

**REALIZACIJA SIMULATORA REAKTIVNE SNAGE ELEKTRANE TENT A
RADI ISPITIVANJA GRUPNOG REGULATORA REAKTIVNE SNAGE**

Jasna Dragosavac¹, Žarko Janda¹, Tomislav Gajić¹, Jelena Pavlović¹, Dušan
Arnautović¹, Ljubiša Mihailović²

¹ Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd, ² Termoelektrane „Nikola Tesla“

Kratak sadržaj: U radu je prikazana realizacija digitalnog simulatora reaktivne snage termoelektrane „Nikola Tesla A“. Simulator je projektovan da bi poslužio za ispitivanje i podešavanje grupnog regulatora reaktivne snage, koji je realizovan posebno za 220 kV sabirnice i posebno za 400 kV sabirnice. Grupni regulator reaktivne snage poseduje dva nezavisna režima rada: održavanje zadatih reaktivnih snaga i regulacija napona visokonaponskih sabirnica. Simulator je realizovan tako da što je moguće bliže prikazuje stvarno ponašanje agregata elektrane pri različitim situacijama toka reaktivnih snaga. Verifikacija simulatora je obavljena pomoću merenja na bloku A1.

Ključne reči: grupna regulacija reaktivne snage, model elektrane, simulator

1. UVOD

Grupni regulator reaktivne snage (GRRS) predstavlja sistem kojim se vrši automatsko upravljanje reaktivnim režimom elektrane i raspodela reaktivnog opterećenja među generatorima paralelno spregnutim i uključenim u grupni rad. S obzirom na postojanje dva sabirnička naponska nivoa 220kV i 400kV, termoelektranu „Nikola Tesla A“ kao elektranu sa 4+2 agregata GRRS objedinjuje u celinu u pogledu upravljanja. GRRS je realizovan sa dva nezavisna grupna regulatora reaktivne snage, po jedan za svaki naponski nivo. Prema tome, u pogledu upravljanja naponsko-reaktivnim režimom, elektrana se posmatra kao dve celine: prva celina obuhvata 4 generatora vezana preko blok-transformatora na sabirnice 220kV, dok druga celina obuhvata dva generatora vezana preko blok-transformatora na sabirnice 400kV. Funkcija grupne regulacije reaktivne snage ostvaruje se delovanjem na regulatore pobude u primarnim krugovima upravljanja svakog od 6 agregata elektrane [1].

Realizacijom sistema za grupnu regulaciju reaktivne snage postiže se ravnomerna raspodela reaktivnog opterećenja agregata koji učestvuju u grupnoj regulaciji. Grupnu regulaciju agregata u okviru elektrane potrebno je realizovati kako bi se uravnotežila eksploatacija agregata i kako bi se obezbedilo da se agregati u grupnoj regulaciji ravnomerno odazivaju na poremećaje u elektroenergetskom sistemu.

Uloga GRRS dodatno se menja uvođenjem deregulacije tržišta. U skladu sa deregulacijom tržišta električne energije se postavlja pitanje i pravilne valorizacije proizvedene reaktivne energije. U većini zemalja, na primer u Ontariju, prenosna kompanija smatra da je elektrana obavezna da održava napon u zahtevanim granicama (oko nominalne vrednosti) sve dok je faktor snage u opsegu od 0,93 kapacitivno do 0,9 induktivno. Elektrana je u obavezi da održava napon svojih VN sabirnica i van te oblasti, s time što se plaća dodatna reaktivna snaga [2]. U drugim zemljama, na primer u Holandiji, operator mreže plaća elektranama održavanje margine reaktivne snage. U

ovakvim tržišnim uslovima GRRS kroz održavanje napona VN sabirnica i margine reaktivne snage ostvaruje dobit za proizvođača reaktivne snage koja se danas, u različitim zemljama, uglavnom plaća kao sistemska usluga.

Razvoj GRRS sa novim funkcijama koje su usklađene sa zahtevima savremenog tržišta električnom energijom zahtevao je razvoj i realizaciju modela elektrane prilagođenog potrebama ispitivanja i podešavanja GRRS u fabrici i elektrani. S obzirom da su ulazi u GRRS merene vrednosti reaktivnih snaga svih agregata, a izlazi komande više/niže reference napona generatora na regulatorima pobude, neophodno je bilo sintetisati model elektrane sa prenosnom funkcijom od komandi više/niže referenci napona generatora kao ulaza, do reaktivnih snaga i napona sabirnica kao izlaza. Novi razvijeni model elektrane je za potrebe ispitivanja GRRS realizovan na PLC-u.

2. FUNKCIJE GRUPNOG REGULATORA REAKTIVNE SNAGE

Grupni regulator reaktivne snage vrši sledeće osnovne funkcije:

- Održava ravnomernu raspodelu reaktivnog opterećenja među generatorima u elektrani uključenim u grupni rad;
- Održava reaktivno opterećenje agregata odnosno elektrane i napona na posmatranim sabirnicama elektrane na unapred podešenom nivou;
- Omogućava jednostavno upravljanje elektranom po naponu i reaktivnoj snazi kao jednim generatorom.

Da bi se izbegao rad generatora izvan dozvoljenih vrednosti po naponu i reaktivnoj snazi, odnosno u okviru pogonske karte agregata, GRRS ograničava svoje dejstvo po kanalu tog agregata. Ukoliko neka od posmatranih veličina dostigne graničnu vrednost, GRRS će privremeno prekinuti svako dejstvo grupne regulacije na predmetnom bloku koje bi dovelo do daljeg porasta posmatrane veličine.

Predviđeno je da se u okviru uređaja realizuju dve vrste regulacije: regulator režima i regulator raspodele. Regulator režima ima zadatak da održava izabranu režimsku veličinu: napon na zajedničkim sabirnicama, zbirnu reaktivnu snagu elektrane ili njihovu kombinaciju. Regulator raspodele održava željenu stacionarnu raspodelu neophodnog ili zadatog reaktivnog opterećenja elektrane između generatora u pogonu, koja obezbeđuje održavanje izabrane režimske veličine.

U režimu regulacije napona sabirnica GRRS određuje veličinu reaktivne snage koju elektrana treba da isporuči da bi se održala željena vrednost napona. Vrednost reaktivne snage se određuje prema zahtevanoj V-Q karakteristici sabirnica. Statizam V-Q karakteristike sabirnica može se podešavati podešavanjem koeficijenata statizma sistema pobude generatora.

U režimu regulacije zadate reaktivne snage elektrane GRRS održava ukupnu reaktivnu snagu elektrane na željenoj vrednosti.

U svim režimima rada izlaz iz regulatora režima je signal koji nosi informaciju o potrebnoj veličini reaktivne snage elektrane. Taj signal ulazi u regulator raspodele koji ostvaruje ravnomernu raspodelu reaktivnog opterećenja među generatorima uključenim u grupni rad u odnosu na njihova dozvoljena opterećenja.

Parametri GRRS-a su izabrani na osnovu dinamičke analize odziva svih agregata elektrane.

S obzirom na postojanje dva sabirnička naponska nivoa GRRS je realizovan sa dva nezavisna grupna regulatora pobude, po jedan za svaki naponski nivo 220kV i 400kV. Svaki grupni regulator vidi pripadajući naponski nivo kao zasebnu celinu i upravlja njenim naponsko-reaktivnim režimom. Ova dva grupna regulatora su potpuno identična sa stanovišta funkcija i tehničkih karakteristika.

3. REALIZACIJA GRUPNOG REGULATORA REAKTIVNE SNAGE

Grupni regulator reaktivne snage fizički se sastoji od [3]:

- centralne regulacione jedinice (realizovana kao redundantni sistem), smeštena u orman u relejnoj sali bloka 3 i
- daljinskog terminala koji je realizovan kao personalni računar smešten na komandnom stolu u glavnoj dispečerskoj sali (ili na drugom pogodnom mestu).

Sve funkcije GRRS su implementirane na centralnoj jedinici. Centralna jedinica je komunikacionim kanalom povezana sa daljinskim terminalom. Na daljinskom terminalu dispečer elektrane vrši zadavanje svih veličina, parametara i ograničenja vezanih za grupnu regulaciju.

Koncepcijom uređaja je predviđeno da se uređaj može uklopiti i u elektrane sa implementiranim savremenim tehničkim sistemima upravljanja i bez njih. Uređaj ima predviđene ulaze za prijem signala u vidu beznaponskih relejnih kontakata ili putem MODBUS protokola. Uređaj generiše izlazne signale u vidu beznaponskih relejnih kontakata i digitalnih signala koji se prosleđuju MODBUS vezom. Informacije o položaju mrežnih i generatorskih prekidača je potrebno uvesti direktno sa opreme iz razloga sigurnosti i pouzdanosti.

Analogna merenja moraju biti sinhrona zbog konzistentnog očitavanja stanja regulisanog sistema. Merni sistem uređaja se povezuje u sekundarne krugove postojećih mernih pretvarača uz obezbeđenu galvansku izolaciju.

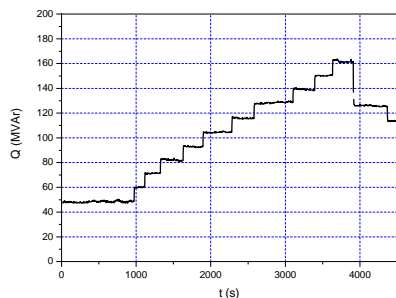
Izlazni komandni signali više/niže ka pobudnim sistemima zadovoljavaju minimalne tehničke uslove regulacionih krugova, a to je definisano maksimalno vreme propagacije signala do izvršnog organa. Iz tog razloga je realizovano direktno prosleđivanje komandi više/niže od strane GRRS primarnoj opremi svakog od šest agregata putem žičanih veza.

4. MODEL I DIGITALNI SIMULATOR ELEKTRANE

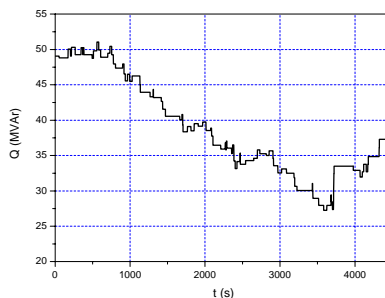
U cilju izvođenja fabričkih ispitivanja uređaja za grupnu regulaciju reaktivne snage napravljen je odgovarajući model elektrane. Model elektrane predstavlja prenos od komandi više/niže referenci napona generatora pobude do odziva generatora po reaktivnoj snazi. Simulator je fizički realizovan na PLC automatu u kome je programiran model elektrane. Ulazi u simulator su komande više/niže referenci napona generatora koje idu ka regulatorima pobude. Izlazi iz simulatora su merne strujne petlje od 20 mA koji predstavljaju odgovarajuće Q posmatranog bloka i napone sabirnica 220kV i 400kV. Simulator je generisan na osnovu ispitivanja izvršenih na svim generatorima tokom 2009. godine, putem zadavanja komandi referenca napona generatora više/niže preko upravljačkog sistema. Korišćeni su podaci dobijeni sa arhivskih servera termoelektrane „Nikola Tesla A“.

4.1. Ispitivanja odziva reaktivne snage pojedinih blokova

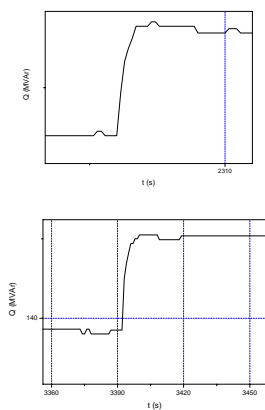
Model elektrane je generisan na osnovu ispitivanja vršenih na elektrani. Ispitivanja su vršena na elektrani, u više navrata da bi se obuhvatila različita pogonska stanja. Cilj ispitivanja je bio snimanje odziva promene reaktivne snage agregata u vremenu i određivanje mere spregnutosti sistema tj. koliko promena Q na jednoj mašini utiče na odzive tj. promene Q na ostalim mašinama [4, 5, 6, 7, 8].



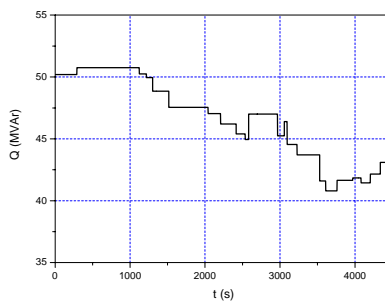
Slika 1. Odziv reaktivne snage generatora A4 na zadavanje promene reference napona generatora



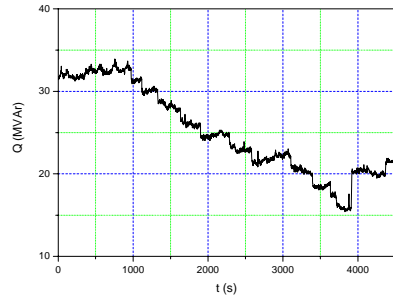
Slika 2. Odziv reaktivne snage agregata A3 pri promeni reference napona generatora A4



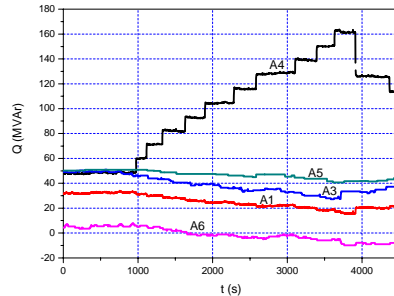
Slika 3. Odziv reaktivne snage generatora A4 na zadavanje promene reference napona generatora



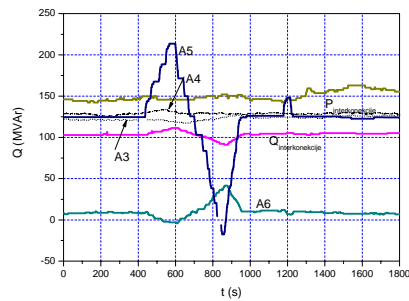
Slika 4. Odziv reaktivne snage agregata A5 pri promeni reference napona generatora A4



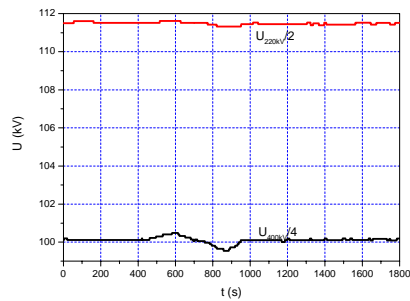
Slika 5. Odstziv reaktivne snage agregata A1 pri promeni reference napona generatora A4



Slika 6. Odstzivi reaktivne snage agregata A1, A3, A5 i A6 pri promeni reference napona generatora A4



Slika 7. Rezultati ispitivanja 27. 05. 2009. Odstziv reaktivne snage agregata A3, A4, A6 i tokovi P i Q na sabirnicama elektrane pri promeni reference A5



Slika 8. Rezultati ispitivanja 27. 05. 2009. Odstzivi napona na sabirnicama 220kV i 400kV

Pri promeni reference napona na jednom generatoru snimani su odziv posmatranog generatora i svih ostalih generatora. U log file su zabeležene promene reaktivnih snaga svih agregata. Dijagram reaktivne snage u toku vremena je upotrebljen za estimaciju parametara vremenskog odziva reaktivne snage generatora u odnosu na promenu referentnog napona. Za svaki agregat je izvedeno više koraka promene referentnog napona generatora, a prema dozvoljenom opterećenju agregata. Ispitivanja su vršena u više navrata u vremenskom periodu od 07. 04. 2009. do 01. 11. 2009.godine u cilju prikupljanja podataka za model elektrane pri različitim opterećenjima agregata. Na slikama 1. do 6. su prikazani rezultati ispitivanja izvršeni 07.04.2009. godine. U toku ispitivanja je menjana referentna vrednost napona generatora (U_{gref}) A4. Vrednost U_{gref} je menjana u koracima definisanim pobudnim sistemom posmatranog generatora. Između koraka je pravljena dovoljna vremenska pauza potrebna da se sve veličine na posmatranom agregatu ustale.

4.2. Modelovanje spregnutog sistema sinhrona mašina – regulator napona

Odzivi agregata pri različitim aktivnim opterećenjima kao i pri različitim reaktivnim opterećenjima su pokazali da je veličina promene reaktivne snage agregata, za datu promenu referentnog napona generatora, dominantno određena reaktansom mreže pridružene sabirnicama na koje je generator vezan. Usrednjene vrednosti odziva reaktivne snage na step promenu reference napona se mogu aproksimirati sa tri vrste vremenskih funkcija. Za blokove A1, A2, A3 i A4 odgovarajući oblik vremenske funkcije odziva reaktivne snage na step poremećaj reference napona je prikazan sledećim izrazom,

$$q(t) = a + b \cdot e^{-\frac{t}{c}} \cdot \cos(t \cdot d + e) \quad (1)$$

za blokove A5 i A6 odgovarajuća vremenska funkcija je oblika

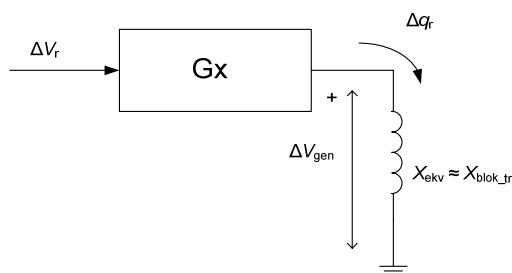
$$q(t) = a + b \cdot e^{-\frac{t}{c}} + d \cdot e^{-\frac{t}{e1}}. \quad (2)$$

Posle normalizacije odziva reaktivnih snaga dobijene su odgovarajuće spregnute

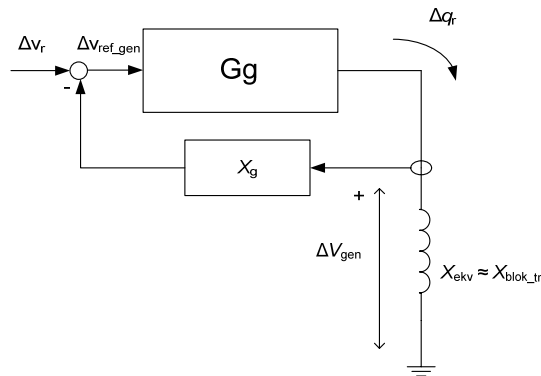
prenosne funkcije u s domenu, $Gx(s) = G_1(s) \frac{s}{\Delta u_{ref}}$, koja prikazuje prenos signala reference na signal reaktivne snage, slika 9.

Uzimanjem u obzir povratne sprege po reaktivnoj snazi određuje se prenos direktne grane, po reaktivnoj snazi. Taj uticaj se kvantifikuje preko ekvivalentne reaktanse generatora X_g , koja se nalazi vezana između reference napona pobudnog sistema i sabirnica generatora, slika 10.

$$Gg(s) = \frac{Gx(s)}{1 - X_g Gx(s)}. \quad (3)$$



Slika 9. Prenos signala reference na signal reaktivne snage.



Slika 10. Prenosna funkcija od reference napona generatora do napona sabirnica generatora.

Veza između ekvivalentne reaktanse generatora i koeficijenta statizma generatora (u odnosu na napon sabirnica generatora, a ne VN sabirnica) data je izrazom

$$s_g = -X_g \cdot \sin(\varphi_{nom_gen}) \quad (4)$$

Radi određivanja prenosne funkcije od reference napona generatora do napona sabirnica generatora, prenosna funkcija direktne grane po reaktivnoj snazi se množi sa reaktansom blok transformatora. Tako se dobija naponska prenosna funkcija, uz određenu grešku u pojačanju, pošto je ekvivalentna reaktansa malo veća od reaktanse blok transformatora, ali to se smatra prihvatljivim. Tako je dobijena prenosna funkcija, od reference generatora do napona sabirnica generatora.

Ispitivanja i snimanja tranzijentnih pojava na realnom blokovima elektrane TENT A su pokazala da nema bitnih promena vremenskih konstanti u opsegu aktivnih snaga generatora od 75% do 100% nominalne aktivne snage kao i u opsegu reaktivnih snaga od 0% do 100% nominalne reaktivne snage.

Vremenski odzivi generatora na step $\Delta U_{ref}/s$ su određeni aproksimacijom i usrednjavanjem snimljenih odziva, a vrednosti pojedinih koeficijenata su prikazani po blokovima u sledećoj tabeli:

	A1	A2	A4
a	9,0711	19,27694	11,8667
b	-15,5795	-19,5508	-28,39134
c	1,9838145	0,562246	0,9933423
d	$-9,44211^\circ\pi/180^\circ$	$49,80973^\circ\pi/180^\circ$	$18,99771^\circ\pi/180^\circ$
e	$-54,2725^\circ\pi/180^\circ$	$-9,601989^\circ\pi/180^\circ$	$-65,29358^\circ\pi/180^\circ$
e1	/	/	/

	A3	A5	A6
a	15,47331	73,91528	14,59653
b	-37,24508	19,34852	-1,2
c	1,135913	7,459918	0,07714
d	11,36213	-37,52144	-13,39611
e	-65,4436°π/180°	/	/
e1	/	4,498661	3,6391

Koeficijenti u tabeli odgovaraju reaktivnoj snazi u MVar. Normalizacija snage se vrši u odnosu na baznu snagu $S_b = 360$ MVA. Parametar d odgovara ugaonoj brzini ω i parametar e odgovara faznom uglu θ . Ostali parametri su množitelji eksponencijalne funkcije ili se nalaze u njenom eksponentu.

Analizom snimljenih odziva izračunate su vrednosti koje odgovaraju jednom koraku reference napona i odgovarajuće ekvivalentne reaktanse generatora, svedeno na baznu snagu.

4.3. Diskretizacija modela bloka

Pri određivanju diskretnog modela bloka prvo je određena odgovarajuća Laplasova transformacija i izvršena normalizacija usrednjenog vremenskog odziva reaktivne snage (5) [7]. Parametri odgovaraju vrednostima koje su prikazane u prethodnim tabelama.

$$E_q(s) = \frac{b_1 \cdot s + b_0}{a_2 \cdot s^2 + a_1 \cdot s + a_0} U(s) \quad (5)$$

Zatim je na osnovu izraza (5) određen model svakog bloka u prostoru stanja u obliku kanonične kontrolabilne forme (6) i (7)

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 \\ a_2 & a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ a_2 \end{bmatrix} u(t) \quad (6)$$

$$e_q(t) = [b_0 \quad b_1] \cdot \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Potpuni diskretni model jednog bloka u prostoru stanja je prikazan izrazom (7). Vektor stanja u trenutku $k+1$ zavisi od vektora stanja i vektora ulaza u trenutku k preko fundamentalne matrice Φ i matrice upravljanja Δ . Vreme odabiranja je $T = 0,1$ s. Fundamentalna matrica se računa putem razvoja u red, izraz (9), a matrica upravljanja se računa pomoću izraza (10).

$$\mathbf{X}_{k+1} = \Phi \cdot \mathbf{X}_k + \Delta \cdot u_k \quad (8)$$

$$\Phi = e^{AT} = \sum_{k=0}^{12} \frac{A^k T^k}{k!} \quad (9)$$

$$\Delta = \sum_{k=0}^{12} \frac{A^k T^{k+1}}{(k+1)!} B \quad (10)$$

Diskretni izlaz modela je dat izrazom (11) i predstavlja odbirke ekvivalentne elektromotorne sile generatora

$$e_q(k) = [b_0 \quad b_1] \cdot X_k \quad (11)$$

4.4. Diskretni model elektrane

Da bi se postavio diskretni model elektrane pogodan za modelovanje tokova reaktivne snage, neophodno je odrediti vrednosti napona VN sabirnica u odgovarajućim vremenskim trenucima. Zato se u svakom koraku rešava algebarski sistem linearnih jednačina

$$Y \cdot \begin{bmatrix} V_{22}(k) \\ V_{40}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E_{q1}(k)}{X_1} & \frac{E_{q2}(k)}{X} & \frac{E_{q3}(k)}{X_3} & \frac{E_{q4}(k)}{X_4} & \frac{E_{q5}(k)}{X_5} & \frac{E_{q6}(k)}{X_6} \end{bmatrix}_T \quad (12)$$

Reaktivne snage pojedinih mašina se mogu izraziti izrazom

$$q_i(k) = \frac{E_{qi}(k) - V_{22}(k)}{X_i}, \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad (13)$$

odnosno izrazom

$$q_i(k) = \frac{E_{qi}(k) - V_{40}(k)}{X_i}, \quad i = 5, 6. \quad (14)$$

Naponi generatora se određuju prema izrazu

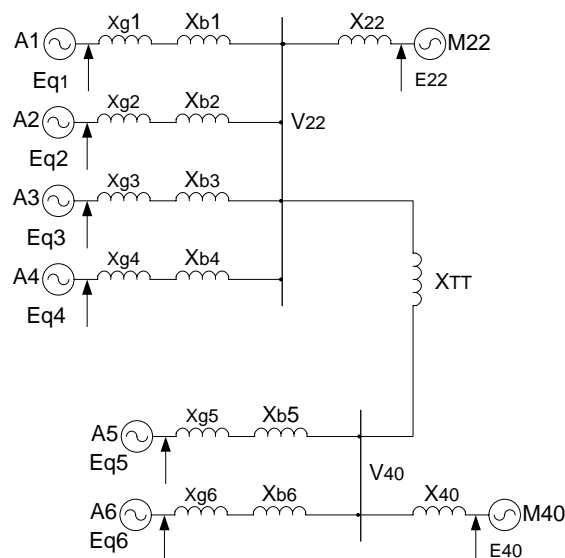
$$V_{ti}(k) = E_{qi}(k) - X_{gi} q_i(k), \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \quad (15)$$

i nove vrednosti reference, koje se koriste u narednom računskom koraku, biće

$$u_i(k+1) = u_{ref,i}(k+1) - K_{vi} \cdot V_{ti}(k) - X_{gi} \cdot q_i(k), \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad (16)$$

Na slici 11 je prikazana aproksimativna ekvivalentna šema termoelektrane “Nikola Tesla A”, pogodna za određivanje tokova reaktivnih snaga. Prikazana šema je poslužila za određivanje koeficijenta matrice admitansi \mathbf{Y} u izrazu (12).

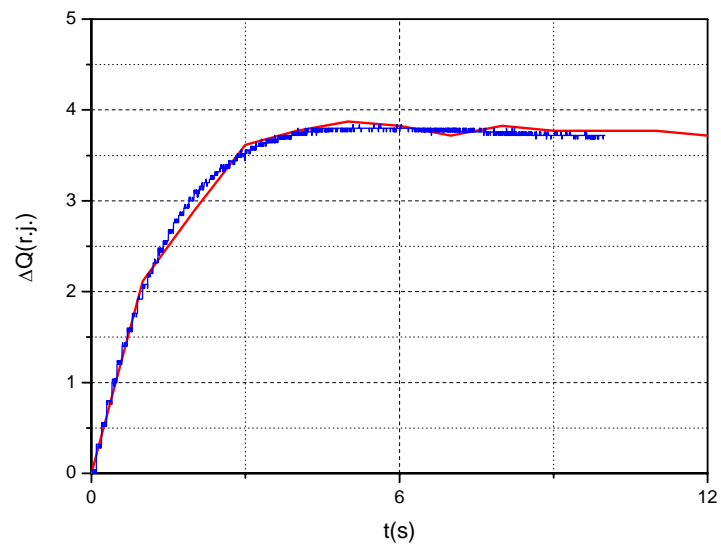
Generisani model je verifikovan ispitivanjima na elektrani na agregatu A1 gde su posmatrane veličine direktno snimane osciloskopom pri promeni reference napona generatora. Na slici 12 su uporedno prikazani odzivi promene reaktivne snage na step promenu reference napona dobijeni sa simulatora (stepeničasti trag) i skinuti sa arhivskog servera elektrane (koji uzorkuje svake sekunde). Takođe, na slici 13 je prikazan odziv promene reaktivne snage na step promenu reference napona u pogonskim uslovima. Vidi se da je poklapanje modela zadovoljavajuće. Na isti način su verifikovani i odzivi ostalih agregata, čime je verifikovan i sam digitalni simulator elektrane.



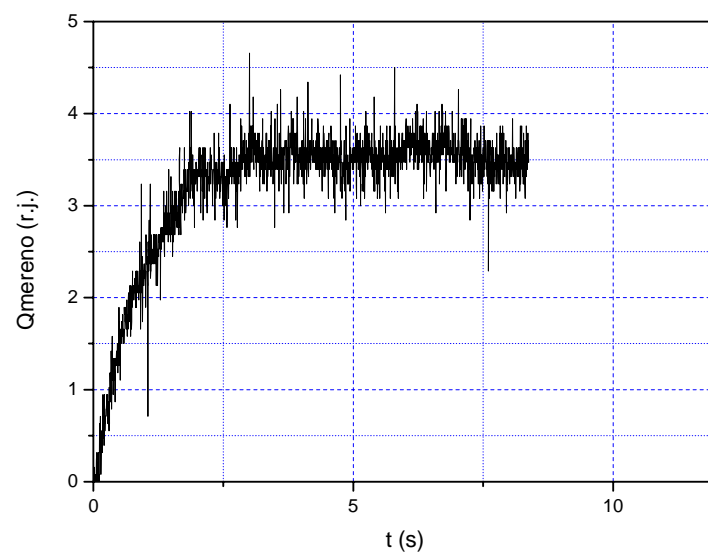
Slika 11. Aproksimativna ekvivalentna šema elektrane „Nikola Tesla A“ za modelovanje reaktivnih snaga

5. ZAKLJUČAK

Prikazane su teorijske osnove modelovanja tokova reaktivne snage termoelektrane „Nikola Tesla A“. Objasnjen je koncept grupnog regulatora reaktivne snage po agregatima elektrane i prikazana su eksperimentalna ispitivanja. Tako dobijeni rezultati merenja su matematički obrađeni tako da mogu da se koriste u uprošćenom modelu elektrane, koji je na kraju verifikovan poređenjem simuliranih odziva sa odzivima izmerenim u elektrani, a koji nisu bili korišćeni za kreiranje modela. Tako dobijeni model elektrane je implementiran na PLC automatu za realizaciju digitalnog simulatora, koji služi za fabrička ispitivanja i podešavanje parametara grupnog regulatora reaktivnih snaga u fabrici proizvođača i na elektrani.



Slika 12. Odzivi priraštaja reaktivne snage na step promenu reference dobijeni sa simulatora (stepeničasti trag) i skinuti sa arhivskog servera elektrane.



Slika 13. Odziv priraštaja reaktivne snage na step promenu reference, u pogonskim uslovima.

LITERATURA

- [1] R. Milijanović, „Grupno upravljanje agregatima u elektrani“, Monografija, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd 1986.
- [2] E. da Silva, J. Hedgecock, J. Mell, and J. Ferreira da Luz, “Practical Cost-Based Approach for the Voltage Ancillary Service”, IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 16, NO. 4, NOVEMBER 2001
- [3] J. Dragosavac, Ž. Janda, P. Ninković, J. Pejović, S. Dobričić, T. Gajić, „Grupni regulator pobude i aktivne snage u TE „Nikola Tesla“- Obrenovac“, Projekat, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd 2009
- [4] Bittanti, S.; Corsi, S.; Pozzi, M.; Zaramella, M., The power plant voltage/reactive power regulator with an adaptive control solution, Power Tech Conference Proceedings, 2003 IEEE Bologna, Volume 3, 23-26 June 2003 Page(s):7 pp. Vol.3
- [5] Noguchi, S.; Shimomura, M.; Paserba, J., Improvement to an high side voltage control, Power Systems, IEEE Transactions on Volume 21, Issue 2, May 2006 Page(s):683 - 692
- [6] John Grainger, William Stevenson Jr, Power System Analysis, Mc Graw Hill,1994.
- [7] John van de Vegte, Feedback control systems, Prentice Hall, Inc 1986.

Abstract: In this paper the simulator of reactive power in thermal power plant TE „Nikola Tesla A“ is presented. The presented simulator is designed for testing and validation of the joint VAR controller in multi-generator thermal power plant, separately for 220kV busbars and 400kV busbars. In the joint VAR controller the two control modes are available: the reactive power level control mode and power plant high-side bus voltage control mode. The presented simulator design is based on recorded reactive power step responses at different operating points. Simulator performances were verified through series of field experiments.

Key words: *the joint VAR control, plant model, reactive power flow*

REACTIVE POWER SIMULATOR DESIGNED FOR THERMAL POWER PLANT „NIKOLA TESLA A“ FOR TESTING THE JOINT VAR CONTROLLER

Jasna Dragosavac¹, Žarko Janda¹, Tomislav Gajić¹, Jelena Pavlović¹, Dušan Arnautović¹, Ljubiša Mihailović²

¹ *Electrical engineering institute „Nikola Tesla“, Beograd,* ² *Thermal power plant „Nikola Tesla A“*