

**IT'15**  
ŽABLJAK

**XX**

*međunarodni naučno - stručni skup*

**INFORMACIONE  
TEHNOLOGIJE**

*SADAŠNJOST I BUDUĆNOST*

Urednik  
Božo Krstajić

**IT'15**

**INFORMACIONE  
TEHNOLOGIJE**

**- SADAŠNJOST I BUDUĆNOST -**

**Urednik**  
***Božo Krstajić***

*Zbornik radova sa XX međunarodnog naučno - stručnog skupa  
INFORMACIONE TEHNOLOGIJE - sadašnjost i budućnost  
održanog na Žabljaku od 23. do 28. februara 2015. godine*

Zbornik radova  
INFORMACIONE TEHNOLOGIJE - sadašnjost i budućnost 2015

*Glavni urednik*  
Prof.dr Božo Krstajić

*Izdavač*  
Univerzitet Crne Gore  
Elektrotehnički fakultet  
Džordža Vašingtona bb., Podgorica  
[www.etf.ucg.ac.me](http://www.etf.ucg.ac.me)

*Tehnička obrada*  
Aleksandra Radulović  
Centar Informacionog Sistema  
Univerziteta Crne Gore

*Tiraž*  
150

Podgorica 2015.

*Sva prava zadržava izdavač i autori*

## **Organizator**

Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

## **Suorganizatori:**

Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu

Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Banja Luci

Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

## **Skup su podržali:**

Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije

Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost

doMEn d.o.o.

Terna Crna Gora

Pošta Crne Gore

## **Programski odbor**

Dr Novak Jauković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Ljubiša Stanković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Zdravko Uskoković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Vujica Lazović, Ekonomski fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Branko Kovačević, Elektrotehnički fakultet, Beograd, SRB  
Dr Milorad Božić, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka, BIH  
Dr Miroslav Bojović, Elektrotehnički fakultet, Beograd, SRB  
Dr Zoran Jovanović, Elektrotehnički fakultet, Beograd, SRB  
Dr Milica Pejanović-Đurišić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Despina Anastasiadou, Research & Development Innovation Academy, Solun, GRC  
Dr Dejan Popović, Elektrotehnički fakultet, Beograd, SRB  
Dr Gabriel Neagu, National Institute for Research & Development in Informatics, Bucharest, ROU  
Dr Božo Krstajić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Tomo Popović, Texas A&M Univerzitet, College Station, TX, USA  
Dr Milovan Radulović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Le Xie, Texas A&M University, College Station, TX, USA  
Dr Sašo Gelev, Elektrotehnički fakultet, Radoviš, MKD  
Dr Budimir Lutovac, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Igor Radusinović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Alex Sprintson, Texas A&M University, College Station, TX, USA  
Dr Igor Đurović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Miloš Daković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Milutin Radonjić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Ana Jovanović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Vesna Rubežić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, MNE  
Dr Ramo Šendelj, Fakultet za Informacione Tehnologije, Podgorica, MNE  
Dr Stevan Šćepanović, Prirodno-matematički fakultet, Podgorica, MNE

## **Organizacioni odbor**

Dr Novak Jauković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
Dr Božo Krstajić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica / CIS UCG  
Dr Milovan Radulović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
Dr Zoran Veljović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
Dr Ana Jovanović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
Dr Saša Mujović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
MSc Žarko Zečević, Elektrotehnički fakultet, Podgorica  
Vladan Tabaš, dipl.ing., Čikom, Podgorica

## **Sekretarijat**

Aleksandra Radulović, CIS Univerzitet Crne Gore

# SADRŽAJ

Dejan Popović, Lana Popović Maneski ( <i>Rad po pozivu</i> ) ROBOTIKA U REHABILITACIJI: EGZOSKELETI I PROTEZE ZA GORNJE EKSTREMITETE ROBOTICS FOR REHABILITATION: EXOSKELETONS AND PROSTHESES FOR UPPER LIMBS... 1	
Tomo Popović NAPREDNE TEHNIKE U PYTHON-U: DEKORATORI ADVANCED PYTHON TECHNIQUES: DECORATORS ..... 7	7
Žarko Zečević, Zdravko Uskoković, Božo Krstajić NOVI ALGORITAM ZA ESTIMACIJU FAZORA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA A NEW ALGORITHM FOR PHASOR ESTIMATION OF POWER SYSTEMS..... 11	11
Vladana Mrdak, Božo Krstajić PRIMJER IMPLEMENTACIJE RJEŠENJA ZA BACKUP I RESTORE PODATAKA AN IMPLEMENTATION EXAMPLE OF BACKUP AND RESTORE SOLUTION ..... 15	15
Marija Blagojević, Maja Božović, Zoran Jevremović, Miloš Papić ANALIZA OBRAZACA PONAŠANJA KORISNIKA RAZLIČITIH STILOVA UČENJA U OKVIRU KOLABORATIVNIH MODULA ANALYSIS OF USERS' BEHAVIOUR PATTERNS OF STUDENTS WITH DIFFERENT LEARNING STYLES WITHIN THE COLLABORATION MODULES ..... 19	19
Bogdan Mirković PRIKAZIVANJE ONTOLOGIJA U MIKS-METODSKIM ISTRAŽIVANJIMA MEĐUORGANIZACIONIH INFORMACIONIH SISTEMA PRESENTING ONTOLOGY IN MIXED METHOD RESEARCH OF INTERORGANIZATIONAL INFORMATION SYSTEMS..... 23	23
Bogdan Mirković INTEGRACIJA METODOLOGIJA U RAZVOJU SOFTVERA ZA PODRŠKU INFORMACIONOM SISTEMU INTEGRATION OF METHODOLOGY IN SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SUPPORTING INFORMATION SYSTEM..... 27	27
Jelena Šoškić, Budimir Lutovac IMPLEMENTACIJA PROGRAMSKOG PAKETA WIPL-D ZA PRORAČUN PRILAGOĐENJA SA JEDNIM REAKTIVNIM ELEMENTOM IMPLEMENTATION OF THE WIPL-D PROGRAM PACKAGE FOR SINGLE STUB MATCHING.... 31	31
Luka Lazović, Ana Jovanović, Vesna Rubežić IMPLEMENTACIJA TEORIJE HAOSA U OPTIMIZACIJI LMS ALGORITMA PRIMJENJENOG NA LINEARNIM ANTENSKIM NIZOVIMA IMPLEMENTATION OF CHAOTIC BASED OPTIMIZATION OF LMS ALGORITHM APPLIED ON LINEAR ANTENNA ARRAYS..... 35	35
Sanja Bauk, Radoje Džankić O IZAZOVIMA PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE U LANCIMA SNABDIJEVANJA UPON CHALLENGES OF RFID TECHNOLOGY IMPLEMENTATION IN SUPPLY CHAINS ..... 39	39

Novica Daković, Milovan Radulović FLATNESS I LQR UPRAVLJANJE FURUTA KLATNOM FLATNESS AND LQR CONTROL OF FURUTA PENDULUM .....	43
Tomislav B. Šekara, Milovan Radulović NOVA METODA ZA OPTIMIZACIJU PID REGULATORA ZASNOVANA NA PRINCIPU NESIMETRIČNOG OPTIMUMA A NOVEL METHOD FOR OPTIMIZATION OF PID REGULATORS BASED NON-SYMMETRICAL OPTIMUM METHOD .....	47
Vasilija Šarac PRIMENA SIMULINKA U SIMULACIJI ELEKTRIČNIH MAŠINA APPLICATION OF SIMULINK IN SIMULATION OF ELECTRICAL MACHINES .....	52
Vasilija Šarac IMPLEMENTACIJA SCADA SISTEMA U HIDORELEKTRANI “KOZJAK” IMPLEMENTATION OF SCADA SYSTEM IN HPP “KOZJAK” .....	56
Aleksandar Ristić, Dalibor Damjanović KRITIČKA ANALIZA UPOTREBE MEDIJA U OBRAZOVANJU NA UNIVERZITETU OREGON SA OSVRTOM NA MOGUĆU PRIMJENU PRIMJERA DOBRE PRAKSE NA UNIVERZITETIMA U REPUBLICI SRPSKOJ CRITICAL ANALYSIS OF THE USE OF MEDIA IN EDUCATION AT THE UNIVERSITY OF OREGON, WITH A REVIEW OF POSSIBLE IMPLEMENTATION OF GOOD PRACTICE AT UNIVERSITIES IN REPUBLIC OF SRPSKA .....	60
Edin Salković DIGITALIZACIJA PEDOLOŠKIH PODATAKA CRNE GORE DIGITAZING THE PEDOLOGIC DATA OF MONTENEGRO .....	64
Aleksandar Dedić JEDAN METOD MJERENJA NAPONA I STRUJE BAZIRAN NA MIKROKONTROLERU A MICROCONTROLLER BASED VOLTAGE AND CURRENT MEASUREMENT METHOD .....	68
Duško Parezanović, Dragan Vidaković KAKO SE POTPISUJE PORUKA HOW TO SIGN THE MESSAGE .....	72
Radiša Stefanović, Aleksa Srdanov NESPECIFICIRANI USLOVI U IMPLEMENTACIJI ALGORITAMA PRI REŠAVANJU LOGIČKIH ZADATAKA UNSPECIFIED CONDITIONS IN THE IMPLEMENTATION OF ALGORITHMS IN SOLVING LOGICAL PROBLEMS .....	76
Matija Ratković, Slavica Tomović, Nikola Žarić, Milutin Radonjić, Igor Radusinović EMULACIJA SDN MREŽA SOFTVERSKIM ALATOM MININET SDN NETWORK EMULATION WITH MININET SOFTWARE TOOL .....	80
Slavica Tomović, Milutin Radonjić, Milica Pejanović-Đurišić, Igor Radusinović SOFTVERSKI DEFINISANE BEŽIČNE SENZORSKE MREŽE SOFTWARE DEFINED WIRELESS SENSOR NETWORKS .....	84

Jelena Šuh, Branislav Sisojević INFORMACIONO-KOMUNIKACIONI ALATI ZA UPRAVLJANJE IP/MPLS MREŽOM INFORMATION-COMMUNICATION TOOLS FOR IP/MPLS NETWORK MANAGEMENT .....	88
Blažo Popović, Ranko Vojinović ANALIZA WIFI MREŽA U URBANOM DIJELU PRIJESTONICE ANALYSIS OF WIFI NETWORKS IN URBAN PART OF OLD ROYAL CAPITAL .....	92
Veselin N. Ivanović, Nevena Radović, Srdjan Jovanovski, Zdravko Uskoković UNAPRIJEDJENA PROCEDURA ZA ESTIMACIJU LOKALNE FREKVENCije VISOKO NESTACIONARNIH DVO-DIMENZIONALNIH FM SIGNALA AN IMPROVED PROCEDURE FOR THE LOCAL FREQUENCY ESTIMATION OF HIGHLY NONSTATIONARY TWO-DIMENSIONAL FM SIGNALS.....	96
Mirza Mulešković NIVO RAZVIJENOSTI IKT U CRNOJ GORI I E-SERVISA ZA PREDUZEĆA LEVEL OF DEVELOPMENT OF ICT IN MONTENEGRO AND E-SERVICES FOR COMPANIES ..	100
Milan Marić, Duško Pavićević, Maja Medenica ONLINE UPARIVANJE VISOKOG OBRAZOVANJA I TRŽIŠTA RADA U CRNOJ GORI ONLINE MATCHING HIGHER EDUCATION AND LABOUR MARKET IN MONTENEGRO.....	104
Aleksandar Milenković, Dragan Janković PRIMENA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U REPUBLICI SRBIJI – TRENUTNO STANJE I MOGUĆA UNAPREĐENJA APPLICATION OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS IN THE REPUBLIC OF SERBIA – CURRENT STATUS AND POSSIBLE IMPROVEMENTS .....	108
Obradović Milovan PODRŠKA ICT PRAĆENJU I MERENJU ZADOVOLJSTVA KORISNIKA ZDRAVSTVENE ZAŠTITE ICT SUPPORT TO MONITORING AND HEALTHCARE USERS SATISFACTION MEASUREMENT .....	112
Jelena Končar, Sonja Leković PRIMENA B2C ELEKTRONSKOG PLAĆANJA U REPUBLICI SRBIJI IMPLEMENTATION OF B2C ELECTRONIC PAYMENT IN REPUBLIC OF SERBIA .....	116
Zoran Milivojević, Zoran Veličković, Bojan Princević INHARMONIČNOST KONTRA OKTAVE STEINWAY B KLAVIRA INHARMONICITY OF CONTRA OCTAVE OF THE PIANO STEINWAY B.....	120
Milesa Srećković, Magdalena Dragović, Aleksandar Čučaković, Biljana Đokić Milošević, Nada Ratković Kovačević DIZAJN, SIMULACIJA I MODELOVANJE U INŽENJERSTVU U OKVIRU IZABRANIH PROBLEMATIKA DESIGN, SIMULATION AND MODELING IN ENGINEERING WITHIN SELECTED PROBLEMS.....	124
Mirko Kosanović, Miloš Kosanović ENERGETSKI PROFIL POTROŠNJE ENERGIJE U SENZORSKOM ČVORU ENERGY PROFILE OF ENERGY CONSUMPTION IN SENSOR NODE .....	128



Nataša Savić, Zoran Milivojević, Vidoje Moračanin ANALIZA EFIKASNOSTI POLYA RACIONALNOG PARAMETARSKOG INTERPOLACIONOG JEZGARA KOD PROCENE FUNDAMENTALNE FREKVENCije ANALYSIS OF EFFICIENCY OF POLYA RATIONAL PARAMETRIC INTERPOLATION KERNEL IN THE ESTIMATION OF FUNDAMENTAL FREQUENCY .....	132
Zoran Veličković, Zoran Milivojević, Miloško Jevtović PRIMENA ITERATIVNOG ALGORITMA ZA POPRAVKU KVALITETA EKSTRAHOVANOG VODENOG ŽIGA IZ VIDEA STRIMOVANOG U BEŽIČNOM OKRUŽENJU APPLICATION OF ITERATIVE ALGORITHM FOR ENHANCEMENT OF EXTRACTED WATERMARK FROM THE VIDEO STREAMED IN A WIRELESS ENVIRONMENT .....	136
Martin Čalasan, Vladan Vujičić, Gojko Joksimović, Nikola Šoć, Chen Hao PREGLED MATEMATIČKIH MODELA MORSKIH STRUJA REVIEW OF MARINE CURRENT MATHEMATICAL MODELS .....	140
Risto Bojović, Ivana Milošević, Hristina Bojović ULOGA MODELA SPIRALNE DINAMIKE U RAZVOJU IT SISTEMA THE ROLE OF SPIRAL DYNAMICS MODEL IN IT SYSTEMS DEVELOPMENT .....	144
Maja Kukuševa Paneva, Biljana Čitkuševa Dimitrovska, Goce Stefanov PREGLED INTEGRISANE ŠEME PO ELIPTIČKOJ KIRIVULJI OVERVIEW OF ELLIPTIC CURVE INTEGRATED SCHEME .....	148
Ana Grbović, Bojan Đordan PCS7 VREMENSKA SINHRONIZACIJA U HE PERUĆICA PCS7 TIME SYNHRONIZATION IN HPP PERUĆICA .....	152
Tomče Velkov, Ace Panev, Roman Golubovski, Sašo Gelev, Vlatko Čingoski, Goce Stefanov, Maja Kukuseva Paneva SISTEM ZA KONTROLU AMBIJENTA U STAKLENIKU AMBIENT CONTROL SYSTEM IN GREENHOUSE .....	156
Slavica Kostadinova, Vlatko Čingoski, Roman Golubovski, Sašo Gelev POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI VODOVODNIH SISTEMA POBOLJŠANJEM FAKTORA SNAGE PUMPNIH POSTROJENJA INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF WATER SUPPLY SYSTEMS WITH PUMP SYSTEMS POWER FACTOR IMPROVEMENT .....	160
Goran Klepov, Vlatko Čingoski, Roman Golubovski, Sašo Gelev, Goce Stefanov NOVI METOD UPRAVLJANJA ASINHRONIH MOTORA SA INTERMITIRANIM REŽIMOM RADA U NAPAJANJU ARTISTIČKIH (MUZIČKIH) FONTANA A NEW CONTROL METHOD FOR INDUCTION MOTORS IN INTERMITTED WORKING REGIME FOR ARTISTIC (MUSIC-DRIVEN) FOUNTAINS .....	164
Goce Stefanov, Sašo Gelev, Vlatko Čingoski, Vasilija Šarac, Roman Golubovski ODREĐIVANJE IZLAZNIH KARAKTERISTIKA KVAZI-REZONANTNOG KONVERTORA POMOĆU KOMPJUTERSKIH SIMULACIJA DETERMINATION OF OUTPUT CHARACTERISTICS OF QUASI-RESONANT POWER CONVERTER WITH COMPUTER SIMULATION .....	168

Temelkovski Ordan, Sašo Gelev, Roman Golubovski, Vlatko Čingoski, Goce Stefanov PRIMENA FAZI LOGIKE U SISTEMU UPRAVLJANJA TOPLOTNIM PODSTANICAMA APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN CONTROL SYSTEMS ARE HEAT SUBSTATIONS .....	172
Blažo Popović, Srđan Jovanovski PREGLED 6LOWPAN STANDARDA ZA POVEZIVANJE IOT OVERVIEW OF 6LOWPAN STANDARD FOR CONNECTING IOT .....	176
Mirko Jovović, Budimir Bukilić MOBILNI OPERATIVNI SISTEMI I BEZBJEDNOST. KAKO SE ZAŠTITITI? MOBILE OPERATING SYSTEMS AND SECURITY. HOW TO PROTECT YOURSELF? .....	180
Bogdan Krivokapić, Uglješa Urošević, Zoran Veljović, Milica Pejanović-Đurišić OPORTUNISTIČKI PRISTUP SPEKTRU U KOGNITIVNIM RADIO MREŽAMA OPPORTUNISTIC SPECTRUM ACCESS IN COGNITIVE RADIO NETWORKS .....	184
Branko Džakula DINAMIČKO TESTIRANJE I ANALIZA KLIJET-SERVER KOMUNIKACIJE U ANDROID APLIKACIJAMA DYNAMIC SECURITY TESTING AND ANALYSIS OF CLIENT-SERVER COMMUNICATION IN ANDROID APPLICATIONS .....	188
Stefan Vujović, Miloš Brajović, Slobodan Đukanović UPOTREBA WEB I MOBILNIH APLIKACIJA U AGRİKULTURI WEB AND MOBILE APPLICATIONS IN AGRICULTURE .....	192
Branko Džakula, Slobodan Đukanović REVERZNI INŽENJERING I METODE ZAŠTITE ANDROID APLIKACIJA REVERSE ENGINEERING AND ANDROID APPLICATION SECURITY .....	196
Bojan Domazetović, Enis Kočan POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA KROZ KOOPERATIVNO PROSLJEĐIVANJE ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF WIRELESS SENSOR NETWORKS THROUGH COOPERATIVE RELAYING .....	200
Stevan Šandi, Tomo Popović, Božo Krstajić IMPLEMENTACIJA IEEE C37.118 KOMUNIKACIONOG PROTOKOLA U PYTHON-U PYTHON IMPLEMENTATION OF IEEE C37.118 COMMUNICATION PROTOCOL .....	204
Miloš Brajović, Ljubiša Stanković, Miloš Daković REKONSTRUKCIJA NESTACIONARNIH SIGNALA SA NEDOSTAJUĆIM ODBIRCIMA PRIMJENOM S-METODA I GRADIJENTNOG ALGORITMA ZA REKONSTRUKCIJU RECONSTRUCTION OF NON-STATIONARY SIGNALS WITH MISSING SAMPLES USING S-METHOD AND A GRADIENT BASED RECONSTRUCTION ALGORITHM .....	208
Igor Ognjanović, Ramo Šendelj, Ivana Ognjanović PISMENOST U OBLASTI SAJBER BEZBJEDNOSTI U CRNOJ GORI CYBER SECURITY AWARENESS IN MONTENEGRO .....	212

Jelena Ljucović, Ivana Ognjanović, Ramo Šendelj ANALIZA OBRAZOVNOG SISTEMA U OBLASTI SAJBER BEZBJEDNOSTI U CRNOJ GORI ANALYSES OF CYBER SECURITY EDUCATIONAL SYSTEM IN MONTENEGRO .....	216
Tripo Matijević, Snežana Šćepanović, Marija Radojičić, Ivan Obradović, Saša Tatar RAZVOJ OKRUŽENJA ZA SPAJANJE AKADEMSKOG I PREDUZETNIČKOG ZNANJA PRIMJENOM OTVORENIH OBRAZOVNIH RESURSA CREATING ENVIROMENT FOR BLENDING ACADEMIC AND ENTREPRENEURIAL KNOWLEDGE USING OPEN EDUCATIONAL RESOURCES.....	220
Dejan Tomović, Ramo Šendelj, Ivana Ognjanović DOS I DDOS NAPADI I NJIHOVE KONTRAMJERE DOS AND DDOS ATTACKS AND THEIR COUNTERMEASURES .....	224
Aleksandar Rašović KORPORATIVNO UPRAVLJANJE INFORMATIKOM ICT GOVERNANCE.....	228
Biljana Stamatović, Armin Alibašić IZBOR I PRIKAZIVANJE PODATAKA IZ XML BAZA PODATAKA SELECTING AND REPORTING DATA FROM XML DATABASE .....	232

## PRIMENA FAZI LOGIKE U SISTEMU UPRAVLJANJA TOPLOTNIM PODSTANICAMA APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN CONTROL SYSTEMS ARE HEAT SUBSTATIONS

Temelkovski Ordan, *Snabdevanje toplotom Balkan Enerđi, Skopje, Makedonija*;  
Saso Gelev, Roman Golubovski. Vlatko Čingoski i Goce Stefanov, *Elektrotehnički fakultet Radoviš, Univerzitet  
Goce Delčev, Štip, Makedonija*

**Sadržaj:** *Automatska regulacija toplotne podstanice kao sastavni deo toplifikacionog sistema sa daljinskim grejanjem opisan u ovom radu svodi se na regulaciju temperature sekundarne grejne instalacije (radijatora) u zavisnosti od spoljašnje temperature. Glavni cilj automatske regulacije je postizanje željene temperature objekta (stambeni prostor). U ovom radu prezentovan je način automatske regulacije u celini upotrebom dva tipa regulatora sa potpuno različitim načinom(logikom) upravljanja. Upotrebljeni su grafički dijagrami 3 objekta, t.j. realne vrednosti pročitane u realnom vremenu. Ovi dijagrami daju kompletnu vizuelnu predstavu šta u suštini predstavlja automatska regulacija toplotne podstanice upotrebom Simensovog regulatora RVD 230. Dat je detaljan opis kreiranja fazi logičkog regulatora za automatsku regulaciju toplotne podstanice. Ovo je novi pogled u postizanju željene temperature na ulazu u grejno telo, odnosno regulacija kako maksimalno iskoristite toplotnu energiju.*

**Abstract:** *Automatic control of substations as part of the heating system with central heating systems described in this working paper, is set down as regulation of the temperature in the secondary heating installation (radiators) depending on the outside temperature. The main purpose of the automatic control of heating substation is to achieve the desired temperature heated building (housing). In this working paper is presented how the automatic regulation of substations fully functional as a whole, using two types of regulators with completely different way of logic. Graphical diagrams of 3's facilities, which are considered real values measured in real giving time, complete the visual representation of how it performs and what is essentially an automatic regulation of substations achieved by using the regulator Siemens RVD 230. Detailed description of the stages of creating fuzzy logical regulator used for automatic control of the substations, created a new look in achieving the desired temperature that is entering the heating element, or regulation for maximum exploitation of the heat energy.*

### 1. UVOD

Sistem daljinskog centralnog grejanja predstavlja sistem koji ima vitalnu ulogu u optimalnoj upotrebi i zaštedi toplotne energije. Sistem toplotne energije je celina sastavljena od objekta, postrojki, uređaja i instalacije koji su međusobno povezani u jedinstveni tehnički sistem koji treba efikasno i racionalno da koristi toplotnu energiju.

**Proizvodnja toplotne energije** je prvi segment sistema toplotne energije. Po definiciji proizvodnja toplotne energije predstavlja energija u obliku tople vode ili pare dobijene u postrojci (toplani) upotrebom drugog vida goriva (mazut, gas). U ovom delu sistema vrši se primarna regulacija proizvedene i distribuirane toplotne energije.[3]

**Distribucija toplotne energije** je drugi segment sistema koji se sastoji od više međusobno povezanih objekta, uređaja i postrojki za prenos toplotne energije i namenjen je da prenese proizvedenu toplotnu energiju do krajnjih korisnika-potrošača. [3]

**Snabdevanje toplotnom energijom** je treći segment sistema koji snabdeva potrošače toplotnom energijom i ujedno u njoj se vrši i prodaje toplotnu energiju krajnjim potrošačima. [4]

Cilj upravljanja distribucijom toplotne energije je zadovoljavanje različitih potreba potrošača u svakom vremenu, uz minimalne moguće zagube (hidraulične i toplotne).

### 2. TOPLOTNA PODSTANICA

Toplotna podstanica je namenjena za predaju odnosno za reguliranu razmenu toplotne energije između distributivne mreže i instalaciju za grejanje krajnjih korisnika.[1]

Postoje dva tipa toplotnih podstanica u zavisnosti od načina isporuke toplotne energije:

1. Toplotna podstanica sa direktnim sistemom, regulacija se realizuje mešanjem povratne vode iz grejnih tela i dovodne vode iz distributivne mreže na ulazu toplotne podstanice.

2. Toplotna podstanica sa indirektnim sistemom, razmena toplote iz mreže do korisnika je putem izmenjivača toplote. U toplotnim podstanicama se vrši i merenje potrošnje toplotne energije, reguliše se pritisak, protok i temperatura nosača toplote, tj tople vode koja prenosi toplotnu energiju od toplane do krajnjih potrošača.

Glavni elementi toplotne podstanice su:

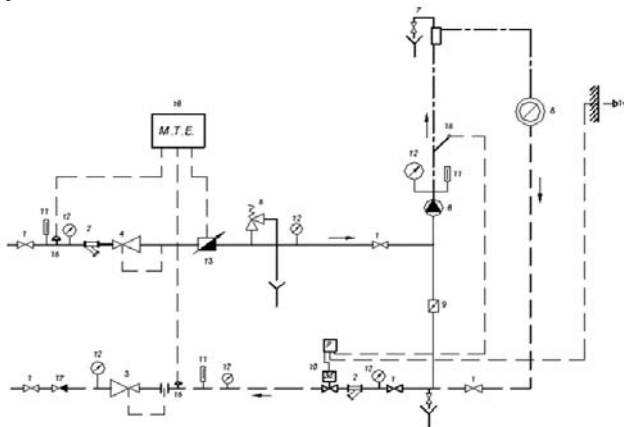
1. **Regulator pritiska**, smanjuje i održava pritisak vode ispod

6 bari (to je i radni pritisak) u unutrašnjoj instalaciji (slika 1 označen brojem 4).

2. **Limiter protoka**, ne dozvoljava da jedna toplotna podstanica primi više od maksimalno potrebnog protoka i time da ugrozi balansiranu isporuku toplote u distributivnoj mreže za snabdevanje toplotnom energijom drugih korisnika (slika 1 označen brojem 3)

3. **Elektromotorni ventil**, vrši drugostepenu regulaciju isporuke toplote na osnovu potrebe objekta u zavisnosti od spoljašnje temperature fasade objekta (slika 1 označen brojem 10).

4. **Cirkulaciona pumpa-pumpe**, koja se koristi da savlada otpor unutrašnje instalacije gde struji voda (slika 1 označen brojem 6)



Slika 1 Šema toplotne podstanice - Direktn sistem

Toplotne podstanice su opremljene modernom opremom za regulaciju koja se može upravljati i kontrolisati sa daljine, putem monitoring sistem. Automatska regulacija isporuke toplotne energije omogućava zaštedu i postojanost kvaliteta grejanja.

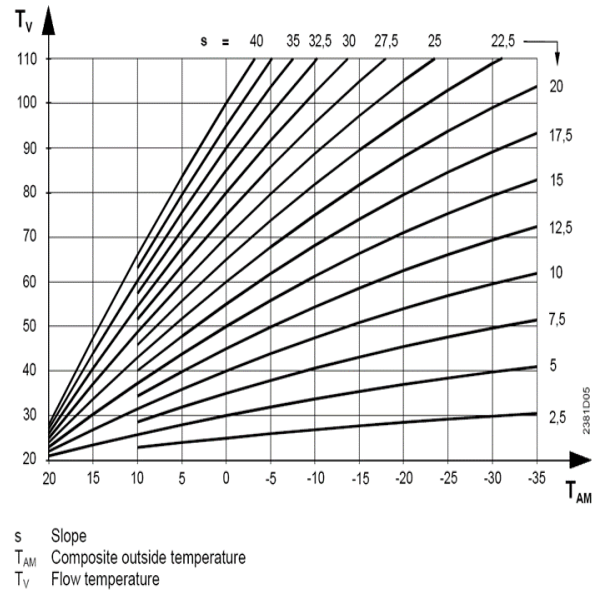
Cilj regulacije je određenu fizičku veličinu održavati konstantnom ili da se ona menja u skladu sa nekim programom. U sisteme grejanja ova fizička veličina najčešće je temperatura prostorije ili temperatura toplotnog medijuma. Pomoću regulacije dotur-slabdevanje toplotnom energijom, može se prilagoditi toplota u zavisnosti od trenutne potražnje.

### 3. MATEMATIČKI MODEL UPRAVLJANA TOPLOTNIM PODSTANICAMA

Upravljanjem toplotnim stanicama realizuje se na osnovu parametara grejne krive, koja se može menjati. Svi ostali parametri samo se očitavaju radi kontrole.

Grejna kriva predstavlja zavisnost temperature nosača toplote na ulazu u grejna tela od spoljasne temperature (slika 2), a u kontekstu energetske potrebe objekata.

Proizvođač Siemens je označio grejne krive brojevima od 2,5 do 40 i korakom 0,5. (slika 2) Što je kriva veća, veća je i temperatura na ulazu grejnih tela za istu spoljašnju temperaturu. [2]



Slika 2 Grejne krive regulatora RVD 230 i RVD 240. Deo tehničke dokumentacije Siemens.

Za svaku spoljašnju temperaturu ( $T_n$ ), u zavisnosti od krive, elektronski regulator održava određenu temperaturu nosača toplote na ulazu u grejna tela. Koja će se grejna kriva primeniti na konkretan objekt, najlakše se utvrđuje ekeperimentalno merenjem temperature nekoliko prostorija. Matematički model svake grejne krive je ugrađen u elektronskim regulatorima:

$$t_m = t_{vp} + \Delta t_0 \cdot \left( \frac{t_v - t_n}{t_v - t_{np}} \right)^{\left( \frac{1}{1+n} \right)} + 0.5 \cdot \left( \frac{t_v - t_n}{t_{vp} - t_{np}} \right) \cdot \theta$$

$$t_m = t_{vp} + (t_{dp} - t_{pp}) \cdot \left( \frac{t_v - t_n}{t_{vp} - t_{np}} \right)^{\left( \frac{1}{1+n} \right)} + 0.5 \cdot \left( \frac{t_v - t_n}{t_{vp} - t_{np}} \right) \cdot (t_{mp} - t_{pp})$$

$t_m$  – tempereatura mešanja t.j. temperatura na ulazu u grejna tela,

$t_{mp}$  – projektovana temperatura mešanja,

$\Delta t_0$  – projektovana temperaturna razlika nosača toplote za dovod i povratak od toplotnih podstanica,

$t_{dp}$  – projektovana dovodna temperatura u podstanicama,

$t_{rp}$  – projektovana povratna temperatura grejnih tela,

$t_{vp}$  – projektovana unutrašnja temperatura,

$t_v$  – unutrašnja temperatura,

$t_{np}$  – projektovana spoljašnja temperatura,

$t_n$  – spoljašnja temperatura,

$\theta$  – projekovana temperaturna razlika nosača toplote za dovod i povrat od grejnih tela,

$n$  – koeficijent zračenja toplote grejnih tela = 0.33 za radiator.

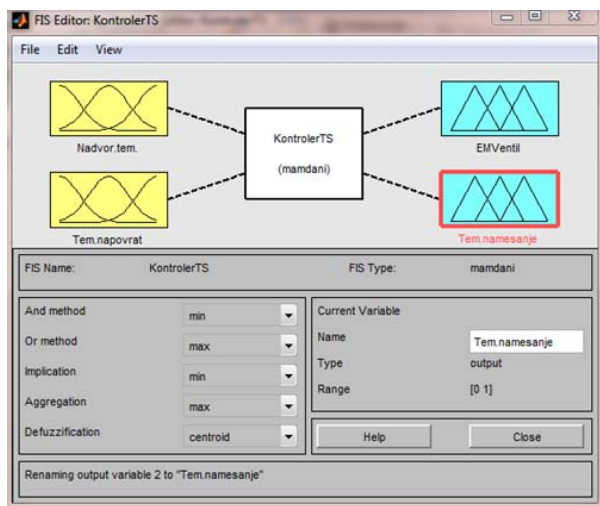
### 4. FAZI LOGIČKI REGULATOR

Pomoću softverskog programa za automatsku kontrolu i snimanje podataka toplotnih podstanica uzeti su izveštaji 3 toplotne podstanice. Ove podstanice će biti monitorirani na osnovu ranije zadatog vremenskog intervala, bez učešće operatora jednokratnim ili periodičnim zapisom ili očitavanjem podataka iz datoteke. [5]

Nameće se pitanje dali promenom drugog tipa regulatora možemo poboljšati automatsku regulaciju toplotne podstanice čime bi obezbedili bolji kvalitet zatopljanja, ujedno i smanjiti potrošnju toplotne energije.

Ovde smo zamenili elektronski regulator Siemens RVD 230 fazi logičkim regulatorot, a pritom smo koristili parametre grejne krive 15.5.

Fazi logički regulator realizovan je programskim paketom Matlab i moze se videti na slici br.3.

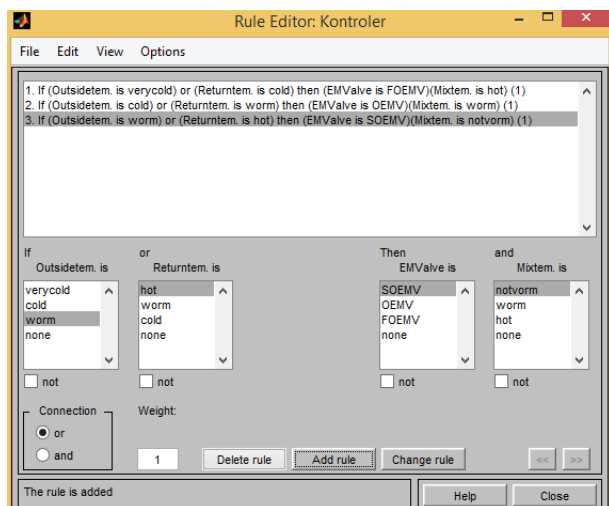


Slika 3 Fazi logički kontroler

Fazi kontroler koristi “AKO je uslov ispunjen ONDA izvrši” lingvistička pravila gde uslov i izvršavanje predstavljaju fazi sklop.

Jednostavnim izborom promenljivih i njihovom kombinacijom pomoću operatora **I**, **ILI** i **NE** Bulove logike definišu se pravila rada fazi kontrolera. [6]

U konkretnom slučaju koriste se tri pravila:



Slika 4 Fuzzy logička pravila definisana u MATLAB-u

1. **AKO** je spoljna temperatura **vrlo hladno** ili temperatura povratka je **hladno**, **ONDA** Elektromotorni ventil je **skroz otvoren** i temperature mešanja je **vrela**.

2. **AKO** je spoljna temperatura **hladno** ili temperatura povratka je **mlaka**, **ONDA** Elektromotorni ventil je **otvoren**

i temperature mešanja je **topla**.

3. **AKO** je spoljna temperatura **toplo** ili temperature povratka je **toplo**, **ONDA** Elektromotorni ventil je **priotvoren** i temperature mešanja je **mlaka**.

Pravila su ovako izbrana zato što izlazna promenljiva “temperature mešanja”, zavisi od:

1.Spoljne temperature izmerena spoljnim temperaturnim senzorom kao ulazna promenljiva,

2.Temperatur povratka kao “izlazna” promenljiva, zato što fazi kontroler kao svoj ulaz ima izlazne podatke procesa, promenljiva koja kaže koliko toplotne energije je potrošeno u objektu koji se greje na osnovu smanjenja (hlađenja) temperature povratne vode iz grejnih tela.

3.Otvorenost elektromotornog ventila kojim se reguliše protok tople vode od nosača toplotne (90°C) u m<sup>3</sup>, koja se meša sa povratnom vodom grejnih tela i time se reguliše temperature mešanja vode na ulaz u grejna tela.

Tabela 1. Prikaz rezultata upotrebom RMD 230 regulatora i fuzzy logičkog regulatora

Spoljna temp. (Tn) [°C]	-15	-10	-5	0	5	10	15
Temp. povrata(Tp) [°C]	54	52	48	44	39	35	32
Otvor. EM ventila (RVD 230) [%]	61,2	56	51,3	45,9	40,5	34	31,5
Otvor. EM ventila (Fuzzy) [%]	54,9	54,9	52,3	45,6	41	36,4	36,4
Temp.meš. (RVD 230) (Tm) [°C]	68	63	57	51	45	38	35
Temp.meš. (Fuzzy) (Tm) [°C]	61	61	58	50,7	45,7	40,2	40,2

Iz date tabele možemo izvući sledeće zaključke za performanse fuzzy logičkog regulatora za sledeće temperaturne intervale:

1.Za ulaznu promenljivu “spoljna temperatura” u intervalu od -10°C do -5°C, fazi logički regulator na izlazu daje za nijansu slabije rezultate u smislu kvaliteta grejanja zato što temperatura mešanja, kao i otvorenost ventila daju smanjenu temperaturu objekta (prostorije). Ali i potrošnja toplotne energije će biti smanjena jer je smanjen protok tople vode od predviđene otvorenosti EM ventila, i shodno tome odnos cena-kvalitet bi trebao da bude na zadovoljavajućem nivou.

2.Za ulaznu promenljivu “spoljna temperatura” u intervalu od -5°C do 5°C, fazi logički regulator daje za nijansu bolje rezultate grejanja u smislu kvaliteta grejanja, ali u kontekstu cena-kvalitet rezultati su odlični, zato jer za samo 1% veće otvorenosti EM ventila dobija se jedan stepen veća temperatura mešanja kada je spoljna temperatura od -5°C .

3.Za ulaznu promenljivu “spoljna temperatura” u intervalu od 5°C do 10°C, fazi logički kontroler daje slabije rezultate, jer

bi trebalo temperatura mešanja da bude niža od realne, kao i otvorenost EM ventila da bi se smanjila potrošnja t.j da se uštedi toplotna energija i time obezbedi maksimalan odnos cena-kvalitet koji u ovom intervali je na najnižem nivou.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu objašnjena je regulacija toplotne podstanice korištenjem dva tipa regulacije, odnosno upotrebom dva vida regulatora:

- Siemens-ov regulator RVD 230

Dato je objašnjenje primenu regulatora RVD 230 u kombinaciji sa grejnim krivama, u procesu automatskoj regulaciji toplotne podstanice sa direktnim sistemom zatopljanja i osiguravanje optimalan kvalitet grejanja.

- Dato je objašnjenje primene i implementacije fazi logike, upotrebom fazi logičkog kontrolera za automatsku regulaciju toplotne podstanice.

Na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti:

- fazi logički regulator daje približno iste rezultate kao i Siemensov regulator RMD 230 u temperaturnom dijapazonu od -10°C do -5°C

- fazi logički regulator daje daleko bolji rezultate od Siemensovog regulatora RMD 230 u temperaturnom dijapazonu od -5°C do 5°C

- fazi logički regulator daje slabije rezultate od Siemensovog regulatora RMD 230 u temperaturnom dijapazonu od 5°C do 10°C

Na osnovu ovoga možemo slobodno preporučiti ako je spoljašnja temperatura u dijapaznu od -5°C do 5°C da se koristi fazi logički kontroler, a u ostalim situacijama klasični

Siemensov regulator RMD 230.

U današnje vreme kada se energija i te kako važan resurs u sistemima za daljinsko grejanje se ide dotle da se maksimalno racionalizuje potrošnja, koja se postiže kompletnom opremljenosti toplotnih podstanica opremom za daljinsko upravljanje, a time dobijamo:

- 1.Ujednačenu isporuku toplotne energije koja u celosti odgovara potrebama potrošača, nezavisno od nestacionarnosti parametara nosača topote.

- 2.Jednostavna i brza kontrola i upravljanje toplotnom podstanicom, čime bi se smanjila mogućnost neprimećenih kvarova (koji bi povećali potrošnju), a uštedeli bi u vremenu i upotrebi terenskog osoblja.

## LITERATURA

- [1] Vladimir Šuković, dipl.inž. Danfoss (2009), Individualna toplotna podstanica - principi rada, koncepti regulacije, mogućnosti primene.
- [2] Danfoss (2006), 8 koraka – Upravljanje sistema grejanja,
- [3] Zakon energetike Republike Makedonije (2012),
- [4] Pravila snabdevanja toplotnom energijom (2012), Regulatorna komisija energetike Republike Makegonije,
- [5] Primena fazi logike u analizi funkcionalnih zavisnosti u relacionim bazama podataka, Miljan.M.Vucetic, doktorska disertacija,2013, Univerzitet u Beogradu
- [6] Sašo Gelev „UVOĐENJE FAZI LOGIKE U SISTEM UPRAVLJANJA VATROM“ 18 naučno stručni skup Informacione tehnologije IT'13 25.02-01.03.2013, Žabljak, Crna Gora

CIP - Каталогизација у публикацији  
Национална библиотека Црне Горе, Цетиње

ISBN 978-86-85775-16-1  
COBISS.CG-ID 27237136



ISBN 978-86-85775-16-1



9 788685 775161 >