

## NOVI ALGORITAM REALIZACIJE I DOGRADNJA POSTOJEĆEG AGC SISTEMA U DISPEČERSKOM CENTRU EPS

Goran Jakupović, Ninel Čukalevski, Nada Damjanović, *Institut Mihajlo Pupin, Beograd*

Nikola Obradović, *EPS – Direkcija za upravljanje EES, Beograd*

**Sadržaj** - U skladu sa promenama koje očekuju naš elektroenergetski sistem, novom situacijom u okruženju i potrebama rada tržišta električne energije javlja se potreba za dopunom funkcionalnosti postojećeg AGC sistema instaliranog u okviru SCADA/EMS sistema u DC EPS-a. Kako u novim uslovima rada sistema regulacioni rad dobija značajno veći tržišni značaj ove izmene je potrebno sprovesti što pre i na postojećem SCADA/EMS sistemu, odnosno i pre uvođenja novog SCADA/EMS sistema u DC EPS-a. U samom radu je prvo dat prikaz postojećeg algoritamskog i softverskog rešenja, a zatim i opis novog algoritma regulacije i odgovarajućih funkcionalnih i softverskih rešenja. Novo algoritamsko rešenje treba da omogući jednostavan prelaz, sa sistema u kome se za regulaciju koriste isključivo hidro jedinice (ovaj režim rada biće moguće koristiti kao specijalni slučaj rada i u novom sistemu), na sistem u kome u regulaciji učestvuju i termo jedinice. Predloženo rešenje treba da omogući smeštanje ovih podataka u bazu podataka u okviru RDBMS čime se omogućava pristup podacima iz široko dostupnih aplikativnih softverskih alata, kao što su Microsoft Excel, Microsoft Access i slični, koji imaju mogućnost pristupa podacima preko ODBC interfejsa. Na ovaj način se podaci mogu jednostavno obraditi, konvertovati, eksportovati i/ili dalje arhivirati prema potrebama korisnika.

### 1. PRIKAZ POSTOJEĆEG STANJA – REGULACIONI ALGORITAM

Postojeći AGC sistem (AGC verzija 4.1) u sklopu SCADA/EMS sistema u dispečerskom centru EPS-a je uspešnoj upotrebi od jeseni 2000. godine [1]. Ovaj sistem je nastao na bazi prethodnih verzija AGC sistema (AGC 4.0, AGC 3.05, ...) razvijanih od 1996 godine [1-5]. Sve pomenute verzije su, suštinski, razvijene na bazi pretpostavke da će u sekundarnoj regulaciji učestvovati isključivo hidro jedinice. Implementiran je klasični LFC algoritam upravljanja [6-7] zasnovan na minimizaciji regulacione greške oblasti (ACE - Area Control Error), sa pridodatim PI kontrolerom i promenljivim koeficijentima učešća u regulaciji.

Blok dijagram regulacionog algoritma je prikazan na slici 1. Oznake na slici 1 su sledeće:  $ACE$  – regulaciona greška sistema,  $ACE_F$  – filtrirana vrednost regulacione greške,  $ACE_{PI}$  – vrednost na izlazu PI kontrolera,  $P_{G1}, \dots, P_{GN}$  - izmerene ukupne aktivne snage regulacionih jedinica - elektrana,  $P_{B1}, \dots, P_{BN}$  - bazne snage regulacionih jedinica,  $P_{min1}, \dots, P_{minN}$  - minimalne snage regulacionih jedinica,  $P_{max1}, \dots, P_{maxN}$  - maksimalne snage regulacionih jedinica,  $k_{uc1}, \dots, k_{ucN}$  - koeficijenti učešća u regulaciji regulacionih jedinica i  $PCE_1, \dots, PCE_N$  regulacione greške jedinica - elektrana (*Plant Control Error*).

Greška bazena (ACE) se, zavisno od moda regulacije, računa na sledeći način :

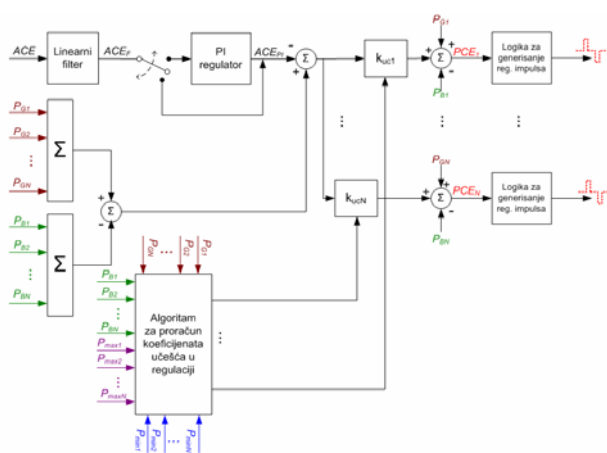
$$ACE = \begin{cases} \text{Regulacija frekvencije i snage razmene} \\ (S - S_0 - \Delta S_W) + B(f - f_T) \\ \text{Regulacija snage razmene} \\ (S - S_0 - \Delta S_W) \\ \text{Regulacija frekvencije} \\ B(f - f_T) \\ \text{Regulacija na bazi regulacione greške} \\ \text{dobijene od JIEL POOL-a} \\ ACE_{POOL} \end{cases} \quad (1)$$

U izrazu (1)  $\Delta S_W$  je korektivni faktor za korekciju greške neželjene razmene energije, a  $f_T$  je zadata vrednost frekvencije sa uračunatom korekcijom vremenske greške. Ako se ne vrši korekcija vremenske greške onda je  $f_T = f_0$  (nominalna frekvencija sistema = 50 Hz). Promenljiva  $S$  je je stvarna (izmerena) vrednost ukupne neto snaga razmene sistema,  $f$  je izmerena frekvencija sistema, a  $S_0$  je je regulacioni plan razmene, odnosno ugovoreni program razmene. U normalnom radu regulaciona greška ACE obično ima pored sporo promenljive komponente nastale usled promene opterećenja, i brzo promenljive komponente. Ove brzo promenljive komponente su delom rezultat stvarnih promena opterećenja, a delom su proizvod mernog šuma pretvarača, efekta kvantizacije, grešaka u prenosu podataka itd. Ove fluktuacije su obično dosta brze, pa sistem sekundarne regulacije, niti je u stanju, niti treba da ih prati. Da bi se izbegao nepotreban regulacioni rad, regulaciona greška se filtrira linearnim filtrom propusnikom niskih učestanosti implementiranim u formi jednostavnog linearnog filtra prvog reda ("*smoother*"), datog sledećim izrazom (2).

$$ACE_F(z) = \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha z^{-1}} ACE(z) \quad (2)$$

Gde je  $ACE_F$  filtrirano  $ACE$ ,  $\alpha$  koeficijent "izgladivanja" linearnog filtra, a  $z$  je operator  $Z$ -transformacije. Implementirani digitalni PI regulator je dobijen diskretizacijom kontinualnog PI regulatora na bazi Tustin-ove aproksimacije. Moguće je izabrati jednu od dve forme PI regulatora: inkrementalnu ili pozicionu. Moguće je, takođe, potpuno isključiti PI regulator, kada se regulacione greške elektrana računaju na bazi  $ACE_{PI} = ACE_F$ .

Algoritam za proračun koeficijenata učešća u regulaciji je implementiran kao nelinearni algoritam kojim se teži da se ostvari što ravnomernija raspodela snaga regulacionih jedinica oko zadatih baznih snaga, a u okviru njihovih regulacionih opsega.



Slika 1. Blok dijagram aktuelnog AGC regulacionog algoritma

Na osnovu vrednosti regulacione greške  $PCE_i$  jedinica se generišu regulacioni impulsi više/niže. Uslov za izdavanje regulacionih impulsa prema  $i$ -toj jedinici je da je greška sistema  $ACE$  veća od zadate minimalne vrednosti i da je regulaciona greška jedinice  $PCE_i$  istog znaka kao i greška sistema  $ACE$ .

## 2. AKTUELNA SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA

Aktuelni AGC sistem, kao deo SCADA/EMS sistema u dispečerskom centru EPS-a, je implementiran u redundantnoj konfiguraciji i zasnovan je na klijent-server arhitekturi [1,7-11]. Sve procesne informacije (merjenja i statusi) se preuzimaju od VIEW6000 SCADA sistema u redundantnoj konfiguraciji. AGC kao i VIEW6000 SCADA softver se izvršava pod Red Hat Linux 4.2 operativnim sistemom. Postojeći programski paket AGC/IS je organizovan tako da se može podeliti na dve celine:

- **serverski deo** koji realizuje osnovne regulacione funkcije paketa, ostvaruje vezu sa VIEW6000 SCADA paketom i vrši usluge servera podataka klijentskim aplikacijama,
- **klijentski deo** koga čine aplikacije koje realizuju funkcije korisničkog interfejsa, editor planova razmene i druge, koje sa serverskim aplikacijama razmenjuju podatke korišćenjem TCP/IP protokola.

**Serverski deo** čini pet osnovnih aplikacija - taskova:

**Task za podršku redundantnom radu** – U normalnom radu pri pokretanju SCADA paketa na oba redundantna servera se zajedno sa SCADA-om pokreće i ovaj task. Ovaj task zatim utvrđuje da li je pokrenut na aktivnom serveru i ako jeste pokreće task **TCP/IP server podataka** koji zatim pokreće preostale serverske taskove. Pri padu aktivnog SCADA servera, task za podršku redundantnom radu to detektuje i zaustavlja ostale serverske taskove. Istovremeno se na drugom, prethodno pasivnom serveru, čim se detektuje da je postao aktivan pokreću preostali serverski taskovi.

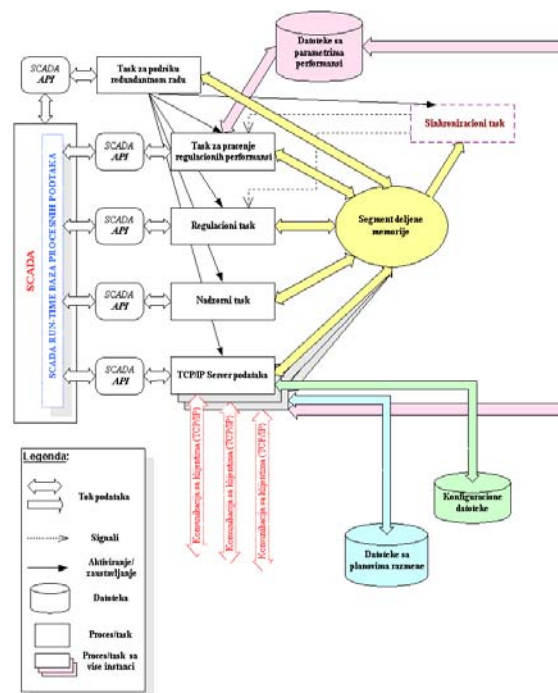
**TCP/IP server podataka** – ova aplikacija je zadužena za komunikaciju sa klijentima i u okviru nje je implementiran konkurentni server i odgovarajući protokol.

**Regulacioni task** – vrši osnovne regulacione funkcije, kao što je proračun regulacione greške oblasti  $ACE$ , realizuje PI kontroler, proračun koeficijenata učešća itd.

**Nadzorni task** – vrši funkcije nadzora kritičnih parametara AGC-a i preduzima predviđene akcije u slučaju nastupa havarijskih stanja..

**Task za praćenje regulacionih performansi** – vrši proračun parametara performansi rada AGC paketa.

Na slici 2. je prikazan blok dijagram organizacije serverske strane AGC softvera:



Slika 2. Blok dijagram organizacije servera AGC paketa

Sve **klijentske aplikacije** su razvijene korišćenjem Tel/Tk skript jezika koji je prvobitno razvijen kao alat za brz razvoj korisničkih interfejsa pod UNIX X-Windows okruženjem. Pored klijentskih aplikacija realizovanih korišćenjem Tel/Tk skript jezika, realizovana je i aplikacija za praćenje performansi rada i učešća elektrana u regulaciji korišćenjem Visual Basic-a 6.0, predviđena za rad pod Windows 9x/NT/2000/XP okruženjem. Unos transakcija na bazi kojih se računa neto razmena snage se vrši pomoću editora planova razmene koji je takođe realizovan kao klijentska aplikacija koja se povezuje na AGC TCP/IP server podataka. Svi parametri i podaci u aktuelnoj verziji AGC programskog paketa se čuvaju formi formatiranih tekstualnih datoteka. Pristup ovim datotekama je moguć bilo preko odgovarajućih klijentskih aplikacija, bilo kopiranjem datoteka sa servera i uvozom sadržaja u pogodan korisnički softver (npr. *Microsoft Excel*). Svi parametri vezani za praćenje performansi rada regulacije i ocenu učešća elektrana u regulaciji se računaju na serverskoj strani i spremaju u odgovarajuće tekstualne datoteke.

## 3. OPIS NOVOG REGULACIONOG ALGORITMA

Izmene koje treba sprovesti na regulacionom algoritmu treba da omoguće uvođenje termo agregata u sekundarnu regulaciju, tako da se uvažavaju njihove dinamičke karakteristike i ograničenja, pri čemu nije predviđena implementacija algoritama ekonomskog dispečinga. U režimima u kojima u regulaciji učestvuju isključivo hidro jedinice želi se potpuna kompatibilnost sa aktuelnim algoritmom, odnosno praktično svođenje na aktuelni algoritam. Osnovna ideja je da se filtrirana regulaciona greška sistema  $ACE_F$  podeli na dve komponente: komponentu koja će se proslediti hidro jedinicama  $ACE_H$  i komponentu koja će se proslediti termo jedinicama  $ACE_T$ , pri čemu važi da je:

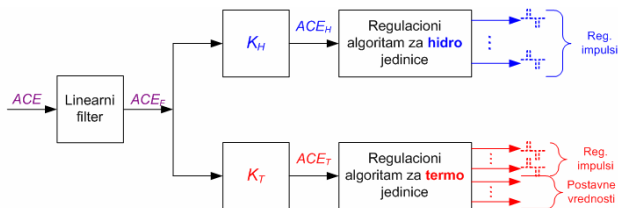
$$ACE_H + ACE_T = ACE_F. \quad (3)$$

Odnosno:

$$ACE_T = K_T ACE_F = \gamma \frac{R_T}{R_H + R_T} ACE_F \quad (4)$$

$$ACE_H = K_H ACE_F = (1 - K_T) ACE_F$$

Gde je  $R_T$  regulaciona rezerva termo jedinica uključenih u regulaciju (u odgovarajućem smeru – za smanjenje odnosno povećanje snage zavisno od znaka regulacione greške sistema),  $R_H$  regulaciona rezerva hidro jedinica, a  $\gamma$  faktor koji normalno ima vrednost 1, a služi da se preraspodeli regulacioni rad između hidro i termo jedinica tako da nije direktno proporcionalan njihovoj regulacionoj rezervi, već da se učešće termo jedinica u regulaciji može smanjiti (kada je  $\gamma < 1$ ) ili povećati (kada je  $\gamma > 1$ ). Predviđeno je takođe da se  $K_T$  i  $K_H$  mogu zadavati kao fiksni parametri od strane korisnika (uz ograničenje da je  $K_T + K_H = 1$ ), kao i da se računaju, ne na bazi regulacionih rezervi, već na bazi regulacionih opsega. Izuzetno u havarijskim režimima, kada apsolutna vrednost  $ACE_F$  pređe zadatu granicu  $ACE_{HAV}$ , a još uvek nije veća od vrednosti  $ACE_{MAX}$ , iznad koje se isključuje regulacija, automatski se podešava  $K_T = K_H = 1$ . Podela regulacionog rada i algoritma regulacije, ilustrovana na slici 3, na hidro i termo komponentu može se, do izvesne mere, posmatrati kao ekvivalentan zajedničkog rada dve regulacione oblasti u POOL-u gde obe oblasti regulišu svoj deo zajedničke greške, pri čemu jedna od oblasti u regulaciji ima samo hidro jedinice, a druga isključivo termo jedinice.



Slika 3. Ilustracija podele algoritma i regulacione greške na hidro i termo komponentu

Komponenta regulacione greške koja se alokira hidro jedinicama se dalje prosleđuje regulacionom algoritmu za hidro jedinice koji je potpuno **identičan** aktuelnom algoritmu, opisanom u poglavlju 1, izuzev što ulazna vrednost nije više  $ACE_F$  već  $ACE_H$ . Sa termo jedinicama je, međutim, nešto drugačiji slučaj. Prva pretpostavka je da je odziv termo jedinica, u principu, sporiji od odziva hidro jedinica, stoga se predviđa da se trajanje regulacionog ciklusa termo jedinica  $\Delta T_T$  nije isto kao trajanje regulacionog ciklusa hidro jedinica  $\Delta T_H$ , već važi:

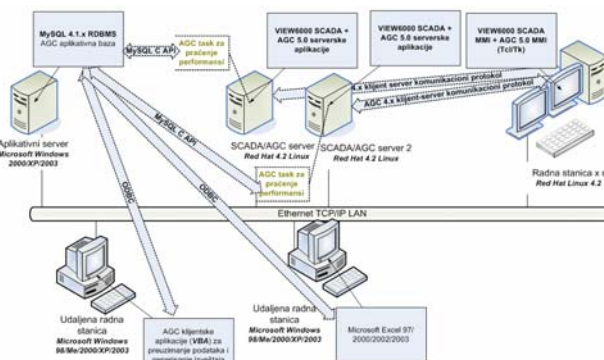
$$\Delta T_T = n \Delta T_H, n \geq 1 \quad (5)$$

gde je  $n$  ceo broj, koji se zadaje kao parametar algoritma regulacije. To u praksi znači da ako je npr.  $n=2$  da na svaka dva regulaciona ciklusa hidro jedinica, dešava jedan regulacioni ciklus termo jedinica. Regulaciona greška  $ACE$ , odnosno  $ACE_F$  i njene hidro i termo komponente se računaju u intervalima od  $\Delta T_H$  sekundi, međutim regulacioni algoritam za termo jedinice će procesirati svaku  $n$ -tu vrednost i izdavati upravljačke naloge u intervalima od  $\Delta T_T = n \Delta T_H$ . Moguće je naravno podesiti da je  $n=1$  i tada se algoritam za termo jedinice izvršava u istom "ritmu" kao i algoritam za

hidro jedinice, a razlika u dinamici se tada uvažava samo kroz različite parametre PI regulatora hidro i termo jedinica. Druga razlika se ogleda u tome da se u cilju uvažavanja eventualnih velikih razlika u dinamici između pojedinačnih termo jedinica predviđa mogućnost nezavisnog podešavanja parametara PI regulatora za svaku regulacionu termo jedinicu pojedinačno. Dalje, trenutna je praksa u okviru EPS-a u regulaciji sa hidro jedinicama da se upravljački nalozi šalju u formi regulacionih impulsa više/nije koji se prosleđuju regulacionim elektranama (kao regulacione jedinice se tretiraju cele elektrane a ne pojedinačni agregati). Kod termo jedinica je predviđeno da se pojedinim regulacionim jedinicama (koje mogu biti ili cele termoelektrane ili pojedinačni termoagregati) može upravljati i slanjem postavnih vrednosti (*setpoint*-a) lokalnim regulatorima (grupnom regulatoru elektrane ili turbinskom regulatoru agregata), što je posebno značajno kod onih savremenih u digitalnoj izvedbi.

#### 4. OPIS SOFTVERSKO IMPLEMENTACIJE NOVE VERZIJE AGC PROGRAMSKOG PAKETA

Nova, unapređena verzija programskog paketa AGC teba da zadrži istu osnovnu strukturu, odnosno klijent-server arhitekturu opisanu u glavi 2 i literaturi [1, 3-5], međutim predviđena su, pored izmena u regulacionom algoritmu, značajna poboljšanja i dopune. Osnovna razlika, u odnosu na aktuelnu verziju AGC programskog paketa, se ogleda u dodatim interfejsima prema *MySQL* RDBMS-u. Na slici 4. je ilustrovana klijent server organizacija AGC paketa sa pridodatim *MySQL* aplikativnim serverom.



Slika 4. Ilustracija arhitekture AGC 5.0 klijent server okruženja i veze sa *MySQL* RDBMS

U novoj verziji AGC paketa task za praćenje performansi nema istu ulogu kao kod AGC 4.1 već vrši samo smeštanje podataka u *MySQL* RDBMS. Veza ovog taska sa *MySQL* RDBMS-om se ostvaruje posredstvom nativnog *MySQL* C API-ja. Da bi se izbegao gubitak podataka u slučaju prekida komunikacije sa *MySQL* serverom, predviđeno je da se u slučaju neuspeha pri upisu podataka na *MySQL* server, upis podataka (sa vremenskom markom) vrši u privremene datoteke na SCADA/AGC serverima. Pri ponovnom uspostavljanju komunikacije sa *MySQL* serverom sadržaj ovih datoteka se automatski prepisuje u bazu posle čega se vrši njihovo uklanjanje. Podaci vezani za praćenje performansi rada regulacije i vrednovanje učešća u regulaciji regulacionih elektrana koji se u aktuelnoj verziji računaju na strani AGC servera i smeštaju u tekstualne datoteke će sada biti smešteni u tabelama relacione baze na aplikativnom serveru. Značajna razlika u odnosu na aktuelnu verziju je u tome što se u bazi neće nalaziti krajnje vrednosti parametara,



već ulazni podaci potrebni za njihov proračun, a sam proračun, na bazi podataka sačuvanih u relacionoj bazi, će vršiti odgovarajuće klijentske aplikacije. Na ovaj način se omogućava relativno jednostavna izrada novih izveštaja, na bazi informacija u bazi. Za osnovni set izveštaja i parametara koji se prate predviđena je izrada, korisničkih klijentskih aplikacija za *Microsoft Windows* platformu korišćenjem *Visual Basic*-a i *Visual Basic*-a za aplikacije (*VBA*) kao razvojnog alata. Eventualni dopunski izveštaji se mogu relativno jednostavno kreirati povezivanjem *Microsoft Excel* programskog paketa sa *MySQL* bazom preko standardnog ODBC interfejsa. Na ovaj način se dobija fleksibilno okruženje koje omogućava da se podaci sačuvani u ovoj bazi obrade i prezentiraju na različite načine i iskoriste mogućnosti za analizu i vizuelizaciju podataka alata kao što je *Microsoft Excel*. Standardnom setu izveštaja iz aktuelne verzije, u novoj verziji će biti dodati sledeći izveštaji:

- Izveštaj koji na petominutnom nivou daje prosečnu regulacionu grešku EPS-a, prosečno odstupanje učestanosti i prosečno odstupanje snage razmene u datom vremenskom intervalu, zatim zadatu učestanost, te procenjuje kvalitet rada sekundarne regulacije u datom satu (+ ako su znak prosečnog odstupanja snage razmene i odstupanja učestanostanosti različiti, - ako su isti, a ako je odstupanje učestanosti u granicama  $\pm 10$  mHz taj podatak se smatra nepouzdanim).
- Statistika o procentualnom učešću vremenskih intervala sa oznakom +, oznakom – i nepouzdanom vrednošću, u ukupnom broju intervala.
- Prethodna statistika za vrednost neželjenih odstupanja razmene JIEL bloka.
- Satne vrednosti regulacione greške EPS-a, JIEL bloka sa vrednošću penala i bonifikacije u datom satu. (Svaka satna vrednost regulacione greške se penališe za iznos za koji EPS-ova srednjekatna regulaciona greška prelazi 20 MW, ako je greška istog znaka kao greška JIEL bloka. Ako su greške različitog znaka, i greška EPS-a prelazi 20 MW to je iznos bonifikacije za dati sat).
- Proračun srednje vrednosti i standardne devijacije regulacionih grešaka JIEL bloka i EPS-a na dnevnom nivou.

Značajnu izmenu treba da pretrpi i način na koji se unose planovi razmene. U aktuelnom AGC sistemu je predviđeno da se planovi razmene prenose u obliku tekstualnih datoteka zadatog formata koji prepoznaju AGC serverske aplikacije. Za manje izemene i unos nepredviđenih transakcija je razvijena klijentska aplikacija – editor planova razmene koja posredstvom AGC 4.x komunikacionog protokola komunicira sa AGC TCP/IP serverom. U novoj verziji je predviđena realizacija interfejsa koji će direktno povezati *Microsoft Excel* aplikaciju koja se koristi u službi operativnog planiranja sa *MySQL* bazom. Podaci o planovima razmene više neće biti u tekstualnim datotekama već u relacionoj bazi. Pri promeni planova razmene sve izmene se prenose direktno do AGC baze bez potrebe za eksportom u tekstualne datoteke i njihov import od strane AGC TCP/IP servera. Kao mehanizam zaštite za slučaj gubitka veze sa *MySQL* serverom, AGC TCP/IP server čuva lokalnu kopiju neto vrednosti planova razmene do 24 sata unapred (za ispravan proračun regulacione greške ACE potrebna je samo neto vrednost razmene, a ne i pojedinačne transakcije).

## 5. ZAKLJUČAK

U radu su opisane modifikacije i dopune koje treba da se izvrše na postojećem AGC paketu u dispečerskom centru EPS-a (AGC ver. 4.1). Na ovaj način se dobija poboljšana verzija AGC programskog paketa (AGC ver. 5.0) koja treba da zadrži sve dobre strane aktuelne verzije (fleksibilnu klijent-server arhitekturu, regulacioni algoritam za hidro jedinice koji je u upotrebi više godina bez iskazanih problema itd.), a dodaje se podrška za učešće termo jedinica u regulaciji, kao i aplikativna relaciona baza podataka, koja sadrži podatke o performansama rada AGC-a i ocenu učešća u regulaciji. Zahvaljujući implementaciji u formi relacione baze, za koju postoje odgovarajući ODBC drajveri korisnici sistema više neće biti relativno ograničeni na set unapred definisanih izveštaja već se omogućava efikasno kreiranje novih izveštaja i povezivanje sa aplikacijama tipa *Microsoft Excel* i primena njihovih alata za analizu i vizualizaciju podataka, što će omogućiti širu distribuciju ovih podataka.

## 6. LITERATURA

- [1] Jakupović Goran, Sajdl Tomislav, Vračarić Tatjana, Čukalevski Ninel, "Implementacija AGC/IS programskog paketa (ver. 4.1) u redundantnoj SCADA/AGC konfiguraciji za novi DC EPS-a", XLV Konferencija ETRAN, Bukovička Banja, 4-7. jun 2001, 283-286.
- [2] Goran Jakupović, Nela Tomča-Andrijanić, Dejan Milutinović, Ninel Čukalevski, "Realizacija softverskog paketa za upravljanje proizvodnjom EES", JUKO CIGRE 2000 – 10. Simpozijum Upravljanje i Telekomunikacije u Elektroenergetskom sistemu, Herceg Novi 22-25. maj 2000
- [3] Jakupović Goran, Tomča-Andrijanić Nela, Čukalevski Ninel, Obradović Nikola, Đurđević Mirela, "Testiranje programskog paketa za upravljanje proizvodnjom EES (AGC ver 4.0)", 25. savetovanje JUKO CIGRE, Herceg Novi, 16-20. septembar 2001.
- [4] Jakupović Goran, Čukalevski Ninel, Obradović Nikola, Đurđević Mirela, "Implementation and Testing of Automatic Generation Control Software Package for Serbian Electric Power System", CIGRE Black-Sea El-Net Regional Meeting, Suceava, Romania, 10-14 June, 2001.
- [5] Atif S. Debs, *Modern Power Systems Control and Operation: A Study of Real-Time Operation of Power Utility Control Centers*, Decision Systems International, 1996
- [6] Allen J. Wood, Bruce F. Wollenberg, *Power Generation Operation & Control*, John Wiley & Sons, 1984

**Abstract** – This paper describes a new modified version of AGC software for Electric Power Utilities of Serbia (EPS) national dispatch center. New AGC shall introduce thermal units into regulation. Also new software will add "data warehouse" like functionality for AGC operating performance related data.

## NEW ALGORITHM OF REALIZATION AND UPGRADE OF EXISTING AGC SYSTEM IN EPS NDC

Goran Jakupović, Ninel Čukalevski, Nada Damjanović,  
Nikola Obradović