyator*, Emeljanov, V., avtorskoe svidatel'stvo No. 588531 prioritet 1972, zaregistrirovano 1977. Moskva: Gosudarstvenniy komitet soveta ministrov SSSR po delam izobreteniy i otkritiy.
14. *Adaptivniyi differenciator*, avtorskoe svidatel'stvo No. 507156, prioritet 1972, zaregistrirovano 1975. Moskva: Gosudarstvenniy komitet soveta ministrov SSSR podelam izobreteniy i otkritiy.

1973.

15. *Variabile Structure Adaptive Controller*, Patent Application File 2426/73, 17-1-1973, UK.
16. *Variabile Structure Adaptive Controller*, Patent Open Presentation 2311536, 8-3-1973, Germany.
17. *Variabile Structure Adaptive Controller*, Patent Application File 7302491, 24-1-1973, France.

1974.

19. *Adaptive Controller*, Patent No. 439222, 11-4-1974, USSR.
20. *Adaptivnyi regulator*, Emeljanov, avtorskoe svidatel'stvo No. 4399222, prioritet 1971, zaregistrirovano 1974. Moskva: Gosudarstvenniy komitet soveta ministrov SSSR po delam izobreteniy i otkritiy.

1975.

21. *Variable Structure Adaptive Controller*, US Patent No. 3880348, filed 1974, affixed 1975. Washington: Commission of Patents.
22. *Variable Structure Adaptive Controller*, Patent No. 3,880,348, 29-4-1975, USA.
23. *Adaptive Diffentiator*, Patent No. 507156, 21-9-1975, USSR.

1977.

24. *Ustrojstvo dla upravlenija asinhronim elektrodvigatelem*, avtorskoe svidatel'stvo No. 868960 prioritet 1977, registrirovano 1981. Moskva: Gosudarstvenniy komitet soveta ministrov SSSR po delam izobreteniy i otkritiy.
25. *Proportional-Derivative-Integral (PID) Controller*, Patent No. 588531, 21-9-1977, USSR.
26. *Sistem sa promjenljivom strukturom za upravljanje kavezne asinhrone mašine*, Savezni zavod za patente, Patent no 1155/77, Maj 6, 1977. (Ista prijave je podnesena u 1978. sa prioritetom YU patennta 1155/77, maj 6, 1977 u Njemačkoj broj P.28.19.789.9, Engleskoj broj 18347/78, Francuskoj

broj 13392, Švajcarskoj broj 869/78-4, Švedskoj broj 7804591-1, Japanu broj 54012/78)

1978.

27. *Univerzalni rezonantni signalizator nivoa*, Savezni zavod za patente P1612/78 Beograd 1978, USA patent pending 4037.
28. *Rezonantni mjerač nivoa tečnih dielektričnih materijala*, Savezni zavod za patente P1352/78 Beograd 1978, USA patent pending 4034.

1985.

29. *Method and Apparatus for the Control of Synchronous Motors*, Appl no: 210,617, November 26, 1980, Patent no: 4,499,413, February 12, 1985.

9.5 Istraživačko-razvojni projekti i projektni izvještaji

1964.

1. Bunjevčević, I., *Teoretska obrada problema mlazničke pojačivačke ćelije u sklopu operacionog pojačala PID (proporcionalno-integralno-derivativnog) dejstva koje radi kao regulator za industrijske procese*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1964.

1965.

2. Muhanović, S., *Studija i razvoj termomagnetskog analizatora O_2*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1965.
3. Pašić, Z. et al., *Analiza mogućnosti izrade elemenata regulacionog sistema*, elaborat za UNO, Sarajevo 1965.
4. Pašić, Z. et al., *Sistem za više-kanalna mjerenja i kontrolu – SIVMEK*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1965.
5. Peruničić, B., *Transmiter pritiska*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1965.
6. Zimonjić, S., *Stanje automatike u BiH*, elaborat za Privrednu komoru BiH u Sarajevu, 1965.

1966.

7. Hadžialić, A., *Modularni sekvencijalni sistem za upravljanje elektromotornih pogona*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1966.
8. Pašić, Z., *Razvoj istraživanja i konstrukcija analogno-digitalnog i digitalno-analognog konvertora*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1966.

1967.

9. Draženović, B., *Studija i realizacija kompleksnog sistema automatskog upravljanja procesom za vakuumsku cijevnu destilaciju teške sirove nafte*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1967.
10. Hadžiomerović, F., *Studija i razvoj analognog (tranzistoriziranog) množača*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1967.
11. Pašić, Z. et al., *Istraživanje, razvoj i konstrukcija impulsnog regulatora*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1967.
12. Pašić, Z. et al., *Studija metoda za optimizaciju procesa. Studija o pristupu i projektovanju sistema automatskog upravljanja sa optimizacijom, kod procesnog sistema vakuumske cijevne destilacije teške sirove nafte*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1967.

1968.

13. Draženović, B., *Sistemi sa promjenljivom strukturom prikazani punom matricom*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1968.
14. Hasanbegović, Dž., *Automatika trafostanica, Sekvencijalni sistem i signalizacija kvarona (SUSK), knjiga I i II*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1968.
15. Zimonjić, S., *Generalisata teorija grafoanalitičkih (frekventnih) metoda za analizu i sintezu sistema automatskog upravljanja*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1968.

1969.

16. Matić, B., *Primjena analognih računarskih struktura za direktno upravljanje procesima*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1969.

1970.

17. Pašić, Z., *Tropoložajni i dvopoložajni regulator*, elaborat za Energoinvest IRCA, Sarajevo 1970.

1971.

18. Gligić, V., *Metode za raelizaciju sistema za automatsku identifikaciju u složenim multivarijabilnim industrijskim sistemima*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1971.

1972.

19. Gligić, V., *Studija i primjena hibridnih metoda u simulaciji procesa i sintezi sistema automatskog upravljanja*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1972.
20. Mandžić, A., *Razvoj metoda optimizacije velikih sistema i programiranje novih metoda na računarima – Osvajanje metode slučajnog izbora. I–II*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1972.
21. Mandžić, A., *Razvoj metoda upravljanja velikim sistemima i njihovo programiranje na računarima*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1972.
22. Zimonjić S., *Optimalno planiranje i upravljanje višenamjenskim vodoprivrednim sistemima, I–II*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1972, OCLC no 438978057.

1973.

23. Baručija, M., *Metode optimalnog vođenja vozova*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1973.
24. Suvajdžić, D., *Istraživanje i razvoj normalizovanih informacionih organa i izvršnih servomehanizama za kontinualne i diskretne sisteme automatskog upravljanja*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1973.

1974.

25. Humo, E., *Primjena procesnih računara u upravljanju elektrodistributivnom mrežom*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1974.
26. Salihbegović, A. et al., *Automatizacija tehnoloških procesa. Univerzalni unificirani sistem upravljanja sa promjenljivom strukturom – SUPS, I–XVI*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1974.

1975.

27. Mandžić, A., *Primjena računara u procesnoj industriji*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1975.
28. Matić, B. et al., *Izrada koncepcije i razvoj sistema energetske elektronike za upravljanje i regulaciju tiristorskih mrežom viđenih pretvarača*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1975–1977.
29. Matić, B. et al., *Razvoj sistema za regulaciju brzine asinhronih mašina, I–II*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1975.
30. Pašić, Z. et al., *Istraživanje i sinteza jedinstvene strukture automatskog upravljanja i zaštite transformatorskih stanica*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1975.

1976.

31. Salihbegović, A. et al., *Istraživanje i razvoj regulacionih armatura*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1976.
32. Šabanović, A. et al., *Mogućnosti upravljanja brzine trofazne asinhrone mašine*, studija za Republičku zajednicu za Naučnoistraživački rad, Sarajevo 1976.
33. Vukmirović, S. et al., *Automatsko upravljanje cementarama*, studija rađena za Energoinvest – IRCA, Sarajevo 1976–1979.
34. Vukmirović, S. et al., *Ispitivanje opreme i sistema za automatsko upravljanje stanicom za ispitivanje dalekovodnih stubova u Tvornici dalekovodnih stubova*, Sarajevo: Energoinvest IRCA, 1976–1979.
35. Vukmirović, S. et al., *Mjerenje i regulacija ph vrijednosti i redox potencijala u procesima hemijskog tretmana otpadnih voda*, studija rađena za Energoinvest – IRCA, Sarajevo 1976–1979.

1977.

36. Pašić, Z. et al., *Tipizacija sekundarnih krugova transformatorskih stanica110/x kV*, elaborat za Elektroprivredu BiH, Sarajevo 1977.
37. Šabanović, A. et al., *Automatizacija transportnog sistema na otvorenom kopu. Studija strukture sistema upravljanja transporta na otvorenom kopu. Struktura sistema upravljanja*, Energoinvest – IRCA, Energoinvest – TTU, Tuzla i RZNIR, Sarajevo 1977.

1978.

38. Draganović Lj., *Bilansiranje u grejnim sistemima u urbanim sredinama*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
39. Draganović, Lj. et al., *Idejno rješenje automatskog upravljanja cementarom*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
40. Kesić, P. et al., *Studija žiroskopskog efekta pri tečenju fluida kroz vrtložnu komoru*, Energoinvest IRCA, Interni elaborat RZNIR, Sarajevo, 1978. (izvor: Citirano u Zbornik radova HIPNEF 1978, Beograd)
41. Mandžić, A., *Evropska mreža računara i biblioteka programa*, studija za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1978.
42. Mandžić, A., *Informatika: Program razvoja informatike u BiH i primjene računara u obrazovanju*, studija za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1978.
43. Mandžić, A., *Projekat dugoročnog razvoja informatike u SRBiH*, studija za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1978.
44. Marinković, R. et al., *Bilansiranje stanja u skladištima naftnih derivata*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
45. Marinković, R., *Bilansiranje stanja u skladištima naftnih derivata*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
46. Matić, B. et al., *Platforma za ulazak Energoinvesta u tehničku oblast Energetska elektronika*, studija za SIZ nauke Energoinvesta, Sarajevo 1978.
47. Matić, B., *Sistemi upravljanja termoelektranama velike snage i metode bilansiranja, I–VI*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
48. Šabanović, A. et al., *Primjena asinhrone mašine za pogon električnog tramvaja*, Energoivest – IRCA i Energoinvest – Varnost, Energoinvest i RZNIR, Sarajevo, 1978–1979.
49. Zimonjić, S., *Optimalno planiranje i upravljanje višenamjenskim vodoprivrednim sistemima, I–II*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
50. Zirojević, M., *Modernizacija jedinstvenog sistema upravljanja elektroenergetskim sistemom SR Bosne i Hercegovine. Osnovi za projektovanje dispečerskog upravljanja EES BiH*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978.
51. Žarković, B. et al., Razvoj familije punjača akumulatorskih baterija, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1978–1979.

1979.

52. Kesić P., *Istraživanje metoda za mjerenje fizičkih veličina fluida mjerenjem električnih karakteristika tankog naparenog metalnog filma*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1979.
53. Matić, B., *Električno baterijsko vozilo – platforma za ulazak u razvoj*, studija za SIZ nauke Energoinvesta, Sarajevo 1979.
54. Vukmirović, S.; Vlačić, LJ.; Vidović, J.; Hadžimejlić, N., *MHD proces (magneto-hidro-dinamički proces direktnog dobivanja električne energije)*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1989–1991.

1980.

55. Čičić, G., *Tehnički, programski, edukacioni, sociološki i ekonomski aspekti uvođenja računara i TV prenosnih kanala u obrazovni sistem visokoškolskih ustanova SR BiH*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1980.
56. Hadžimejlić, N. et al., Elektromehanički servomotor za procesne primjene, Energoinvest – IRCA i Energoinvest – Tvornica pogona, Energoinvest i RZNIR, Sarajevo, 1980–1983.
57. Matić, B. et al., *Aspekti energetskih ušteda u sistemima grijanja i mogući proizvodni program tehničkih sredstava za realizaciju ušteda*, studija za SIZ nauke Energoinvesta, Sarajevo 1980.
58. Matić, B. et al., *Buduće primjene robota u Energoinvestu*, studija za SIZ nauke Energoinvesta, Sarajevo 1980.
59. Pašić, Z. et al., *Lokalna automatika transformatorskih stanica*, elaborat za Republički fond za naučni rad, Sarajevo 1980.
60. Pašić, Z., *Istraživanje algoritama i fleksibilnih struktura autonomnog vođenja transformatorskih stanica*, Istraživanje za SIZ nauke BiH, Sarajevo 1980.
61. Pašić, Z., *Tipizacija sklopova za objekte 110/x kV – istraživanje algoritama autonomnog vođenja transformatorskih stanica*, elaborat za Elektroprenos, Sarajevo 1980.
62. Šabanović, A. et al., *Studija novih metoda za kompenzaciju reaktivne snage u elektroenergetskom sistemu*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1980.
63. Vujović, M. et al., 1980, *Razvoj trofaznog tiristorskog prekidača*, Energetska elektronika, Sarajevo 1980–1981.

1981.

64. Šabanović, A. et al., *Makroprojekat – Upravljanje električne energije na mjestu potrošnje. Segment 3. Istraživanje u oblasti upravljanja električne energije primjenom metoda i sredstava energetske elektronike*, Energoinvest – IRCA Industrijski konzorcij i RZNIR, Sarajevo 1981–1985.

65. Zimonjić, S., *Aspekti upravljanja elektroprivrednim sistemom i optimalne metode formalizovanog odlučivanja, I–II*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1981.

1982.

66. Čičić, G., *Simulacija računarski baziranog edukativnog sistema za visokoškolske ustanove SR BiH*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1982.
67. Čičić, G., *Simulacija računarski baziranog edukativnog sistema za visokoškolske ustanove SR BiH*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1982.
68. Humo, E., *Modeliranje procesa grijanja, provjetravanja i klimatizacije kao objekata regulacije*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1982.
69. Kesić, P., *Istraživanje fenomena vrtloženja usljed opstrujavanja zatupastih cilindričnih i obrtnih tijela*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1982.
70. Mulabegović, S., *Istraživanje multifunkcionalnih teleinformacionih sistema (TIS) i telekomunikacionih aspekata prenosa informacija u TIS*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1982.
71. Pašić, Z., *Istraživanje algoritama i fleksibilnih struktura autonomnog vođenja transformatorskih stanica*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1982.

1983.

72. Damić, V. et al., *Istraživanje elektromehaničkih izvršnih organa za kontinualno upravljanje*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1983.
73. Draganović, Lj., *Postupci i metode za brzo upuštanje termoenergetskih blokova velike snage u okviru upravljanja prelaznim stanjima u elektroenergetskom sistemu. Automatsko upravljanje upuštanjem i zaustavljanjem*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1983.
74. Hasanbegović, Dž., *Istraživanje pogodnih metoda za rješavanje problema testiranja i dijagnosticiranja kvarova u digitalnim sistemima*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1983.
75. Mateljan, T., *Digitalna realizacija automatskog nalaženja ekstremalne tačke rada sistema primjenom kliznog režima*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1983.
76. Matić, B.; Vukmirović, S., *Stanje, trendovi razvoja CAD/CAM sistema i razrada formiranja laboratorije – Platforma za uvođenje CAD/CAM tehnologije u Energoinvest IRCA*, Sarajevo: SIZ nauke Energoinvesta, 1983–1984.
77. Pašić, Z. et al., *Istraživanje koncepcije i efekata uvođenja sistema lokalne automatike transformatorskih stanica, uticaja ovih stanica na primarnu opremu kao i mogućnosti realizacije algoritama na bazi digitalnih računara, I–II*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1983.

78. Vujović, M. et al., *Razvoj koncepta i sistema primjene energetske elektronike u elektroindustriji i zavarivanju*, Sarajevo: Energetska elektronika, 1983–1985.
79. Vujović, M. et al., *Razvoj pretvarača za indukciono grijanje*, Sarajevo: Energetska elektronika, 1983–1987.

1984.

80. Gligić, V., *Razvoj hibridnog softvera na makroasamblerskom nivou za kompletiranje paketa operacionih programa hibridnog računara IMP 5000 PDP 11/34*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1984.
81. Humo, E., *Kontrola, regulacija i automatizacija upravljanja složenim poslovno-stambenim objektima, I–II*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1984.
82. Kesić, P., *Analiza naponskog stanja na zapornim organima tipa zasun*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1984.
83. Matić, B., *Sistemi upravljanja termoelektranama velike snage i metode bilansiranja, I–VI*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1984.
84. Pašić, Z., *Istraživanje mogućnosti aplikacije fiberoptičkih kanala u savremenim elektroenergetskim postrojenjima*, Sarajevo: Elektrotehnički fakultet, 1984.
85. Pašić, Z., *Istraživanje mogućnosti fiberoptičkih kanala u savremenim elektroenergetskim postrojenjima kao zamjena klasičnih sistema veza*, Istraživanje za SOUR Elektroprivreda BiH, Sarajevo 1984.
86. Pašić, Z., *Istraživanje mogućnosti fiberoptičkih kanala u savremenim elektroenergetskim postrojenjima*, Istraživanje za SIZ nauke BiH, Sarajevo 1984.
87. Salihbegović, A., *Istraživanje u oblasti novih koncepcija upravljanja, nadzora i zaštite nuklearnih elektrana tipa PWR, VVER, HWR, BWR i razvoj metoda projektiranja, izbora i verifikacije opreme*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1984.
88. Zimonjić, S., *Istraživanje razvoja i upotrebe globalnih imitacionih modela u razvojnim segmentima društva*, Sarajevo: Akademija nauka i umjetnosti BiH, 1984.

1985.

89. Bilalović, F. et al., *Industrijska robotika*, Energoinvest – IRCA Energoinvest i RZNIR, Sarajevo 1985–1992.
90. Bilalović, F. et al., *Istraživanje sistema za regulaciju faktora snage kod djelimično opterećenih indukcionih mašina*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1985.

91. Damić, V. et al., *Istraživanje elektrohidrauličkih servosistema visokih tačnosti namijenjenih za manipulaciju velikih pokretnih masa*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1985.
92. Matić, B. et al., *Istraživanje u oblasti formiranja, analize i raspoznavanja dvodimenzionalnih slika i koncepcije automatskog sistema za raspoznavanje slika*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1985.
93. Salihbegović, A. et al., *Studija i razvoj savremenih rješenja vođenja i prikazivanja stanja procesa pomoću interaktivnih alfanumeričkih i polugrafičkih kolor katodnih ekrana u komandnim salama elektroenergetskih postrojenja*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1985.
94. *Sistem Energonet-PS1 (X.25 mreža za prenos podataka sa komunikacijom paketa) / System Energonet-PS1 (X.25/packet switching data communication network)*, Sarajevo: Energoinvest, RO Institut za računarske i informacione sisteme – IRIS, 1985.
95. Šabanović, N. et al., *CAD za Energetsku elektroniku*, CalTech-Power Electronic group, Energoinvest – IRCA, CalTech, Energoinvest i RZNIR, Sarajevo 1985–1987.
96. Vujović, M. et al., *Razvoj sistema za elektronsko upravljanje trolejbusa*, Sarajevo: Energetska elektronika, 1985–1987.

1986.

97. Bilalović, F. et al., *Primjena VSS u upravljanju robotskih manipulatora*, Energoinvest – IRCA, Energoivest i RZNIR, Sarajevo 1986–1991.
98. Hadžimejlić, N. et al., *Sistem upravljanja za HVDC Back to Back sistem*, Energoivest IRCA i IRCE, Energoinvest i RZNIR, Sarajevo 1986–1990.
99. Šabanović, A. et al., *Klizni režimi u upravljanju pretvarača i električnih mašina*, Energoinvest – IRCA, Energoinvest i RZNIR, Sarajevo 1986–1991.
100. Šabanović, N. et al., *Topologije, analiza, dizajn i upravljanje pretvarača sa PWM*, Energoinvet – IRCA, Energoinvest, RZNIR, Sarajevo 1986–1991.
101. Vujović, M. et al., *Razvoj mikroprocesorskih sistema za upravljanje energetskih pretvarača u sistemima grijanja i zavarivanja*, Industrijska automatika, Sarajevo 1986–1990.

1987.

102. Suvajdžić, D.; Kesić, P.; Bulatović, M.; Maksimović, J., *Studija mogućnosti korišćenja rezonantne frekvencije kristala za mjerenje fizičkih veličina u fluidima*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1987.

1988.

103. Bilalović, F. et al., *Industrijski roboti*, Tematska oblast TO-6, Društvenog cilja DC-9 Produktika, Samoupravna interesna zajednica nauke BiH, Sarajevo 1988–1992.
104. Zimonjić, S. et al., *Izbor tehnologija sa programskom orijentacijom (istraživački prilog za Program tehnološkog razvoja SR Bosne i Hercegovine)*, Sarajevo: Energoinvest – IRCA, 1988.

1989.

105. Pašić, Z.; Ahić-Dokić, M.; Pašić, J.; Bibić, M.; Agić, N.; Taljanović, H.; Feher, M., *Istraživanje i aspekti sinteze statičke zaštite vodova visokog napona*, elaborat za SIZ nauke BiH, Sarajevo 1989.
106. Užičanin, N., *Katalog časopisa u bibliotekama Energoinvesta 1989. godina*, Sarajevo: Energoinvest – Samoupravna interesna zajednica za naučnoistraživački i razvojni rad – Informacioni centar, 1989.
107. Vujović, M. et al., *Projekat primjene robota u tvornici Moskvich, SSSR*, Industrijska automatika, Sarajevo 1989–1990.

1990.

108. Pašić, Z. et al., *Uvođenje mikroprocesorske tehnologije i integriranih sistema zaštite, automatike i kontrole u trafo-stanicama distributivne mreže*, elaborat Instituta za elektroprivredu Hrvatske, Zagreb 1990.

9.6 Doktorske disertacije na ETF Sarajevo u oblasti automatike (1967–1991)

1970.

1. Draženović, Branislava, *Multivarijabilni sistemi sa promjenljivom strukturom*.
2. Jovanović, Pavle, *Istraživanja statičkog i dinamičkog ponašanja transformatora pri jednosmjernom magnećenju magnetnog kola*.
3. Matić, Božidar, *Istraživanje parametarske invarijantnosti sistema sa promjenljivom strukturom metodama teorije osjetljivosti*.

1971.

4. Pašić, Zijo, *Dobijanje informacija o stanju procesa metodama sistema sa promjenljivom strukturom*.
5. Zimonjić, Svetozar, *Generalizacija frekventnih metoda analize i sinteze sistema automatskog upravljanja*.

1974.

6. Mandžić, Ahmed, *Neki algoritmi optimizacije velikih sistema specijalnih struktura*.

1978.

7. Draganović, Ljubiša, *Doprinos sintezi adaptivnih algoritama upravljanja determinističkim sistemima*.
8. Turčinhodžić, Faruk, *Identifikacija, analiza i sinteza upravljanja slučajnim tokovima događaja kod jedne klase upravljačkih sistema*.

1979.

9. Šabanović, Asif, *Sinteza sistema upravljanja brzine kaveznog asinhronog motora u klasi sistema sa promjenljivom strukturom sa osvrtom na upravljanje pozicije, momenta i snage*.

1980.

10. Kantardžić, Mehmed, *Mogućnost primjene sematičkih aspekata teorije informacija u analizi skupova podataka*.

1982.

11. Milosavljević, Čedomir, *Neki problemi diskretne realizacije zakona upravljanja sistema sa promjenljivom strukturom*.

1983.

12. Hajduković, Miroslav, *Prilog teorijskim razmatranjima sinhronizacije serijskih algoritama i sredstva za njihovu koordinaciju kao osnova za*

izražavanje paralelnih algoritama koji se izvršavaju na računarskim sistemima.

1985.

13. Damić, Vjekoslav, *Sistemski pristup analizi prelaznih procesa elektro-hidrauličkih servomehanizama*.
14. Mateljan, Tadej, *Digitalna realizacija statičke optimizacije uz primjenu kliznog režima*.
15. Salihbegović, Adnan, *Prilog analizi i sintezi diskrektno realizovanih sistema sa prekidnim upravljanjem*.
16. Vlačić, Ljubiša, *Multikriterijumsko utvrđivanje topologije distribuiranih sistema za kompleksno automatsko upravljanje termičkih i petrohemijskih procesa*.

1986.

17. Milovanović, Rajko, *Prilog analizi sredstava na nivou jezika korisnika za inteligentno upravljanje automatizovanim procesom montaže*.
18. Popović, Mladen, *Jedan pristup problemu automatizacije upravljanja složenim poslovno-stambenim objektima*.

1987.

19. Vujović, Milan, *Algoritam upravljanja mašine jednosmjerne struje na bazi sistema sa promjenljivom strukturom*.
20. Hasanbegović, Dževad, *Analiza i sinteza metode za identifikaciju kvarova u složenim komunikacionim strukturama*.

1988.

21. Bilalović, Faruk, *Organizovanje kliznih režima u sistemima automatskog upravljanja obrtnih električnih mašina*.

1989.

22. Gligić, Vladimir, *Određivanje parametara dinamičkih sistema pomoću modela sa promjenljivom strukturom*.

1990.

23. Borić, Nikola, *Inteligentni kapacitivni transmiter nivoa sa potpunim neinteraktivnim podešavanjem i svojstvima prilagodljivosti na fizičke i tehnološke uticaje fluida*.

1991.

24. Ostojić, Mile, *Jedan rekurzivni algoritam za upravljanje kretanja nelinearnih sistema*.
25. Šabanović-Behlilović, Nadira, *Topologije, analiza i upravljanje prekidačkih pretvarača*.

1992.

26. Mušić, Osman, *Sinteza sistema upravljanja pretvarača koji rade u prekidačkom režimu: prilog rješenju problema upravljanja istosmjernih prekidačkih pretvarača primjenom kliznih režima*.

9.7 Magistarski radovi ETF Sarajevo

(Redoslijed po datumu sticanja zvanja)

1975.

1. Šabanović, Asif
2. Marinković, Radomir
3. Draganović, Ljubiša

1976.

4. Vlačić, Ljubiša

1977.

5. Kreso, Sead

1979.

6. Bilalović, Faruk

1980.

7. Tahirović, Izudin
8. Popović, Mladen
9. Mehić, Nedžad

1981.

10. Vujović, Milan
11. Vugić, Vezuv
12. Oručević, Fahrudin
13. Zupančić, Miroslava

1982.

14. Kostijal, Mladen
15. Cvetanović, Žarka
16. Pašić, Jasna

1983.

17. Škapurević, Muriz
18. Bašić, Radomir

1984.

19. Nurboja, Enes
20. Kladar, Dalibor
21. Vučetić, Vladislav
22. Vidaković, Slobodanka
23. Lipovac, Vladimir

1985.

24. Tankosić, Božo
25. Ahić-Đokić, Melita
26. Živković, Dragoslav
27. Paralija, Kenan
28. Bilbija, Milan
29. Mladenovski, Nove
30. Milošević, Vlado
31. Vučetić, Vojislav
32. Skopljak, Emin
33. Pokorni, Slavko
34. Tešanović, Goran
35. Tomić, Slobodan

1986.

36. Milivojević, Dušan
37. Tirak-Ivandekić, Svetlana
38. Fazlagić, Semir
39. Arnautović, Senad
40. Avdagić, Zikrija
41. Milašin, Draško
42. Durić, Zoran
43. Hebibović, Mujo
44. Nosović, Novica

1987.

45. Levi, Slobodan
46. Dukić, Davor
47. Višnjevac, Viola

1989.

48. Bosiljčić, Nebojša
49. Lemez, Maksim
50. Švenk, Goran
51. Marjanović, Josip

1990.

52. Beganović -Hadžimahmutović, Mensura
53. Vajdić, Stevan
54. Janković, Branko
55. Ačić, Branko
56. Menđušić, Ivan
57. Arapčić, Senadin
58. Kokić, Momčilo
59. Delić, Sead
60. Traljić, Ismet
61. Brodić, Darko

1991.

62. Ačić, Snježana
63. Filipović, Dragan
64. Hadžić, Hasan
65. Novaković, Nebojša
66. Topić, Vlajko

10. PREGLED REALIZIRANIH OBJEKATA

Kao i kod izrade bibliografije publikovanih radova i istraživačkih projekata, pregled industrijskih objekata koji su bili realizovani korištenjem sistema automatskog upravljanja proizvedenih u Energoinvestu je nepotpun i, kao i u slučaju bibliografije, formiran na bazi dostupnih informacija i sjećanja pojedinih učesnika pošto je dio dokumentacije nestao u toku ratnih djelovanja 1992–1995. Podaci za objekte procesne industrije su najbrojniji zahvaljujući dokumentaciji koju je dao Špiridon Mustur, dok su informacije koje smo uspjeli skupiti za plasman iz drugih oblasti nešto skromnije ili su pojedinačne isporuke manjeg obima pa bi bilo preobimno sve ih nabrajati. U tim situacijama smo pribjegli više opisnom prikazivanju obima djelatnosti ostvarivan kroz djelovanje Automatinga, Energoinženjeringa, Petrolinvesta i tvornica unutar Sektora automatike. U listama realiziranih objekata nije navođeno koja od organizacija je realizirala projekte. Osnovna vodilja za uključenje u listu je da su u realizaciji sistema upravljanja predominantno korišteni sistemi razvijeni i proizvedeni u Energoinvestu. Podaci za prvu dekadu djelovanja Energoinvesta u oblasti automatike su vrlo oskudni.

10.1 Procesna automatika

Termoenergetski objekti

1. Energana i energetski kompleks u Željezari Zenica (1974–1975**)**
2. TE Kakanj / Blok VI, 110 MW (1976–1977)
3. TE Tuzla / Blok VI, 215 MW (1977–1978)
4. TE Gacko / Blok I, 300 MW (1983)
5. TE Ugljevik / Blok I, 300 MW (1984–1985)
6. TE Kakanj / Blok VII, 230 MW (1987–1988)
7. TE Medan I i II, Sjeverna Sumatra, Indonezija
8. TE Tuzla / Blok II, 32 MW / Blok III, 100 MW / Blok IV, 200 MW
9. TE Kakanj / Blok IV, 32 MW / Blok V, 110 MW
10. TE Gacko / Kapitalna rekonstrukcija kotla (1989)
11. TE Kosovo A / Blok II, 125 MW / Blok III, 200 MW / Blok IV, 200 MW / Blok V, 210 MW

12. Beogradske elektrane / TETO Novi Beograd / TO Konjarnik / TO Voždovac
13. TE Kolubara, Veliki Crljeni / Blok I, 32 MW / Bok II, 32 MW / Blok III, 65 MW / Blok IV, 32 MW
14. TE Morava, Svilajnac / Blok I, 120 MW
15. TE Šoštanj Blok IV, 275 MW i Blok V, 345 MW (1989–1992) – nosilac projekta IRIS – Kibernetika
16. Konverzija gradskih kotlarnica u Sarajevu sa čvrstih goriva na prirodni gas (1981–1983)
17. Beogradske elektrane / TO Cerak, 232 MW (1984–1985)
18. Beogradske elektrane / TO Dunav, 346 MW (1987–1988)
19. Zastava energetika / TO Kragujevac, novo kotlovsko postrojenje, 310 MW (1988)
20. Tvornica parnih kotlova Zagreb, Đuro Đaković – Kotlogradnja Slavonski Brod i Minel – Kotlogradnja Beograd: automatizacija preko 150 parnih kotlova kapaciteta (10–150 t/h) koje su ove kotlogradnje proizvele i isporučile za razne naručioce iz zemlje i inostranstva (1981–1991)
21. NE Krško (632 MW), ugradnja DCS sistema (1990)
22. TE Bitola (Blok 1, 2, 3 675 MW), monitoring sistem – SCADA (1988)
23. Elektrobosna Jajce, Sistem automatskog upravljanja proizvodnjom, kontrola vršnog opterećenja (1988)

Crna i obojena metalurgija

1. Tvornica glinice Baćevići, Mostar (1973–1975)
2. Treća visoka peć u Željezari Zenica (1974–1976)
3. Fabrika glinice Birač, Karakaj, Zvornik (1975–1977)
4. Željezara Zenica / Postrojenje kisikane i energetski kompleks
5. Rudarsko-topioničarski basen Bor / Flotacije Bor, Majdanpek i Veliki Krivelj / Fabrika kreča Zagrađe
6. Rudarsko-metalurški i hemijski kombinat Trepča / Flotacija Stari Trg / Topionica olova Zvečan / Topionica cinka / Fabrika akumulatora
7. Željezara Smederevo / Topionica sirovog gvožđa / Energana / Pogon kiseonika, azota i argona
8. Tvornica ferolegura Elektrobosna Jajce

9. HMK Cinkarna, Celje
10. Koksara Lukavac
11. Željezara Nikšić
12. Željezara Skopje / Rekonstrukcija energetskih i pomoćnih postrojenja
13. Fabrike glinice Zvornik, Mostar i Titograd / Periodična zamjena mjerne opreme i modernizacija pojedinih regulaciono-upravljačkih krugova
14. Kombinat feronikla FeNi, Kavadarci (1981–1983)
15. Fabrika feronikla Feronikl, Glogovac (1983–1985)
16. Fabrika glinice Birač, Zvornik / Novi pogoni za proizvodnju zeolita i vodenog stakla (1987–1989)

Prehrambena industrija

1. Fabrika šećera Velika Obarska, Bijeljina
2. Fabrika ulja Bimal, Brčko
3. Fabrika šećera Požarevac
4. Fabrika šećera Šabac
5. Fabrika šećera Crvenka
6. Fabrika šećera Donji Srem, Pećinci
7. Fabrika šećera Šajkaška, Žabalj
8. Tvornica procesne opreme Jedinstvo, Jankomir – Trnje, Zagreb: automatizacija proizvodnih i pratećih postrojenja koje je ova tvornica proizvela i isporučila naručiocima u zemlji i inostranstvu (SSSR, Poljska, Kuba, Alžir, Irak, Sirija, Libija)
9. Fabrika ulja i biljnih masti Vital, Vrbas
10. Fabrika ulja i margarina Dijamant, Zrenjanin
11. Tutunski kombinat Prilep
12. Sarajevska pivara, Bistrik, Sarajevo
13. Fabrika piva Trebjesa, Nikšić
14. Beogradska industrija piva BIP, Beograd
15. Skopska pivara, Skoplje
16. Mineralna voda i bezalkoholna pića Sarajevski Kiseljak, Kiseljak
17. Prerada voća i povrća Bosnaplod, Brčko

18. Prerada i konzerviranje voća i povrća Šapčanka, Šabac
19. Poljoprivredno-prehrambeni kombinat Servo Mihalj, Zrenjanin
20. Prehrambena industrija Vitaminka, Banja Luka
21. Fabrika šećera Bačka, Vrbas
22. Fabrika šećera Jedinstvo, Kovačica
23. Fabrike šećera TE-TO, Senta
24. Fabrika šećera Ćuprija
25. Šećerana Sladorana, Županja
26. Šećerana 4. novembri, Bitola

Naftna i gasna industrija

1. Rafinerija nafte Bosanski Brod: procesne jedinice stare proizvodne linije i Energane I
2. Rafinerija nafte Novi Sad: HPV postrojenje
3. Naftagas Novi Sad i Zrenjanin
4. Rafinerija nafte Skopje

Hemijska industrija

1. HIP Petrohemija Pančevo / Pogon etilena / Fabrika otpadnih voda
2. Fabrika sintetičkog kaučuka Elemir
3. Industrija hemijskih proizvoda / Fabrika superfosfata Prahovo
4. Hemijska industrija Župa / Fabrika kalijumove hemije Kruševac
5. Petrokemija / Tvornica mineralnih gnojiva Kutina
6. Azotara Subotica
7. Fabrika veštačkog đubriva Zorka, Šabac
8. Azotara Obilić
9. Fabrika guma Tigar, Pirot
10. Alkaloid / Hemija Skoplje
11. Fabrike boja i lakova Terpentin, Višegrad
12. Industrija boja i lakova Duga, Beograd
13. Sodaso / Solana Tuzla
14. HAK Tuzla

15. Fabrika deterdženata Dita, Tuzla
16. Fabrika sapuna i deterdženata Rivijera, Kotor
17. Fabrika deterdženata Albus, Novi Sad
18. Fabrika kozmetike Nevena, Leskovac
19. Rekonstrukcija i modernizacija postrojenja u Rafineriji ulja Modriča (1982–1984)
20. Izgradnja nove proizvodne linije u Rafineriji nafte Bosanski Brod: pogoni crnih produkata (mazut, bitumen), energana II, pogon industrijske pare (1985–1989)
21. Rekonstrukcija i dogradnja Rafinerije gasa Elemir (1987–1989)
22. Izgradnja postrojenja za proizvodnju kiseonika i azota, sinteznog gasa, metanola, ugljenmonoksida, sirćetne kiseline i energenata u MSK Kikinda (1982–1985)
23. Izgradnja postrojenja za proizvodnju amonijaka u HIP Azotara Pančevo (1984–1985)

Drvna i papirna industrija

1. Tvornica za preradu drveta Bosanka, Blažuj
2. Drvna industrija Krivaja, Zavidovići
3. Drvna industrija Ivanjica
4. Fabrika papira Umka
5. Drvna industrija Jelovica, Škofja Loka
6. Fabrika celuloze Natron, Maglaj
7. Industrija celuloze Ivangrad
8. Celpak Prijedor
9. Industrija celuloze Incel, Banjaluka
10. Kombinat Viskoza, Loznica

Keramička industrija

1. Fabrika crepova i keramičkih pločica Toza Marković, Kikinda
2. Tvornica crepova Dilj, Vinkovci
3. Tvornica elektroporcelana Lukavica, Sarajevo
4. Fabrika Elektroporcelan Aranđelovac

Vodoprivreda

1. Vodovod i kanalizacija Sarajevo
2. Vodovod i kanalizacija Beograd
3. Hidrosistem Dunav – Tisa – Dunav, Novi Sad
4. Sistem navodnjavanja u poljoprivrednom kombinatu Belje, Beli Manastir
5. Razni gradski, industrijski i poljoprivredni sistemi vodozahvata i vodosnabdijevanja

Vojna i namjenska industrija

1. Krušik, Valjevo
2. Pobjeda, Goražde
3. Slobodan Princip Seljo, Vitez
4. Trayal, Kruševac
5. Prvi partizan, Titovo Užice
6. Sloboda, Čačak
7. Milan Blagojević, Lučan

10.2 Elektromotorni pogoni i indukciona elektrotermija

U oblast upravljanja elektromotornim pogonima Energoinvest je ušao realizacijom projekta upravljanja asinhronom mašinom. Prvi objekti su bili vezani za isporuku pojedinačnih pogona, ali je već sredinom 80-ih to prošireno na isporuku industrijskih postrojenja i automatizaciju proizvodnih linija.

1. Valjaonici 3 u Zenici smo isporučili upravljanje i nadzor valjaonice građevinskih armatura sa 29 valjaoničkih stanova: distribuirani računarski sistem sa industrijskim PC i 29 lokalnih jedinica.
2. Pilana Krivaja, Zavidovići: sortirnica trupaca sa automatskim mjerenjem, rezanjem i sortiranjem trupaca.
3. Tvornica cijevi UNIS, Derventa: regulisanje pogona za formir, kalibrir, upravljanje letećom pilom, izvlačenje, mjerenje i odsijecanje cijevi.
4. Livnica Energoinvest, Sarajevo: automatizacija transporta za livenje sa regulisanim pogonima.
5. Valjaonica II, RMK Zenica: upravljanje i nadzor nad valjaoničkim stanom na teškoj prugi: ukupno 4 stana sa nezavisnim upravljanjem.

6. Tvornica aluminija EAL, Mostar: upravljanje procesom elektrolize na probnoj seriji 150 kA: ukupno 2+10 elektroliznih kada sa isto toliko automata uz centralni računar za arhivu i protokol.
7. Tvornica akumulatora Tesla, Brčko: automatizacija kontrolnih radnih mjesta na liniji proizvodnje akumulatora: baritest, izotest, dijatest i kontrola napona.
8. Livnica Energoinvest, Sarajevo: Automatizacija transporta za livenje sa regulisanim pogonima.
9. Jelšingrad, HTV, Banja Luka: vođenje stroja za kontrolisano odmotavanje i namotavanje hladno valjanih traka: regulisani pogoni sa računarskom automatikom.
10. Visoke peći – RMK Zenica: homogenizacija i aglomeracija rude; vaganje i automati za upravljanje transportom rude.
11. Rudnik Belaćevac: automatizacija rada bagera na površinskom kopu sa regulisanim pogonima.
12. SMT – Energoinvest – Sarajevo: regulisani pogoni sa automatikom za vođenje mašine za motanje folijskih kondenzatora.
13. Incel, Banja Luka: automatizacija rada 14 rastvarača: distribuirani računarski sistem (industrijski PC sa 14 lokalnih jedinica) sa procesnom opremom.
14. Natron – Maglaj: linija sirovog papira; automatizacija mlina za sječenje papira.
15. Fabrika guma Trayal, Kruševac: radno mjesto za kontrolu i klasiranje automobilskih guma sa laserskim mjerenjem bočnog odstupanja uz centralni računar za arhivu.
16. Fabrika Moskvič: robotska linija, u saradnji sa Libher, Njemačka.
17. Površinski kop Đurđevik: optimizacija tračnog transporta rude uz ultrazvučno mjerenje količina.

Ulazak u oblast indukcione elektrotermije započet je sredinom 80-ih godina. U ovoj oblasti je ostvaren vrlo brz razvoj i u kratkom vremenskom intervalu realiziran je veliki broj objekata:

1. Peći za topljenje snage 70 kW i dvije linije za indukciono zagrijavanje trupaca snage po 70 kW u fabrici elektroda u Srebrenici 1984. godine
2. Indukciona peć za topljenje čelika snage 1,5 MW, Željezara Vareš

3. Indukciona peć za topljenje aluminija, snage 300 kW, Tvornica automobilskih odlivaka Jajce
4. Indukciona peć za topljenje čelika, Jelsingrad Livnica, snage 1,5 MW, Banja Luka
5. Indukciona peć za topljenje čelika, Livnica 23 oktobar, Novi Sad
6. Indukciona peć za topljenje snage 400 kW, Fabrika obojenih legura Titov Veles
7. Indukciona peć za topljenje čelika snage 500 kW, Livnica preciznog liva Mionica, Valjevo
8. Indukciona peć za topljenje bakra snage 150 kW, Industrija alata, Trebinje
9. Indukciona peć za topljenje sivog liva snage 2,4 MW, Zastava Livnica Topola
10. Indukciono postrojenje za grijanje snage 320 kW, Pretis, Vogošća
11. Indukciono postrojenje za kaljenje poluosovina, Bratstvo, Derventa
12. Indukciono postrojenje za grijanje snage 400 kW, Zastava, Kovačnica, Kragujevac
13. Indukciono postrojenje za grijanje snage 400 kW, Kovačnica, Jaša Tomić
14. Indukciono postrojenje za grijanje snage 400 kW, Zastava, Kovačnica, Kragujevac
15. Peć za topljenje optičkog stakla: programsko grijanje i hlađenje, Srpska fabrika stakla – Paraćin

Sekundarna oprema

Jedan od prvih proizvoda koji je komercijalno bio nuđen tržištu bili su punjači akumulatorskih baterija i sistemi besprekidnih napajanja kao kompletirajuća oprema uz trafostanice koje je isporučivao Energoinvest. Punjači baterija su bili dio opreme koja je ugrađivana u energetska postrojenja koja je gradio Energoinvest: termoelektrane Gacko i Ugljevik te hidroelektrane Salakovac i Grabovica. Isti sistemi su u izvozu plasirani u Irak, Libiju, Indoneziju i Ganu.

Postepeno se djelovanje u oblasti energetskih napajanja širilo na sisteme besprekidnog napajanja i stabilizatore naizmjeničnog napona. ENEL je nakon transformacije 1985. godine nastavio proizvodnju i plasman sistema elektroenergetskog napajanja.

10.3 Mjerenje protoka, toplotne energije i mjerne stanice

Proizvodi i inženjering program RO Mjerni sistemi, pored primjene za automatizaciju tehnoloških procesa, prije svega su bili namijenjeni za obračunska, komercijalna i fiskalna mjerenja u naftnoj, gasnoj i hemijskoj industriji, vodoprivredi, toplifikaciji i dr., sa svim certifikatima – žigovima od strane Saveznog zavoda za mjere i dragocjene metale i nadležnih certifikacionih tijela inostranih kupaca. Po ovim karakteristikama program RO Mjerni sistemi bio je jedinstven u tadašnjoj Jugoslaviji:

1. Plasirano je oko 10.000 turbinskih mjerača protoka nazivnog prečnika od 15 do 150 mm, u područjima energetike (kalorimetara), naftne, prehrambene i drugih područja industrije.
2. Plasman 5.000 do 6.000 kalorimetara za mjerenje potrošnje toplotne energije u stanovima i poslovnim prostorima sa ugrađenim jednocijevnim sistemima, kao i podstanicama za veće potrošače, u Sarajevu, Banja Luci, Ljubljani, Skoplju, Novom Sadu, Beogradu i dr. U cilju racionalne potrošnje toplotne energije od 1980. godine uvedena je obavezna ugradnja kalorimetara u svim novoizgrađenim stanovima.
3. Plasman nivometra sa plovkom i servo mehanizmom u kooperaciji sa firmom Enraf iz Holandije – oko 1.000 kom.
4. Prvi projekat za mjerne stanice (skidove) bilo je opremanje jugoslovenskog naftovoda u saradnji sa francuskom firmom Trapil.
5. Opremanje svih skladišta Savezne direkcije za materijalne rezerve, distribucionih firmi nafte i naftnih derivata: INA, Jugopetrol, Petrol, sa mjernim skidovima za prijem i otpremu autocisternama, vagonima, kao i svih rafinerija: Pančevo, Novi Sad, Skoplje, Bosanski Brod, Modriča, Sisak, Rijeka, Kopar, Petrohemije Pančevo, Kutina i dr.

10.4 Izvoz na inostrana tržišta

Najveći plasman u izvozu Procesna automatika je ostvarila na kubansko tržište, prije svega za potrebe šećerne industrije, gdje je u periodu 1982–1988. god. sa Energoinvestovim mjerno-regulacionim sistemom SUPS 200 i 300 izvršena potpuna ili djelimična reinstrumentalizacija 245 šećerana na Kubi, plus dvije nove šećerane koje je Vlada Kube izgradila u Nikaragvi i Angoli. Tokom osamdesetih Procesna automatika ostvarila je višegodišnji direktan izvoz i na tržištima Čehoslovačke (prehrambena industrija, kotlogradnja),

Pakistana (mjerni uređaji za nuklearnu elektranu Ujung Pandang) i Albanije (fabrika ulja Albasan). Indirektni izvoz ostvaren je preko Energoinženjeringa u Indoneziju (izgradnja TE Medan I i II na Sumatri), kroz isporuke RO Mjerni sistemi u SSSR (transmiteri), kroz projekte Petrolinvesta u Libiji, Alžiru i Siriji (transmiteri, pneumatski servopogoni) i kroz izvozne isporuke kotlogradnje (TPK Zagreb, Đuro Đaković Slavonski Brod, Minel Beograd) i Tvornice procesne opreme Jedinstvo Zagreb.

1. Plasirano 63 pruvera od 16” do 40” na tržište SSSR-a i Kube.
2. Opremanje mjernih stanica na naftovodima u SSSR-u. Glavni kupac pruvera, skidova i nivometara na tržištu SSSR-a bilo je Ministarstvo nafte SSSR-a.
3. Opremanje produktovoda za snabdijevanje gorivom grada Moskve sa mjernim stanicama.
4. Opremanje petrohemijskih kombinata u Toboljsku – SSSR sa nivometrima.
5. Opremanje skladišta nafte i derivata u Alžiru preko Petrolinvesta.

11. PRILOZI

Prof. Sveta ZIMONJIĆ, dipl. ing., Sarajevo
Dr Božidar MATIĆ, dipl. ing., Sarajevo

Koncept razvoja i proizvodna djelatnost preduzeća »Energoinvest« u oblasti sistema automatskog upravljanja tehnološkim procesima

CONCEPT OF DEVELOPMENT AND PRODUCTION ACTIVITY OF THE ENTERPRISE »ENERGOINVEST« CONCERNING THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

● **This work comprises development policy of automatics in »Energoinvest«. »ENERGOINVEST« as designer and producer of complex processes, starts from the premise that processes have to be controlled. A survey of all activities linked to this aim — research, development, staff training, routine and non-routine designs — is given in this work.**

Imati mogućnost da na jednom ovakvom kongresu prezentiramo razvoj dostignuća jedne domaće firme za automatiku ima višestruki značaj. Prije svega to govori da kod nas automatika nije više pratilja nego ozbiljan i neophodan partner tehnološkim procesima, te da je naša nacionalna industrija automatike izašla (i pored maćehinskog odnosa stratega privrednog razvoja) iz doba dječaštva i našla se mada još ekonomski nejaka, u društvu zrelih i poznatih nacionalnih industrija iz ove oblasti. U nekoliko referata na ovom kongresu bit će prezentirana dostignuća »Energoinvesta« na raznim područjima automatike. U ovom referatu prikazat ćemo neka razmljišnja o našem dosadašnjem kretanju i razvoju.

Geneza strukture preduzeća »Energoinvest« pokazuje pored ostalog i jednu jasnu tendenciju u razvoju sistem-inženjeringa za energetske i tehnološke procese.

U domenu energetskih procesa to se odnosi na prenos i transformaciju električne energije i na termoenergetske i hidroenergetske izvore. U oblasti tehnoloških procesa razvoj ovakve aktivnosti je usmjeren prema petrohemiji, hemiji i nekim drugim pravcima.

Sistem-inženjering procesa se razvija polazeći od dvije ranije izgrađene baze i to od projektovanja i od proizvodnje bazične opreme i aparatura. Zahvaljujući, kako sopstvenom istraživačkom i razvojnom radu* tako i određenim kooperativnim i licencnim odnosima sa poznatim firmama u svijetu, »Energoinvest« progresivno širi ove baze. Samim tim proširuje se i djelatnost sistem-inženjeringa i obogaćuje njegova struktura.

Procese u pomenutim oblastima danas posmatramo kao funkcionalne** i strukturne cjeline čije se kretanje nužno podvrgava spoljnim upravljačkim dejstvima. U krajnjem slučaju, za neke od procesa, u određenim intervalima vremena, donosimo odluke o najboljem, u određenom smislu, režimu rada (stanju sistema), kojima se onda podvrgava posmatrani proces. Znači, svaki od razmatranih procesa je u svojim bitnim manifestacijama upravljiv. To je i razumljivo jer stvarajući procese koji treba da nam služe mi ih predodređujemo da budu upravljivi.

Rješavajući u praksi jedan proces mi implicitno vodimo računa da bude upravljiv ne pretpostavljajući obično da u tom rješavanju određujemo i bitne osobine, ako ne i strukturu upravljačkog sistema

Tako obično dolazimo do okvirnih mogućnosti za upravljivost procesom, često definisanih samo kroz manipulativne koordinate na procesima.

Pokazuje se veoma racionalnim da se proces rješava kao upravljani proces, a ne kao upravljivi proces. Čini se da su ova razmišljanja na prvi pogled očigledna i jednostavna. Međutim, u svojoj konkretizaciji teoretski i praktični problemi se pokazuju ne tako jednostavnim i lako rješivim.

Prihvatajući ove ideje kao racionalne, posebno u jednoj daljoj fazi razvoja procesa, »Energoinvest« je razvio i sistem-inženjering za upravljanje procesima.

Ovaj sistemni način realizacije upravljanja na objektima se u današnjim uslovima oslanja u »Energoinvest-u« na sopstvenu proizvodnju sistema i aparata, projektovanje i sistemna odjelenja Istraživačko-razvojnog centra za automatiku. Posebno je ovdje važna kadrovska baza koja se nalazi na Elektrotehničkom fakultetu, odsjeku za upravljanje, u Sarajevu. Posmatrajući to kao jednu svojevrsnu složenu strukturu iskazuju se određene tipičnosti vezane za konkretne uslove nastajanja i razvijanja ove strukture (s l. 1).

Sistem-inženjering procesa i sistem inženjering upravljanja ustvari predstavljaju jedan cjeloviti organizam koji bi mogao da se nazove sistem — inženjering upravljanih procesa. Kao takav on će u budućnosti sve više i više da se iskazuje.

Kada su formirani planovi razvoja pošlo se od jednog tada doglednog cilja tj. od sistem-inženjeringa u upravljanju i sa tim vezanih aktivnosti koje treba da daju trajnu evoluciju djelatnosti i ekonomski rezon u budućim tržnim uslovima.

Osnovne karakteristike u tom kretanju su:

— sopstveni razvoj i istraživanje u »hardware-u« (uz razumnu kupovinu tuđeg znanja);
— proizvodnja aparatura i sistema na nivou regulacionog algoritma upravljanja iz određene optimizacione mogućnosti;
— rješavanje i realizacija na objektima višenivoskih upravljačkih struktura (strukture sa računarima) i stvaranje »software«-a.

Do danas je pređen značajan put. Iza sebe smo ostavili prvu etapu u kojoj smo učili, gradili i dostizali druge. Ušli smo u etapu kada idemo paralelno sa Evropom, što znači ulazimo u vrijeme oštre konkurencije, ali i ravnopravne kooperacije u ovoj djelatnosti.

Razmotrimo sada nekoliko karakterističnih osobenosti u ovoj pređenoj etapi.

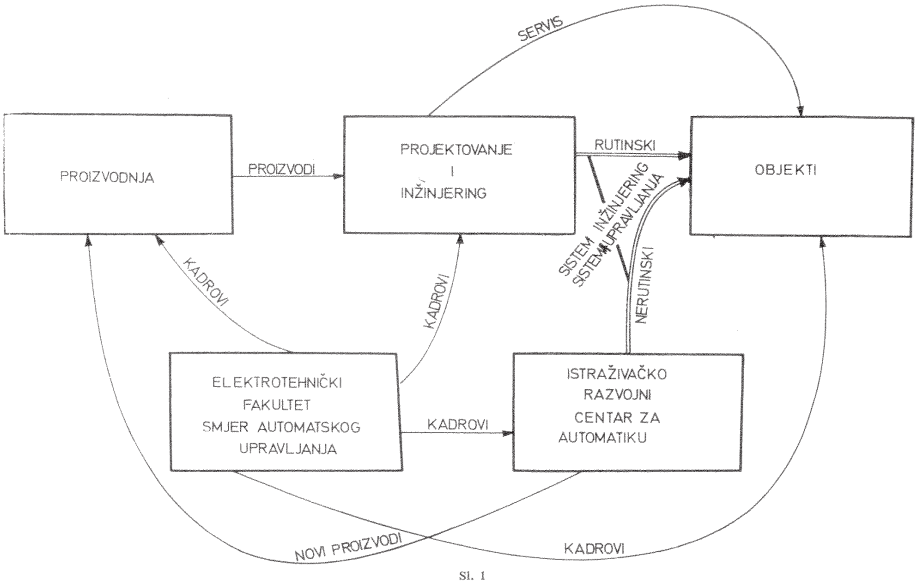
Praktična realizacija formiranja tehničkog smjera automatskog upravljanja tehnološkim procesima u »ENERGOINVEST«-u je počela stvaranjem PROGRAMA RAZVOJA AUTOMATIKE U ENERGOINVESTU u ranim šezdesetim godinama. Period do 1970. godine, tretiran kao pripremni, karakterističan je po aktivnostima:

1. — stvaranje kadrova za otpočinjanje
   — sopstvenog razvoja, kasnije i istraživanja
   — proizvodnje uređaja i sistema
   — projektovanja i izgradnje sistema
   — marketinga
2. — stvaranje organizacije i službi za
   — razvoj i istraživanje
   — proizvodnju
   — projektovanje i izgradnju
   — marketing
3. — razvoj sopstvenog »hardware«-a prve i druge generacije i osvajanje njegove proizvodnje.

Aktivno učešće u formiranju i finansiranju Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu omogućilo je ENERGOINVEST-u da sa smjera za automatsko upravljanje već 1966. počne dobivati prve jugoslovenske diplomirane inženjere automatike čime su uslovi za realizaciju aktivnosti 1. bili dostignuti. Kao rezultat aktivnosti 2. formiran je ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNI CENTAR ZA AUTOMATIKU (IRCA); FABRIKA MJERNO-REGULACIONE TEHNIKE (MRT); BIRO ZA PROJEKTOVANJE I IZGRADNJU AUTOMATSKIH SISTEMA (IBA); MARKETING sa službom SERVISA (MS). Sve ove organizacije i službe objedinjene su u SEKTOR AUTOMATIKE koji je jedan od šest ENERGOINVESTOVIH sektora.

* Sopstvena istraživanja u ovom domenu počivaju na dva krupna naučno-istraživačka centra: ITEN (istraživačko-razvojni centar za termotehniku i nuklearnu energetiku), i IRCE (istraživačko-razvojni centar za elektroenergetiku)

** Funkcionalna cjelina u smislu matematičkog modela



Sl. 1

Početak sedamdesetih godina predstavlja novi korak. Iz pređenog perioda prenosimo za ovaj novi korak

- — i s k u s t v o (razvojno, proizvodno, aplikaciono) prvog univerzalnog unificiranog sistema za automatsko upravljanje tehnološkim procesima (poznat kao ER-I), na bazi poluprovodničke tehnike,
- — univerzalni modularni sistem za automatsko upravljanje tehnološkim procesima — II generacija (poznat kao SAUES), na bazi poluprovodičke tehnike,
- — sistem za upravljanje prostim tehnološkim procesima na bazi fluidičke tehnike (poznat kao UR-II),
- — kadrovski potencijal od preko 100 diplomiranih inženjera čija je profesionalna orijentacija na području automatskog upravljanja,
- — izgrađenu organizacionu strukturu sektora.

Prva iskustva sa sistemom SAUES su pokazala da je dostignut profesionalni evropski nivo:

- — koncepciono,
- — tehnološki,
- — u pogledu pouzdanosti,
- — aplikatibilnosti,

što potvrđuju tehnološki objekti opremljeni sa SAUES, atesti kod različitih organizacija zapadne Evrope kao i komercijalni interes evropskih inženjering organizacija da apliciraju sistem.

U ovom trenutku, nivo procesnih mjerenja i regulatorskog upravljanja je u potpunosti dostignut, te se realizira rutinskim postupcima.

Višehijerarhijsko tj. računarsko upravljanje je predmet aktivnosti na ovoj etapi našeg kretanja i na tom planu činimo značajne napore. S obzirom da je to nezavršena etapa, u domenu nerutinskog djelovanja, o tome drugom prilikom.

Kopija članka Zimonjić, S.; Matić, B., Koncept razvoja i proizvodna djelatnost preduzeća "Energoinvest" u oblasti sistema automatskog upravljanja tehnološkim procesima, *Zbornik* 28. *godišnji skup* JUREMA 3, Zagreb, 25–27. 5. 1983, 217-218)

JUGOSLAVENSKI STRUČNI ČASOPIS ZA AUTOMATIZACIJU

automatika

ČASOPIS SAVEZNOG STRUČNOG ODBORA
ZA AUTOMATIZACIJU JUGOSLAVENSKOG KOMITETA ZA ETAN

GODINA V • 1964 • BROJ 5

ČASOPIS IZLAZI U DVA IZDANJA: NA SRPSKOHRVATSKOM I NA SLOVENSKOM JEZIKU

Neka pitanja razvoja automatike u Jugoslaviji



Svetozar Zimonjić, dipl. ing., direktor Istraživačko-razvojnog centra za automatiku, Energoinvest Sarajevo

Savremena kretanja u automatici traže rješavanje niza problema, koji prate razvoj ove oblasti nauke i tehnike u našim društvenim uslovima. Dodirnut ćemo neka pitanja ovoga kretanja.

Rješavajući specifične probleme, teorija i tehnika automatike razvile su se posljednjih decenija tako intenzivno da su u pitanjima koja nameću prerasle okvire jedne posebne nauke. Javljaju se problemi čije rješenje se postavlja pred drugim naučnim oblastima savremenog društva. To se prije svega odnosi na identifikaciju objekata, a zatim na njihovo matematsko programiranje. Pri tom proces programiranja shvaćamo kao aktivno postavljanje prema konačnom rješenju tj. on sadrži kako analizu tako i sintezu objekta u statičkom i dinamičkom smislu. Problem identifikacije ima pasivni karakter saznanja i otkrivanja osobina već datog objekta.

Kod rješavanja problema automatskog upravljanja susrećemo se sa dva pristupa realizacije sistema upravljanja. Prvi pristup polazi od identifikacije objekta, pa se zatim u procesu analize i sinteze, ostvaruje odgovarajući sistem automatskog upravljanja tim objektom. Drugi pristup polazi od realizacije automatskog sistema u cjelini pa se programiranju objekta prilazi kao budućem dijelu automatskog sistema čime se implicira automatsko upravljanje kao integralni dio automatskog sistema. Ovakav pristup predstavlja kvalitativno sasvim drukčiji način realizacije objekta, koji je samim tim daleko složeniji od statičke ili stacionarne sinteze, koja je kao pristup danas dominantna. No rezultati koji se dobivaju na takav način u najmanju su ruku vrijedni ovog truda, a nekada predstavljaju i jedino moguće rezultate postavljenog problema.

Prema današnjem stanju stvari kod realizacije sistema upravljanja inženjer automatike treba da najčešće, manje-više, sam rješava problem identifikacije objekta, bez obzira da li taj objekt već radi ili se projektuje. U drugom slučaju problem je djelomično olakšan, ali ipak dinamika objekta skoro po pravilu predstavlja njegov zadatak za koji on u najmanju ruku nije pozvan, ali ga mora, makar i približno, riješiti, da bi pravilno riješio sistem upravljanja.

Rezimirajući: kod novih objekata razdvaja se jedinstveni proces programiranja objekta na dva dijela od kojih jedan predstavlja uprošćenu sintezu a drugi dinamičku identifikaciju kao pasivnu

analizu koja ustanovljuje ova svojstva objekta, što predstavlja već danas tehnički i ekonomski neprihvatljiv pristup. S druge strane, kada je objekt već dat, neopravdano je da inženjer automatike ulaže napore na identifikaciji objekta u punom obimu ovog problema, jer je tada prisiljen da se kreće u veoma raznorodnim oblastima kemije i fizike, što praktično nije moguće, dok se zbog toga na drugoj strani sužava njegov vremenski fond i razvoj u oblasti automatike.

Obadva istaknuta problema, kretanja u automatici su izbacila kao opće probleme kretanja u savremenoj nauci i tehnici, ali oni objektivno koče i njen širi, osobito aplikativni, razvoj. S ovim problemima bi se, što je očigledno, trebali da uhvate u koštac i tehnolozi čije zanimanje su objekti i procesi.

Druga grupa problema ima više interni karakter. Savremeno kretanje automatike na nacionalnom planu nema makar i u najopćenitijem vidu jedinstvenu osnovu uskladenu sa nacionalnim potrebama i mogućnostima. ETAN kao stručna društvena organizacija u određenoj mjeri objedinjava kadrove iz ove oblasti. Medutim oblasti, koje ETAN obuhvaća, same su po sebi dovoljno velike, da bi se u okvirima jedne ovakve organizacije mogla detaljnije da tretira materija automatike u svom širem aspektu objedinjavanja napora i njihovog usklađivanja u nacionalnom planu. Pri tom je očigledno da ETAN kao društvena organizacija nema ni kompetencija ni mogućnosti da odgovorno preuzme svu ovu problematiku u rješavanje. Tim se više postavlja problem, da ETAN u ovoj oblasti treba da vodi jasniju politiku izgradnje stručnog pravca savremenog kretanja nacionalne automatike, i da u tom pravcu njegova djelatnost bude šira. Pri tom stvorene organizacione forme ETAN-a dozvoljavaju maksimalne napore u ovom pravcu.

Nedostatak organizacionih formi za kompetentne dogovore, uskladenja i razumnu podjelu rada na nacionalnom planu, stvara pogodno tlo za rasipanje i onako malobrojnog kadra, paralelizam u istraživačkim i proizvodnim naporima i samim tim za dekoncentraciju materijalnih sredstava. Široki front po površini, a ne uzak po dubini, u kretanju naše današnje automatike objektivno usporava stvarno mogući tempo razvoja u ovoj oblasti i ne daje vremena stvorenim kadrovima da se sopstveno brže razvijaju i da podižu mladi kadar kao osnovnu snagu za bolje i brže kretanje u ovoj oblasti nauke. Jedna organizaciona forma za dogovore istraživačkih organizacija u ovoj oblasti sigurno bi bitno doprinijela rješavanju niza pitanja iz ove problematike, a vjerojatno bi utjecala i na jasniju orijentaciju nacionalnog kretanja u ovoj oblasti nauke.



JUGOSLAVENSKI STRUČNI ČASOPIS ZA AUTOMATIZACIJU

automatika

ČASOPIS SAVEZNOG STRUČNOG ODBORA
ZA AUTOMATIZACIJU JUGOSLAVENSKOG KOMITETA ZA ETAN

GODINA V • 1964 • BROJ 6

ČASOPIS IZLAZI U DVA IZDANJA: NA SRPSKOHRVATSKOM I NA SLOVENSKOM JEZIKU

Automatika u SR Bosni i Hercegovini

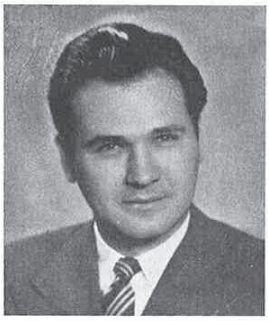
Razvoj nacionalne automatike, ako tako uslovno nazovemo nauku i tehniku automatike u nacionalnim okvirima, pošao je različitim putevima i susretao se s različitim teškoćama u pojedinim krajevima naše zemlje. Dva osnovna problema u tom kretanju su bila zajednička, to su: kadrovi i materijalna sredstva. No ipak bi se moglo reći, da je za razvoj automatike, barem u njenim prvim koracima, bilo odlučujuće pitanje kadrova, koji su objektivne potrebe iz privrednog kretanja naše zemlje shvatili i znali ih realizirati kroz različite forme organizacija i ustanova, koje su se formirale, ili koje su već postojale.

Ova skoro opća karakteristika bila je svojstvena i kretanju automatike u SR BiH.

Formirani kadar iz automatike nalazio se, iako veoma malobrojan, rasut po službama održavanja ili investicionim grupama većih preduzeća u republici. Većina tih kadrova stručno je bila vezana za pojedine strane firme, čija je oprema bila ugrađena u tim fabrikama. Koliko je takav oslonac imao u početku pozitivnih rezultata, njegovo daljnje učvršćivanje nosilo je sve više negativan i uskogrudan karakter.

Početkom 1956. godine u »Energoinvestu« je bila formirana jedna grupa sa zadatkom projektne primjene inostrane regulacione i mjerne opreme za postrojenja, koja je ovo preduzeće gradilo. Na toj osnovi stvorena je godine 1959. koncepcija, da se pored projektiranja pristupi organizaciji istraživanja, a zatim i proizvodnje domaćih sredstava za automatiku i to u prvom planu regulacionih uređaja. U periodu od četiri daljnje godine ova osnovna koncepcija je dograđivana i jednovremeno realizirana. Osnovna problematika u ovom periodu kretala se oko koncentracije tj. prikupljanja kadra i njegovog solidnog školovanja u oblasti teorije i elemenata automatike. Kada je 1961. bio formiran Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, u njegovoj početnoj strukturi bio je zacrtan smjer redovnog studija automatike. Ovaj smjer je održavao neophodnu potrebu da se pređe na normalan i redovan put dugoročnog i postupnog stvaranja kadrovske baze iz ove oblasti kao osnovnog uslova trajnog uspona ove grane nauke i tehnike u privredi SR BiH.

U godinama, koje su slijedile, na osnovama postavljene koncepcije, formirano je nekoliko organizacija, koje se danas u Sarajevu



Mandžić Ahmed, vanredni prof., dekan Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu

bave materijom automatike sa raznih aspekata. Već treću godinu radi Istraživačko razvojni centar za automatiku, koji je do sada razvio dva domaća sistema regulacije i niz drugih elemenata automatike. Zatim nešto više od dvije godine radi i tvornica uređaja za automatiku »Energoinvesta«, koja proizvodi pomenuta dva sistema i druge elemente automatike. U sklopu »Energoinvesta« produžio je svoj rad i projektni biro za automatiku. Ukupno na ovim poslovima danas radi u Sarajevu preko 200 ljudi.

Kada se danas pogleda struktura, koju automatika u Sarajevu ima, nije teško uočiti tri osnovne djelatnosti. To su: školovanje kadrova što se odvija na Elektrotehničkom fakultetu, zatim istraživanja i studije i najzad proizvodnja. Zahvaljujući povezanosti kadra, koji radi u odgovarajućim organizacijama, ova tri pravca predstavljaju danas tri strane jednog jedinstvenog kretanja naučne oblasti automatike u Sarajevu.

Djelatnost ovih organizacija se danas sve više povezuje sa privredom, ne samo u republici, nego i sa nizom privrednih grana u zemlji. Na tom planu afirmacija ove djelatnosti, jednako kao i afirmacija nacionalne automatike, susreće se sa nekim teškoćama, koje nisu objektivni rezultat današnjeg stanja našeg privrednog kretanja. Nacionalna automatika se još uvijek ne tretira kao posebna grana djelatnosti, nego kao prateća djelatnost poput niza djelatnosti u elektroenergetici, mašinstvu i slično. U većini statističkih zavoda ne prate se posebno njeni rezultati kretanja. Ako se može uzeti kao uporedno mjerilo ocjene i status koje ova grana tehnike ima danas u naprednim zemljama, i perspektive koje se već danas sagledavaju bez i malo optimizma, onda nacionalna automatika, pa i njena kretanja u pojedinim krajevima naše zemlje, traže da o tim pitanjima organi upravljanja na raznim nivoima zauzmu jedan određen opći stav.

U nedavnoj anketi, koju je organizirala Privredna komora SR BiH, ukazuje se na veoma optimistički porast interesa privrednih organizacija za ovu djelatnost i njenu primjenu u proizvodnim procesima. Utoliko prije postavlja se pitanje planiranja ove grane u republičkim i nacionalnim okvirima, kako se to vrši i za ostale privredne djelatnosti.

Karakteristično je u pomenutoj anketi, no to je činjenica sa kojom se kretanje automatike i inače susreće u našoj republici, da se pitanju kadrova iz ove oblasti u privrednim organizacijama posvećuje mala pažnja. Naime planovi i želje ne stoje u srazmjeru sa planovima u pogledu kadrova, čime se objektivno DOVODE U PITANJE i pomenute težnje.

Otuda u narednom periodu je potrebno, da se ovim pitanjima posveti više pažnje i nastoji riješiti njihova problematika. Isto tako da se posveti pažnja jačanju stvorenih organizacija i ustanova, kako sa kadrovske tako i sa materijalne strane.

Ovo posljednje pitanje će u daljnjem radu predstavljati ključno pitanje daljnjeg razvoja i pozitivnog kretanja automatike u SR BiH.

A Mandić

Emir Humo

Neke osobenosti razvoja automatike u Sarajevu

DK 62-5 »71«
IFAC IA 6.2

U radu se iznose osnovne koncepcije od kojih se pošlo u razvoju automatike u Sarajevu. Analiziran je problem obrazovanja kadrova raznih nivoa i profila, te razvoj naučne, projektantske i industrijske baze automatike. Daju se detaljni podaci o Odsjeku za upravljanje i elektroniku Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu. Na kraju se diskutuje industrijska podloga cijele oblasti automatskog upravljanja, sa posebnim osvrtom na Sektor automatike preduzeća »Energoinvest« koji na širem području predstavlja jedinu organizaciju čija je osnovna djelatnost automatika.

Some Specific Trends in The Development of Automatic Control in Sarajevo. In this paper some specific trends in the development of Automatic Control in Sarajevo are considered. The basic date on the Automatic Control Deportment are given, as well as the qualifications obtained by its graduates.

The paper also deals with the evolution of research, design and production in the field of automatic control in Sarajevo.

1. Uvod

Za posljednjih deset godina Sarajevo se afirmisalo u jedan od vodećih jugoslovenskih centara na polju teorije i prakse sistema automatskog upravljanja. Do ove značajne pozicije došlo se preko intenzivnih napora koji su paralelno ulagani u složeni mozaik problema koji stoje iz ove, za inženjerstvo, veoma značajne naučne oblasti.

Pri razradi osnovnih koncepcija razvoja automatike u Sarajevu pošlo se od dvije suštinske postavke:

- razvoja institucija za obrazovanje kadrova raznih nivoa i profila iz oblasti automatskog upravljanja u Sarajevu i Republici,
- razvoja proizvodnih, projektantskih i istraživačkih kapaciteta koji će stvoriti realnu materijalnu i naučno-tehničku bazu za održanje i daljnji prosperitet automatike u Sarajevu i Republici.

Očigledno je da su gornje dvije postavke međusobno povezane i da cijelu koncepciju razvoja treba posmatrati kroz njihovu međusobnu povezanost i uslovljenost.

2. Problemi školovanja kadrova

Nosilac osnovne djelatnosti u oblasti školovanja kadrova iz automatike je Elektrotehnički fakultet, odnosno njegov Odsjek za upravljanje i elektroniku. Slijedeći primjeri i razvoj obrazovanja u razvijenijim zemljama, ETF u Sarajevu je već 1961. godine proširio svoje nastavne programe uvođenjem predmeta iz oblasti teorije i tehnika automatskog upravljanja. Pri tome su mnogi faktori uticali na njihov karakter i sadržaj. Neki od fakulteta zadržali su već postojeći klasični profil, pri čemu su predmeti iz automatskog upravljanja predstavljali samo dopunu. Drugi pristup koji je prihvaćen i realizovan u Sarajevu orijentisao se na stvaranje takvih nastavnih planova i programa, koji će formirati novi tip stručnjaka — inženjera automatike. Pri tome je izvanredno dinamičan razvoj teorije i sredstava automatike stvorio mogućnosti da se pomenuti nastavni programi stalno usavršavaju neposredno prateći front tekućih naučnih istraživanja, ali istovremeno nametući složene zahtjeve u pogledu racionalnog izbora ciljeva, obezbjeđenja kadrova i materijalne osnove za realizaciju jednog takvog programa. Prirodno je, da jedan takav put posjeduje svoje osobenosti i originalna rješenja pa će ova prilika biti iskorišćena da se izlože neki od bitnih elemenata u evoluciji koncepcije nastavnog programa iz oblasti automatskog upravljanja na Elektrotehničkom fakultetu u Sarajevu.

Odmah po formiranju Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu oktobra 1961. god. formirana je u okviru Elektrotehničkog smjera grupa od 5 predmeta iz automatskog upravljanja. Već 1963. obrazovan je poseban Smjer za automatiku sa 13 predmeta, koji su predstavljali osnovu na kojoj se bazirala nastava iz automatike u narednih 10 godina. U toku ovog perioda vršene su neophodne nadopune i poboljšanja u cilju osavremenjivanja programa studija i nastavnog procesa uopšte. Tako je 1969. formiran Odsjek za automatiku i elektroniku u čiji su sastav ušle Katedra za automatiku, Katedra za elektroniku i Katedra za računske mašine.

Sada na Odsjeku za upravljanje i elektroniku studira 120, a diplomiralo je 50 studenata. Najveći broj diplomiranih studenata apsorbovali su razni sektori preduzeća »Energoinvest«, naročito Sektor automatike. Međutim, znatan broj diplomiranih inženjera automatike našao je zaposlenje u preduzećima elektroprivrede (elektrane, prenos, distribucija), hemijske i naftne industrije, željeznice, kao i u jedinicama i ustanovama JNA.

3. Osobenosti nastavnog plana i programa odsjeka

Osnovni cilj ovog Odsjeka je da zadovolji potrebu industrije za inženjerima u istraživanjima, razvoju, projektovanju i eksploataciji sistema automatskog upravljanja. Ove potrebe diktirale su orjentaciju i sadržaj nastavnih planova i programa Odsjeka. Cjelokupna materija koja se u toku studija predaje može se podjeliti na četiri osnovne grupe predmeta.

Prvu grupu sačinjavaju predmeti opšte teoretskog karaktera koji daju potrebnu teoretsku bazu za savladivanje stručnog dijela studija.

U drugu grupu spadaju predmeti koji se odnose na konstrukciju, tehnologiju i eksploataciju elemenata sistema automatskog upravljanja. Ovdje se takođe izučavaju i razne metode mjerenja električnih i neelektričnih veličina. Među najvažnije predmete ove grupe ubrajamo Tehničku dinamiku fluida, Elektroniku, Fizičko-tehnička mjerenja i Elemente sistema automatskog upravljanja.

U okviru treće, veoma značajne, grupe predmeta proučavaju se metode identifikacije i algoritmizacije procesa kojima se želi upravljati, kao i postupci za implementaciju sistema automatskog upravljanja. U ovu grupu spadaju, pored ostalih, Teorija signala, Teorija automatskog upravljanja, Dinamika procesnih sistema, Projektovanje sistema automatskog upravljanja i Sekvencijalni sistemi.

Četvrtu, komplementarnu, grupu sačinjavaju predmeti iz područja elektronskih računara. U njima se proučava hardware i naročito software računara. Što se tiče primjene podjednaka pažnja se posvećuje, kako računarima u upravljanju procesima, tako i računarima kao matematičkom sredstvu. Ovdje spadaju slijedeći predmeti: Programiranje I i II, Digitalni računari i Analogni i hibridni računari.

Uočena potreba za daljnjim produbljivanjem materije za studente koji se orijentišu na rad u naučno-istraživačkim institucijama dovela je do pokretanja postdiplomske nastave iz upravljanja i teorije sistema. Nastavnim programom iz postdiplomskih studija želi se proširiti teoriski fundament predmeta koji se predaju na drugom stepenu, naročito iz oblasti tehničke automatike i upravljanja procesima i prekriti neka nova područja kao što su modeliranje i simulacija biokibernetskih sistema. Uočavajući činjenicu da je sistem studiranja isto toliko važan koliko i nastavni planovi i programi, usvojeni su savremeni pedagoški principi u organizaciji nastave, savladivanju gradiva i polaganju ispita. Prihvaćena je teza da student predstavlja radnog čovjeka s kojim je u svim etapama nastavnog procesa uspostavljen čvrst kontakt preko praćenja njegovog rada, sistema mentorstva i čestih provjera znanja. Kako je literatura na našem jeziku oskudna pokrenuta je aktivna djelatnost na izdavanju odgovarajućih udžbenika u obliku prevoda, kompilacija i autorizovanih skripti.

Automatika se kao tehnička disciplina pojavljuje i u nastavnim planovima drugih fakulteta Univerziteta. Preko integrisane nastave Odsjek je angažovan u izvođenju niza predmeta iz automatike, elektronike i računskih mašina na redovnim i postdiplomskim studijama drugih fakulteta i visokih škola (Mašinski fakultet, Prirodno-matematički fakultet, Vojna akademija i sl.).

4. Industrijska i razvojna podloga automatike

Proizvodno-projektantsku i istraživačko-razvojnu podlogu automatike u Sarajevu najvećim dijelom predstavlja Sektor automatike preduzeća »Energoinvest«. Proizvodne jedinice, projektni biro i Istraživačko-razvojni centar za automatiku ovog sektora predstavljaju kompleks čija je osnovna djelatnost automatika. Osnovni zadatak ovog kompleksa je ovladavanje složenom problematikom računarskog upravljanja objektima elektroenergetike i procesne tehnike. U okviru ovog zadatka odvijaju se tri paralelne djelatnosti: proizvodnja tehničkih sredstava automatike, razvoj kadrova za izučavanje i matematičko modeliranje procesa, i razvoj kadrova za projektovanje sistema automatskog upravljanja objektima tehničkog i ekonomsko-tehničkog tipa.

Osnovni cilj proizvodnje tehničkih sredstava automatike je stvaranje, u zemlji i inostranstvu, konkurentno sposobnih sistema i aparatura za automatsko upravljanje na nivou regulatorskog upravljanja.

Što se tiče domena projektovanja ovdje se kao osnovna djelatnost pojavljuje rutinsko projektovanje na nivou regulatorskog upravljanja i nerutinsko projektovanje na nivou računarskog upravljanja.

Pored Sektora automatike »Energoinvesta« čija je osnovna djelatnost automatika, u SR Bosni i Hercegovini se pojavljuje niz kompleksnih industrijskih preduzeća elektroindustrije, elektroprivrede, metalurgije, hemiske i naftne industrije gdje se automatika javlja kao prateća, ali veoma značajna, djelatnost. Kod ovakvih slučajeva automatika učestvuje od 5—15% u vrijednosti tehnološke opreme objekta, dok se uključivanjem računara ova vrijednost može popeti i na 20%. Samo ovaj podatak ukazuje na veliki značaj ove vrste djelatnosti u okviru evolucije opšte koncepcije automatike. Na ovom mjestu je potrebno ukazati na probleme pravilnog rukovanja i održavanja mjernih i regulacionih sistema koji su instalirani na ovim objektima. S obzirom na to da je automatika relativno mlada naučna disciplina, iskustvo je pokazalo da joj nestručna eksploatacija ovih sistema može nanijeti veliku štetu. Iz ovih razloga posvećuje se potrebna pažnja osposobljavanju srednje stručnih i ostalih kadrova za upotrebu i održavanje tehničkih sredstava automatike.

U posljednje vrijeme povećani interes za kadrovima iz automatike pokazuju željeznice, pošto i cijeli niz različitih organizacija kod kojih je u toku ili se žele instalirati računarski sistemi. Ovo se naročito odnosi na regulaciju saobraćaja, signalno-sigurnosne i telemetriske sisteme, prenos informacija, kao i na sve aspekte eksploatacije računara. Da bi uspješno odgovorio ovim novim zahtjevima Odsjek je u četvrtoj godini preko grupe izbornih predmeta omogućio sticanje potrebnih znanja iz ovih oblasti.

Naučno-istraživački rad skoncentrisan je u okviru Istraživačko-razvojnog centra za automatiku preduzeća »Energoinvest«. Zbog specifičnog položaja ovog Centra u odnosu na Elektrotehnički fakultet, odnosno Odsjek za upravljanje i elektroniku, osnovni podaci o organizaciji i radu ovog Centra biće dati u narednoj sekciji.

5. Saradnja fakulteta i privrede

Uočavajući višestruke obostrane interese relevantne privredne organizacije i Elektrotehnički fakultet ostvarili su široku i raznovrsnu saradnju. U osnovi ove saradnje nalazi se zajednički interes fakulteta i privrede. Pri tome, kompleks privrede i njenih naučno-istraživačkih organizacija ima dragocjenu savjetodavnu ulogu u formiranju nastavnih planova i programa, odnosno profilu diplomiranog inženjera.

Najistaknutije mjesto u ovoj saradnji imaju centri za automatiku, energetiku, termo i nuklearnu tehniku i elektronski računski centar preduzeća »Energoinvest«. Svi ovi centri ostvarili su široku saradnju sa Elektrotehničkim i drugim fakultetima u Sarajevu. Predavaonice, laboratorije i oprema ovih centara koriste se za odvijanje vježbi iz odgovarajućih predmeta, dok je veliki dio najkvalitetnijeg inženjerskog kadra angažovan na fakultetu kao nastavno osoblje. Spomenuti instituti svojim normativnim aktima pomažu i olakšavaju ove angažmane. Pored toga, dobar dio nastavnog osoblja svoj naučno-istraživački rad ostvaruje u ovim institutima. Privreda (»Energoinvest« »Elektroprenos«, i dr.) takođe pruža stalnu dopunsku materijalnu pomoć u cilju održavanja kvaliteta nastavnog procesa.

Većina studenata Odsjeka su stipendisti raznih radnih organizacija. Uobičajeno je da u formulisanju tema za diplomski rad učestvuju organizacije-stipenditori, koje po potrebi ukazuju materijalnu i stručnu pomoć pri izradi ovih radova.

U toku je izgradnja novog Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu, pa neke radne organizacije, naročito »Energoinvest«, pružaju finansisku pomoć u opremanju fakulteta modernom laboratoriskom opremom.

Ovakva sprega fakulteta i privrede daje veoma povoljne rezultate u formiranju profila mladih inženjera. Svršeni studenti nalaze posao bez ikakvih teškoća i veoma se lako uklapaju u radni proces.

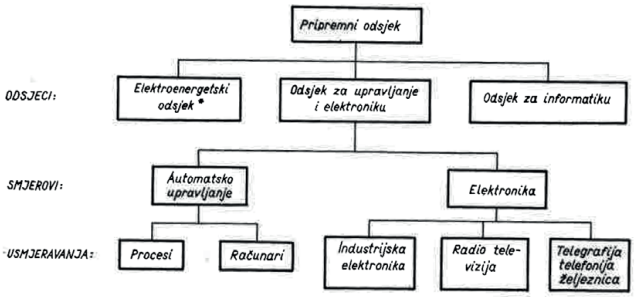
6. Zaključak

Zajedničkim naporima fakulteta i privrede u Sarajevu je za relativno kratko vrijeme stvoren savremen i efikasan studij automatike, upravljanja i elektronike. Uspješnom sinhronizacijom napora svih zainteresovanih faktora Elektrotehnički fakultet proizvodi kadrove sposobne da se kao specijalisti po sredstvima automatike, projektovanju sistema automatskog upravljanja i eksploataciji računara brzo uključe u probleme koje nameće praksa i da zahvaljujući svom solidnom fundamentalnom i dovoljno širokom politehničkom obrazovanju budu aktivni na mjestima gdje se unapređuje tehnika i poslovanje.

Stalni kontakti sa progresivno orijentisanim privrednim organizacijama, naučno-istraživačkim centrima i drugim univerzitetima u zemlji i inostranstvu, periodična korekcija i aktualizacija nastavnih programa, savremeni pedagoški principi u nastavi itd. omogućili su, kao stil rada, postignute uspjehe i predstavljaju sigurnu garanciju za skladan razvoj u budućnosti.

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SARAJEVO

ŠEMA NASTAVE



* Na dijagramu nisu dati smjerovi i usmjeravanja za elektroenergetski odsjek.

NASTAVNI PLAN

Odsjek za upravljanje i elektroniku

Pripremni odsjek

Prva godina

Predmeti	Trimestri I	II	III
Matematika I, II, III	4+4	4+4	3+3
Tehnička fizika I, II	—	2+2	4+2
Osnovi elektrotehnike I, II, III	3+5	3+5	3+4
Uvod u programiranje	2+2	—	—
Osnovi narodne odbrane	2+0	2+0	2+0
Fiskultura	0+2	0+2	0+2

Druga godina

Predmeti	Trimestri IV	V	VI
Matematika IV, V, VI	4+3	3+3	3+5
Fizika III	3+2	—	—
Mehanika I, II	3+2	2+2	—
Mjerenja u elektrotehnici	—	2+3	2+4
Materijali u elektrotehnici	2+1	—	—
Mašinski elementi	—	2+3	—
Elektronski elementi	—	—	3+1
Osnovi narodne odbrane	2+0	—	—
Strani jezik	—	1+2	1+2
Fiskultura	0+2	0+2	0+2

Treća godina

Predmeti	Trimestri VII	VIII	IX
Tehnička dinamika fluida I	2+2	—	—
Teorija električnih kola	3+2	2+2	—
Teorija elektro-magnetnih polja	2+2	—	—
Elektronski sklopovi	2+2	—	—
Teorija signala i osnovi teorije informacija	—	2+2	4+2
Kontinualna elektronika	—	—	2+2
Mjerenja u elektroničkoj tehnici	—	2+2	—
Metode identifikacije i algoritmizacije tehničkih sistema	—	2+1	3+4
Fizičko-tehnička mjerenja	—	2+1	2+2
Strani jezik	1+2	1+2	1+2
Fiskultura	0+2	0+2	0+2

Četvrta godina

Smjer: Automatsko upravljanje

Predmeti	Trimestri X	XI	XII	P	R
Teorija upravljanja linearnim i nelinearnim sistemom I, II	3+2	3+1	—	*	*
Sistemi za prenos informacija	—	—	3+1	*	*
Digitalni računari	2+2	—	—	*	*
Analogni i hibridni računari I i II	2+2	2+2	—	*	*
Teorija optimalnih rješ. I, II	—	3+2	2+1	*	*
Hijerarhisko upravljanje procesnim sistemima I, II	—	2+1	2+2	*	*
Tehničko sredstvo automatike	2+2	—	—	*	
Osnovi identifikacije čovjek-tehn. sistem	—	2+1	—	*	*
Organizacija i struktura računarskog sistema	—	—	2+2	*	*
Prekidački i sekvencijalni sistemi	—	—	2+2	*	*
Planiranje operacija	—	2+1	—	*	*
Tehnička dinamika fluida II	—	—	2+1	*	
Prekidačka elektronika	3+2	—	—	*	*
Programski jezici I	3+1	—	—		*
Programski jezici II	—	—	2+1		*
Fiskultura	0+2	0+2	0+2	*	*

P — procesi; R — računari

Četvrta godina

Smjer: Elektronika

Predmeti	Trimestri X	XI	XII	EI	RTV	TTŽ
Teorija upravljanja linearnim i nelin. sistemom I	3+2	—	—	*	*	*
Teorija upravljanja linearnim i nelin. sist. II	—	3+1	—	*		
Sistemi za prenos informacija	—	—	3+1	*	*	*
Digitalni računari	2+2	—	—	*	*	*
Analogni i hibridni računari I	2+2	—	—	*	*	*
Prekidačka elektronika I, II	3+2	2+2	—	*	*	*
Konstrukcioni program	—	2+4	—	*	*	*
Tehnička sredstva automat.	2+2	—	—	*		
Prekidački i sekvencijalni sistemi	—	—	2+2	*	*	*
Tehnologija računara	—	—	2+2	*		
Elektronika snage	—	3+2	—	*	*	*
Pouzdanost elektr. sklopova	—	—	3+1	*	*	*
Planiranje operacija	—	2+1	—	*	*	*
Tehnologija poluprovodičkih elemenata	—	—	2+2	*	*	*
Fiskultura	0+2	0+2	0+2	*	*	*
Radio prijemna i emisiona tehnika	3+1	—	—		*	*
TV tehnika	—	3+1	—		*	
Audio tehnika	—	—	2+2		*	
Telefonija i telegrafija	—	3+1	—			*
Telemetrijski sistemi	—	—	3+1			*

IE — Industrijska elektronika; RTV — radio televizija
TTŽ — telefonsko telegrafski i željeznički sistemi

NASLOV AUTORA:

Dr ing. EMIR HUMO, docent, Elektrotehnički fakultet, Istraživačko-razvojni centar za automatiku — »Energoinvest«, Sarajevo.

Kopija članka Humo, E. (1971) Neke osobenosti razvoja automatike u Sarajevu, *Automatika* 6.

Energoinvest u oblasti robotike

ROBOT JE ROĐEN

Dušica Kljajić

Mjesecima obigravamo oko Instituta za automatiku i računarske nauke želeći da razgovaramo o projektu – robotike. Za njega se interesujemo od samog početka, još od 1985. godine. I, ovaj put smo uspjeli. Rekli su nam dođite, prva faza projekta je okončana, a proizvod toga je robot. Napravili ste robota - pitali smo. Dođite, vidjećete ga i čuti kako je sav posao tekao.

Obradovani uspjehom i zbog nas i zbog stručnjaka IRCA pošli smo na razgovor sa mr Farukom BILALOVIĆEM, rukovodiocem projekta. Pustićemo da govori o cijelom poslu na projektu. Naša interpretacija, kada su ovakve stvari u pitanju nije potrebna. Mnogo je bolje i sigurnije da o tome govore stručnjaci. I priča je počela:

Prva primjena – u zavarivanju

Razvojem robota kojeg smo nazvali ERDCO 10, završena je prva od dvije faze projekta "Industrijska robotika" kojeg je finansirao SIZ Nauke. Jedan od sufinansijera bila je i Industrijska automatika koja će preuzeti dio rezultata ovog projekta. U drugoj fazi projekta, koja slijedi treba da budu urađeni istraživački poslovi u cilju razvoja još jednog robota drugačije konfiguracije zbog drugačije namjene. Ta faza kreće od nove godine. Riječ je o robotima za ansemblerske namjene i biće horizontalno artikulisane konfiguracije, pa je prilagođena da se sa većim brzinama i većom preciznošću rade na specifičnim poslovima montaže na ravnoj podlozi.

No, vratimo se ovom sadašnjem napravljenom robotu ERDCO 10 i recimo nešto o tome.

- Najprije da objasnimo njegovo ime koje je skraćenica od riječi ER - električni robot, jednosmjerni motori (DC) - O je od opšte namjene - a 10 je od 10 kilograma mase nosivosti.

Projekat je startovao prije tri godine, početkom 1986. u ovom obliku i evo dakle nakon rada u tom vremenu dobili smo ovog robota.

Na pitanje kakve su njegove mogućnosti, gdje će se primjenjivati, da li najprije u Energoinvestu ili izvan, mr Bilalović nam je rekao:

- Ovaj robot je sa 5 stepeni slobode, što znači da ima pet nezavisnih pomjeranja. Od toga tri služe za pozicioniranje a dva za orijentaciju radnog predmeta i alata koji će robot držati u hvataljci. Tačnost ovog robota je od plus-minus 0,2 milimetra. Svi stepeni su rotacioni, što daje veću fleksibilnost u primjenama. ERDCO 10 ima čitav spektar mogućih primjena. Od početka nije fiksirana primjena projekta a sada, u drugoj fazi koju smo pomenuli jedan pravac aktivnosti je i inženjering robotike

gdje treba ovaj robot primjeniti u industrijskoj aplikaciji. Nosilac te inženjering aktivnosti je Industrijska automatika koje je inženjering organizacija i koja će i pronalaziti primje nu. Prvu primjenu koju smo zajedno planirali je u području elektrolučnog zavarivanja.

- Da li će to biti u nekoj Energoinvestovoj organizaciji, pitamo sagovomika?

Projekat je Energoinvestov

- Za sada još o tome razgovaramo, i vjerovatno da će to biti u Energoinvestu, na poslovima zavarivanja. Mi nismo nosioci te aktivnosti, naše aktivnosti se znaju.

Dakle, za primjenu robotike, za inženjering robotike u Energoinvestu je nominovana Industrijska automatika, a mi smo razvoj.

Dakle, radeći na razvoju robota ERDCO 10 razvijeno je nekoliko segmenata. Sam manipulator, od idejnog projekta do realizacije vođena je u IRCA. Čitav projekat je napravljen u IRCA, a pojedini dijelovi su rađeni na različitim mjestima. Dio je urađen u našoj prototipskoj radionici, a najveći dio odlivaka i mehanike urađen je u "Trudbeniku" u Doboju. Dio prenosnika je urađen u "UNIS-u" i "Zraku", a motori sa permanentnim magnetom su uvezeni iz Francuske, jer mi takvih motora nemamo u zemlji. Pogonska elektronika, koja uključuje snažni dio za pogon motora, upravljački dio za pogon servo-kontura pojedinih motora, mirkoprocesorski kontroler robota i kontroler vizije je razvijen u IRCA.

U drugoj fazi projekta treba da dođemo do robota sa elementima vještačke inteligencije. Taj robot će imati, prije svega, robotsku viziju, i pepoznavanje, zatim osjećaj sile i osjećaj daljine za neke specifične namjene će se implementirati laserski upravljač udaljenosti.

Na pitanje kako je tekao razvoj robota ERDCO 10 mr Bilalović nam je pričao:

- U početku, prva godina je bila istraživačka faza gdje se stručni kadar priključen tom projektu kroz istraživački rad uvodio u oblast. Riječ je o stručnom timu, koji je nakon definisanja idejnih rješenja, za svaki od pojedinih segmenata krenuo u razvoj, sa svim onim što razvoj nosi. Velikih problema smo imali oko nabavke inostranih dijelova, tako da smo motore čekali oko dvije godine. Mi sa time inače idemo i u plan, jer već znamo da 1,5 do 2 godine traje isporuka dijelova.

Projekat je Energoinvestov, finansiran je od SlZ-a Nauke, RO IA i u posljednjoj godini rada na projektu kao sufinansijer pojavljuje se i SIZ Nauke BiH u okviru projekta Društveni cilj 9. Oni finansiraju 40 odsto od ukupnih sredstava.

Ne kasnimo sa robotikom

Jedan značajan posao je obavljen, istraživački i naučni i rezultat je tu, mi smo ga vidjeli u svoj njegovoj veličini. Pitanje koje slijedi - gdje je sve njegova primjena i efekti od primjene robota. To smo pitali našeg sagovomika i rekao nam je:

- U postavci projekta definisali smo dugoročne ciljeve. Prvi cilj je bio da Energoinvest uđe u oblast industrijske robotike uopšte. Drugi je da se u određenoj fazi odmah počne razmišljati o primjeni, dakle o poslovnoj realizaciji, valorizaciji svega toga od strane određenih institucija. Mi smo od samog početka imali povratnu spregu sa Industrijskom automatikom i sve uslove smo sa njima usaglašavali, iako tada nije bilo govora o konkretnoj primjeni. Dakle, Energoinvest ulazi u oblast robotike, još 1979. godine istraživanjima u oblasti robotske vizije.

Da li je to kasno ili je pravo vrijeme da se u oblast robotike uđe i koje su njene prednosti, bilo je naše pitanje. Odgovor je:

- Energoinvest relativno rano ulazi u oblast robotike. U odnosu na Jugoslaviju u ovoj oblasti ne kasnimo, svugdje se nešto radi, ali pravih aplikacija nema. I tu se postavljaju dva pitanja - koliko smo mi sposobni da damo u ovoj oblasti i drugo koliko je industrija sposobna da to prihvati. Nije lako robotizirati liniju, jer to zahtijeva velika ulaganja a zahtijeva i kadrove. Mi u Energoinvestu imamo spremnost da robotiziramo neke linije. Dokazane prednosti robotizacije su ne samo produktivnost, već kvalitet jer robot ne griješi, on dvadest i četiri sata radi isto dok se radnik zamara, i poslije određenog vremena pravi škart. Potom tu je i rad u opasnim i teškim uslovima - dakle humanizacija rada.

Čuli smo i to da su određena istraživanja pokazala da od rukovodioca i njegove tehničke obrazovanosti zavisi da li će u nekom Encrgoinvestovom pogonu doći do robotizacije ili ne.

Mr Faruk Bilalović nam je rekao:

- Gledajući Energoinvest kao jedinstvenu firmu koja je ulazila u nove tehnologije neće biti teškoća da uđe u robotiku, bez obzira na otpore kojih će biti. I vjerujemo da će to najprije biti u zavarivanju, gdje Energoinvest ima tradiciju. Potom to je asembliranje (montaža) koji je danas najcjenjeniji i najkomplikovaniji posao. Danas u svijetu sve firme su robotizovale sve fabrike elektronskih ploča i one su skoro bez ljudi.

I već pri kraju razgovora samo po sebi nametnulo nam se pitanje da li se u Energoinvestu razmišlja o proizvodnji robota, zbog čega je, vjerovatno, cijeli projekat i krenuo, polazeći od onoga da projekat nije sam sebi svrha?

- Da, razmišljalo se i razmišlja se i naša je procjena da u Energoinvestu postoje fabrike koje mogu da proizvode veliki dio robotskog sistema. Prije svega to su električni dijelovi. Proizvodnju bi vjerovatno nosila Industrijska automatika, takođe i ENEL Elektronske module bi vjerovatno radili u RO Elektronika a na mehaničkom dijelu bi bio angažovan "Trudbenik" iz Doboja.

No, moram reći da proizvodnja robota sama po sebi nije nešto što je jako interesantno. Mnogo interesantnije za nas je kombinacija proizvodnje robota i inženjeringa proizvodnih procesa i u tom pravcu treba da idu i naša razmišljanja, završio je mr Faruk Bilalović.

Industrijska automatika – Stup

AUTOMATIZACIJA I ROBOTIZACIJA – ZAHTJEV VREMENA

Dušića Kljajić

Iako se počelo prije četiri godine, u kolektivu Industrijske automatike postigli su značajne rezultate u oblasti automatizacije i robotizacije. O tome govore poslovi obavljeni za potrebe Energoinvestovih, ali i drugih tvornica, kao i podatak da će se za oko mjesec dana izvršiti promocija prvog »E« robota

Unazad četiri godine u RO Industrijska automatika počeli su se baviti automatizacijom i robotizacijom proizvodnih procesa. Šta su od tada do danas u ovoj oblasti učinili mladi stručnjaci ove tvornice, saznajemo iz razgovora sa inž. Borisom Žarkovićem, rukovodiocem odjeljenja za automatizaciju i elektromotorne pogone.

Automatizacija tehnoloških procesa - to je zahtjev vremena u kojem živimo. I ne samo puki zahtijev, već i uslov za opstanak na tržištu koje iz dana u dan postavlja sve rigoroznije uslove. A mi smo tu zbog tržišta i zato je ovaj posao prava stvar.

Inž. Žarković koji od početka rada u ovoj oblasti nam je rekao:

Automatizacija proizvodnih linija

- *Kada se razmišljam o automatizaciji i robotizaciji onda stavljam težište na automatizaciju već samim tim što je automatizacija neophodna podloga za uvođenje robotizacije. Iz tih razloga mi smo i počeli sa automatizacijom proizvodnih linija. I, kako su počeci uvijek teški, nama su bili olakšani samim tim što smo u jednom takvom kolektivu kao što je Enegoinvest. Tu smo imali i razumijevanje, tu nam je pružena i šansa za izradu prve takve linije.*

- To je? - *Riječ je o automatizaciji livnog polja u Livnici na Alipašlnom Mostu. To je i prvi naš konkretan posao, tu nam je ukazano povjerenje i mi smo ga opravdali. Naime, riječ je o potpunoj automatizaciji livnog polja, čime su ljudi oslobođeni teškog fizičkog rada, a značajno je povećana i produktivnost. Mogu vam reći da su uređaji koje smo za Livnicu napravili već nekoliko godina u eksploataciji i sve funkcioniše bez zastoja. Također, mi smo izvršili i automatizaciju automatske sortirnice u drvnoj industriji, konkretno za »Krivaju« iz Zavidovića, zatim automatizaciju linije za baliranje u "Incelu" u Banja Luka, automatizaciju linije za valjanje u Željezari u Zenici.*

- Ali uporedo sa razvojem vi ste radili i na inženjeringu za robotizaciju?

Uskoro "E" roboti

- U sklopu pojekta i za razvoj robotike koji se radi u Istraživačkorazvojnom centru za automatiku (IRCA), u našoj tvornici se vrši se primjena, istina samo dijela, onoga što je do sada istraženo. Da bi sve to išlo lakše, sinhronizovanije a imalo i bolje rezultate u razvojnom timu IRCA učestvuju i ljudi iz naše RO Industrijske automatike, sa krajnjim ciljem lakšeg uvođenja robotike u procesima proizvodnje.

Ove godine završava se razvoj Energoinvestovog robota i za mjesec, dva nadam se da će biti i prva promocija tog robota. Taj robot će u cjelosti biti Energoinvestov proizvod.

- I kakva su razmišljanja u Energoinvestu vezano za taj proizvod?

- Najprije da kažem da robotizacija u Jugoslavijiima ima smisla tamo gdje je neophodno održavati određeni kvalitet. Ali, s druge strane kod nas je ljudski rad još uvijek jeftin, te nema opravdanja smanjenje broja zaposlenih. Međutim, ima mnogo mjesta gdje je uvođenje robotizacije neophodno.

Ali, činjenica je da uvođenje serijske proizvodnje robota u ovom momentu zavisi od potražnje tržišta iz više razloga, počev od tržišta, prilagođenost proizvodnih linija... No koristi koje imamo razvojem ovog proizvoda su višestruke - javljaju se i drugi proizvodi kao rezultat tog razvoja. Tu su i znanja iz oblasti inženjeringa robotizacije, to su i CNC upravljanje alatnih mašina...

- Vi ste osim automatizacije proizvodnih linija radili na robotizaciji radnih mjesta. Gdje i sa kakvim uspjehom?

Da čovjeku bude lakše

- Prvi primjer upotrebe robota sa ciljem zamjene čovjeka na teškim poslovima, a i sa ciljem postizanja kvaliteta je robotizacija radnog mjesta za zavarivanje stelta na armaturu. Posao je rađen za Tvornicu specijalnih armatura. Riječ je o teškom i dugotrajnom procesu koji traži kontinuiran rad varioca od nekoliko sati.

Mi smo sami napravili tog robota koji sada radi na mjestu varioca i on radi već tri, četiri mjeseca. Škart na tom radnom mjestu, prije instaliranja robota bio je preko 60 odsto, a sada se praktično radi bez škarta.

Kod nas je razvijena i specijalna tehnologija navarivanja kojom se štedi i energija, jer nije neophodno grijati radni predmet. Takođe, kod robotizovanog navarivanja lakša je i mehanička

obrada jer navareni sloj ima i manju debljinu i ravnomjerniji je.

Drugi posao koji smo radili je robotizacija u procesu indukcionog grijanja gdje robot uzima radni komad iz indukcionog grijanja, stavlja taj komad pod presu

(težak 40 kilograma i zagrijan na 1.000 stepeni) i nakon odpresivanja odlaže ga na određenu poziciju. Taj posao smo radili za "Pretis" iz Vogošće, a njegov značaj je što smo isporučili cijelu proizvodnu ćeliju. Očekujemo da ćemo sa "Pretisom" imati poslova i u narednom periodu na zamjeni starih postrojenja ovakvim savremenim sistemima.

- I taj posao je završen?

- *Taj posao će se okončati i isporučiti u toku ovog mjeseca, jer je u probnom radu kod nas oko mjesec dana.*

- Prema onome što sam čula od vas, Energoinvest treba i automatizaciju i robotizaciju ako želi dalje, ako želi na svjetsko tržište?

- *Svakako da Energoinvest ima i takvih proizvoda i radnih mjesta gdje je neophodna i automatizacija i robotizacija. Istina je i to da mnogi shvataju neophodnost i za automatizacijom i za robotizacijom proizvodnih linija i radnih mjesta, ali tu je sad problem - nedostatak sredstava. To nije problem samo naših radnih organizacija nego i mnogih organizacija u zemlji.*

I pored tog problema mi u Industrijskoj automatici imamo dovoljno posla. Nadamo se da ćemo ga imati i ubuduće, Jer i automatizacija i robotizacija je neminovan uslov opstanka savremene proizvodnje na tržištu.

Nakon razgovora sa inž. Borisom Žarkovićem lako je zaključiti da Energoinvest ima preduslove da isporučuje kompletne automatske proizvodne linije, sutra i kompletne fabrike jer raspolaže poznavanjem raznih vrsta tehnologija i proizvodnom bazom (jedna od njih je i industrijska automatika) i što je najvažnije ima progresivan um koji zna gdje je budućnost.

Posjeta s razlogom: mr Nedžad Kolaković, IRCA

SVAKI PROIZVOD – PRIČA ZA SEBE

U istraživačko razvojnom centru za automatiku razvijeni su složeni proizvodi za potrebe jugoslovenskog ratnog vazdukoplovstva i brodoindustrije ● Spoj nauke, razvoja i proizvodnje

Uvijek kad mi se javi, želja da pobjegnem od svakodnevnih tema, mada ih život intenzivo nameće, odlučim da pođem u neki od naših instituta da tu provedem koji sat uz nekog od naših naučnih radnika, sa uživanjem da slušam kako zaneseni pričaju o onome čime se bave kao da je to jedina, najvažnija stvar na svijetu. Diviti se njihovorn žaru kad su u nekom konkretnom projektu koji će sutra bill otjelovljen...

Ovaj put sam dosla u Istraživačko razvojni centar za automatiku IRCA. Nije prvi put da zalazimo u ovaj lnstitut.

Ali, prvi put razgovaram o namjenskom programu programu za našu narodnu armiju. Za sagovomika imam NEDŽADA KOLAKOVIĆA, direktora Sektora namjenskog programa u IRCA, čija jednostavna, i za običnog slušaoca vrlo jasna i razumljiva priča, govori mnogo. Govori o entuzijazmu ovog čovjeka naučnika i njegovog saradnika, o žaru sa kojim su počinjali i sticali prva znanja i iskustva, do visokih priznanja koje su dobijali za dobro obavljene zadatke. Ovom pričom otvaramo vrata i ulazimo u područje za koje najjednostavnije kažemo namjenska proizvodnja.

Počelo je 1975.

- Te, 1975. godine u Energoinvestu, u ovom institutu čine se prvi pokušaji u prodoru u jugoslovensko ratno vazduhoplovstvo sa namjerom da se razvijaju uređaji i sistemi avioautomatike. Prodor je napravljen u periodu kada se na širem planu željelo uključivanje privrede vezano za planove Jugoslovenske armije, priča nam Nedžad Kolaković.

Dakle, tada Energoinvest ulazi u oblast avioautomatike za naše avione tipa ORAO i G4. Od zadataka dobija samo ono što do tada niko nije htio razvijati i raditi, jer riječ je o „tvrdim" problemima, na kojima su neke firme pokušale ali nisu dale rezultate.

- I tada se vi hvatate u kolo čiji svi koraci i nisu bili poznati?

- Da, tada kreće naš program sa Jugoslovenskom vojnim avijacijom, a riječ je o nizu rješenja avioautomatike. Da bi objasnio koja su to rješenja, moram ih na

brojati, objasniti jer samo tako možete shvatiti svu ozbiljnost sa kojom smo zadatku morali prići. Riječ je o kompletnoj automatizaciji gorionog trakta u okviru koje su raizvijeni mnogi uređaji. To su: turbinsko mjerilo ostatka količine goriva (uređaj koji mjeri potrošnju goriva u avionu u datom vremenu), mjerač količine goriva (uređaj koji obavještava koliko je goriva u avionu, signalizatoru nestanka količine goriva, signalizira nestanak goriva u jednom tenku i prebacuje potrošnju na drugi rezervoar), signalni panel (zvučno i svjetlosno obavještava pilota o svim važnim informacijama na avionu od one da Ii je stajni trap izvučen do one da li je požar na avionu, uređaj za promjenu prenosnog odnosa između palice pilota i komandne površine i vrlo je bitan za bezbjednost aviona.

Potom, tu je i sistem za automatsku regulaciju kočenja aviona. To je uređaj koji se može adaptirati i za automatsku industriju i u tom smislu vode se razgovori sa „Crvenom zastavom" iz Kragujevca, konkretno riječ je o primjeni ovog sistema na automobilu tipa „florida".

Tu je i nulta serija, automatskog pilota jednog od najsloženijih elektronskih uređaja. Mi smo napravili nultu seriju ovog komplikovanog uređaja i nakon homologacije očekujemo ugovaranje proizvodnje.

Tu je još i uređaj za regulaciju temperature izduvnih gasova u konusu motora i statički pretvaračnapona koji obezbjeđuje sve potrebne napore napajanja u avionu, objašnjava mr Kolaković.

Razvoj ali i proizvodnja

Uspješnim višegodišnjim radom razvijeni su svi ovi složeni proizvodi koje smo samo kratko pobrojali, i koji možda ponaosob predstavlja i zaslužuju priču za sebe. Razvijeni su u Odjeljenju avionike, koje broji trinaest stručnjaka i koje danas vodi mr Dušan MILIVOJEVIĆ.

- Te, već daleke 1975. godine kada se počinjalo sa projektima za Jugoslovensku armiju o proizvodnji se, vjerujemo, nije ni razmišljalo. Danas u IRCA imate tu proizvodnju. Ona je nadomak važnih istraživačkih kabineta, nadomak svih važnih zamisli, eksperimenata, provjera... Recite nam o tom spoju, spoju nauke, eksperimenta, njenog ovaploćenja, pod jednim krovom, krovom IRCA, pitamo za mišljenje mr Nedžada Kolakovića:

- Iskreno govoreći, kada smo počnjali sa avioautomatikom, sa razvojem uređaja o kojima sam govorio o proizvodnji zaista nismo razmišljali. Nismo za to imali ni sposobnosti, ni uslova. Jednostavno za to tada nismo bili ni spremni. A kako je onda došo do toga, pitaćete?

Po završenom razvoju ovih uređaja kako se u Jugoslaviji nije našao niko ko bi ove uređaje mogao proizvoditi, jer je bila riječ o „hibridnim" uređajima i po tehnici

i tehnologiji, jer riječ je o uređajima koji su i elektronski i hidraulički, i mašmski. .. odlučili smo, kako naš višegodišnji trud ne bi završio u ladici, da organizujemo maloserijsku, institutsku proizvodnju koja će se sastojati samo od specijalističkih znanja. Sve ono što drugi mogu da rade dali smo u kooperaciju. I tako kreće ta naša, institutska proizvodnja koja se danas u IRCA ostvaruje sa 90 odsto od obima posla u kontroli, baždarenju, podešavanju, završnoj montaži i ekspertizi.

Da bismo od vojske dobili sertifikat da možemo proizvoditi ove složene i nadasve precizne uređaje, morali smo ispuniti rigorozne uslove koje su nam postavili. Naš kvalitet pod stalnom je kontrolom vojne kontrole kvaliteta.

- To znači da ste se vi kvalietom, u pravom smislu riječi, počeli baviu onda kada ste krenuli sa ovim projektima?

- Kako je riječ o složenim, preciznim uređajima za avioindustriju morali smo onda ovladati kvalitetom svjetskog nivoa, po svjetskim standardima kako avioindustrija i zahtijeva. I zato smo, prije no što je u Energoinvestu počelo uvodenje SOKa i donošenje njegovih dokumenata, donijeli pravilnik o kvalitetu, a organizujemo kontrolu kvaliteta tako što se za svaki dio ugrađen u naše uređaje može dokazati, koji je nivo kontrole kvaliteta prije ugradnje u avion, i kakve karakteristike kvaliteta pri tome ima.

Ulazak u brodoindustriju

U mornaricu, tačnije u brodoindustriju, stručnjaci IRCA ulaze prije desetak godina. Danas na tim programima radi jedanaest stručnjaka Odjeljenja momaričkog programa na čijem čelu je mr Nebojša BOSILJČIĆ. I u ovom odjeljenju je razvijeno više uređaja i sistema brodarske automatike. To su mikroprocesorski bazirani sistemi izvedeni na modulamom principu, distribuirane i centralizovane arhitekture. Riječ je o sistemu za mjerenje temperature ispušnih plinova dizelmotora, o sistemu nadzora i zaštile opasnih prostora na brodu, sistemu za mjerenje gustine elektrolita elektronike u akumulatorskim baterijama (u podmornicama), sistemu regulacije opterećenja dizelmotora, sistemu nadzora i sinhronizacija brodske centrale.

- Za razvoj ovih uređaja koji su ugrađeni na brodove, neke i prije sedam godina, do sada nije bilo primjedbi, što znači da dobro funkcionišu. Za ovaj rad dobili smo i Srebrnu plaketu Jugoslovenske ratne mornarice, rekao nam je naš sagovornik.

Za poslove koje smo radili za JNA do bili smo Srednju plaketu Jugoslovenske ratne mornarice, rekao nam je naš sagovornik.

Za poslove koje smo radili za JNA dobili smo Srednju plaketu JNA. Na ovim složenim zadacima imali smo dobru saradnju sa Vazduhoplovnim institutom iz Žarkova i Brodarskim institutom iz Zagreba.

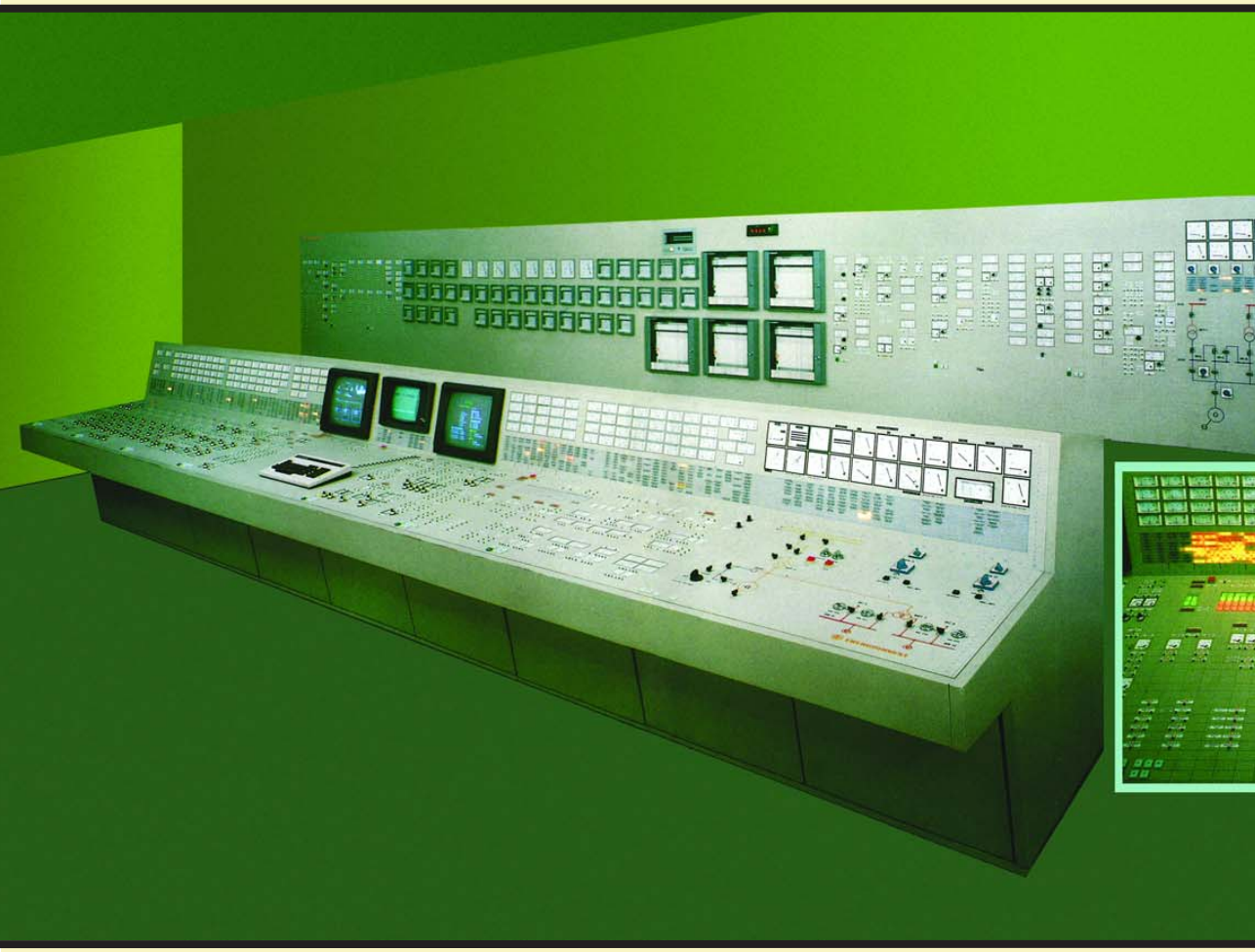
- U razgovoru smo na neki način ob jasnili opravdanost i prednosti ovakvog spoja kakav je ovdje u IRCA, spoja nauke, razvoja i proizvodnje. Stoga, za kraj pitamo sagovornika, razmišlja li se, sutra o tvornici ovih uređaja. Evo šta o tome misli mr Kolaković:

- Naša proizvodnja, ovakva kakvu je mi danas imamo pupčanom vrpcom vezana je za razvoj i u ovom momentu tu vezu je nemoguće raskinuti.

To je zato što ovakva proizvodnja tražti i specifičan kadar, i skupu mjemu opremu koja se u ovim, institutskim uslovi ma dvostruko koristi i mnoge druge stvari... Jer svaka proizvodnja ako bi bila formirana u tvorničkim uslovima mora imati svoje prateće segmente, pripremu, tehnologiju, kontrolu i proizvodnju. Ovakva kakvu je mi imamo najidealnije je rješenje uposlenosti viška kapaciteta, tako da i opreme i ljudi dvonamjenski koriste.

Osim toga, ni obim proizvodnje nikad ne bi opravdao formiranje ili rađanje neke nove tvomice, rekao nam je na kraju mr Nedžad Kolaković, naučnik, zaljubljenik u ono što radi i čime se bavi, ali i čovjek i stručnjak koji tu pred vratima svog naučnog kabineta ima i realnost proizvodnju.

Dušica Kljajić



9 789926 410858

ANU BiH АНУ БиХ