

## SOFTVER ZA REGULACIJU NAPONA SMEŠTEN U DALJINSKU STANICU

Z.Simendić<sup>1</sup>, PD Elektrovojvodina d.o.o. Novi Sad "Elektrodistribucija Sombor", Sombor, Srbija  
A.Car, IMP-Automatika, Beograd, Srbija  
G.Švenda, Fakultet tehničkih nauka, Institut za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Srbija  
D.Glišić, IMP-Automatika, Beograd, Srbija  
M.Bjedov, IMP-Automatika, Beograd, Srbija

### UVOD

Distributivni, dobro poznati, SCADA sistemi su sistemi realnog vremena i njihova osnovna uloga je nadzor i komandovanje distributivnom mrežom (DM). Komandovanje regulacionom sklopkom transformatora 110/x kV/kV može da vrši ručno dispečer u dispečerskom centru putem SCADA sistema, putem regulacije napona integrisana u DMS Softver u dispečerskom centru (1,2,3,4), monter sa komande table u transformatorskoj stanici (TS) 110/x kV/kV ili putem klasičnog automatskog regulatora napona (ARN) smeštenog u TS 110/x kV/kV (5). Uobičajeni način regulacije napona u distributivnim mrežama je sa samostalnim uređajima ARN koji su instalirani u TS 110/x kV/kV, a podešavaju se ručno na licu mesta. Jednom podešeni klasični ARN se najčešće ne prepodešava iako se menja topologija mreže ili preraspodela opterećenja. Regulacija napona putem PLC algoritma je razvijena da bi se postigao visok stepen pouzdanosti regulacije napona integrisane u DMS Softver razvijen poslednjih godina.

Postojeća hardveska oprema u daljinskim stanicama omogućuje niz novih funkcija. Jedna od njih je da se uz pomoć PLC (Programmable Logic Controller), funkcija daljinske stanice u TS 110/20 kV/kV "Sombor 2" programiraju s funkcijom koju imaju klasični ARN. Podešenje novoprojektovanog PLC algoritam za regulaciju napona u daljinskoj stanici vrši se daljinski – centralizovano, iz dispečerskog centra u Somboru putem SCADA sistema, slanjem parametara karakteristike krive regulacije. Ta karakteristika je određene koristeći se funkcijom Regulacija napona integrisanom u DMS softver (1,6). PLC algoritam za regulaciju napona koji je prezentovan u ovom radu, može da radi samostalno ili zajedno sa regulacijom napona integrisanom u DMS softver a instaliranog u dispečerskom centru. Takva kombinacija regulacije napona je prezentirana u posebnom radu na ovom CIREDU: "Kombinovana centralizovana i lokalna regulacija napona distributivnih mreža" autora G.Švende, V.Strezoskog, Z.Simendića i A.Cara.

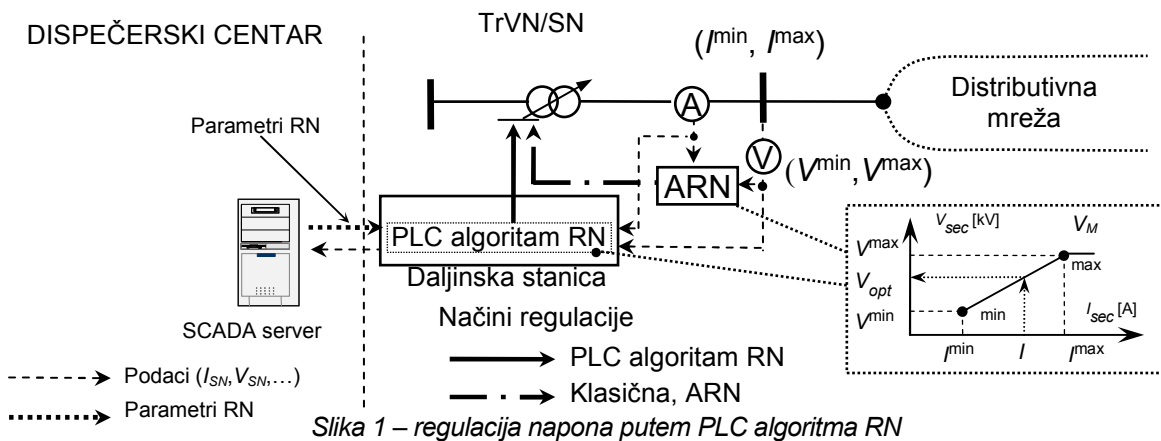
Nakon uvoda, osnovnih pojmova regulacije napona u srednjenaponskim (SN) DM, u trećem delu rada opisan je PLC algoritam za regulaciju napona u daljinskoj stanici, kao i implementacija dodatnih funkcionalnosti u SCADA sistemu "ED Sombor". U četvrtom delu rada, na primeru realne SN DM "ED Sombor" prikazani su rezultati kada je regulaciju napona vodio softver za regulaciju napona u daljinskoj stanici. Nakon zaključka datog u petom delu, u šestom delu je referentno navedena korišćena literatura.

---

<sup>1</sup>Zoran Simendić, PD Elektrovojvodina d.o.o. Novi Sad "Elektrodistribucija Sombor", 25000 Sombor, Apatinski put b.b., e-mail: zoran.simendic@so.ev.rs, tel 025 482933, faks 025 429399.

## REGULACIJA NAPONA

Postojeći ARN se zasnivaju na bazičnoj ideji *kompensacije pada napona jedinstvenog voda* (7,8,9). Kompensacija se ustanovljava za najjednostavniju "distributivnu mrežu", koju čine: regulacioni transformator visoki na srednji napon (VN/SN) s regulacijom pod opterećenjem, snabdeven sa ARN i jedinstvenim (fiktivnim) SN vodom, na čijem je kraju priključen jedinstven potrošač. Ideja kompensacije pada napona primenom ARN sastoji se od kontrole napona na sekundaru napojnog transformatora, tako da se na kraju jedinstvenog voda, kod potrošača, realizuje specificiran i konstantan napon, nezavisan kako od struje potrošača, tako i od promena napona na VN strani napojnog transformatora. Naime: 1 – u ARN se uvode vrednosti struje i napona sekundara napojnog transformatora; 2 – poređenjem tog napona s naponom koji diktira zakon regulacije –  $V_{ref}$ , za konkretnu struju sekundara napojnog transformatora, utvrđuje se odstupanje napona; 3 – na osnovu tog odstupanja, inicira se delovanje ARN, koji dalje inicira delovanje regulacione preklapke napojnog transformatora, s ciljem da se odstupanje napona anulira (slika 1). Za utvrđivanje zakona regulacije napona, dovoljno da se poznaju dva režima (minimalni i maksimalni), odnosno dva para vrednosti napona i struja na SN sabirnicama napojnog transformatora – slika 1.



Na slici 2 je prikazano kretanje napona na VN strani regulacionog transformatora u vremenu primenom ARN. Svi parametri takve regulacije napona su:

$V_M$  *Maksimalna vrednost napona* koja ne može da se prevaziđe na sekundaru napojnog transformatora, nezavisno od njegovog opterećenja (slika 1 i 2),

$\Delta V_{doz}$  *Dozvoljeno odstupanje napona* – Njime se određuje najveće odstupanje napona od referentne vrednosti  $V_{ref}$ , pri kome ARN ne deluje; zato, dozvoljenim odstupanjem se određuje kvalitet regulacije napona: što je ono manje, napon kod potrošača manje odstupa od zadate vrednosti (slika 2),

$k_{Tz}$  *Vremenski faktor* služi za odabiranje koeficijenta sa kojim se množi vrednost osnovnog vremena,

$t_{ov}$  *Tabela osnovnog vremena* služi za odabiranje krive osnovnog vremenskog zatezanja u zavisnosti od odstupanja od regulacije (tabela 1),

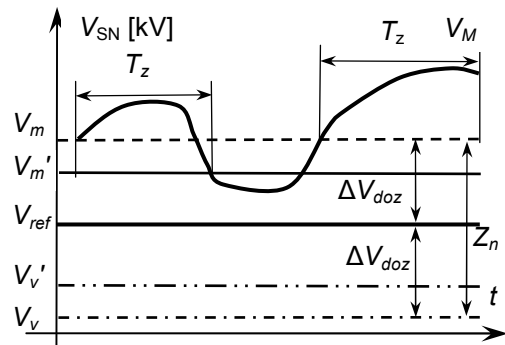
$V_{ref}$  *Referentni napon* se dobije sa krive regulacije za trenutnu vrednost struje (slika 1 i 2),

$V_m$  *Minimalna vrednost regulisanog napona* pri kome ARN deluje u smislu smanjenja napona slika 2,

$V_v$  *Maksimalna vrednost regulisanog napona* pri kome ARN deluje u smislu povećanja napona slika 2,

$V_m'$  *Gornji napon povratka* predstavlja granicu ispod koje kada bi se napon vratio, pobuđeni ARN ne bi delovao za zadato vreme  $T_z$  ("vreme zatezanja") slika 2,

$V_v'$  *Donji napon povratka* predstavlja granicu iznad koje, kada bi se napon vratio, pobuđeni ARN ne bi delovao za zadato vreme  $T_z$  ("vreme zatezanja") slika 2,

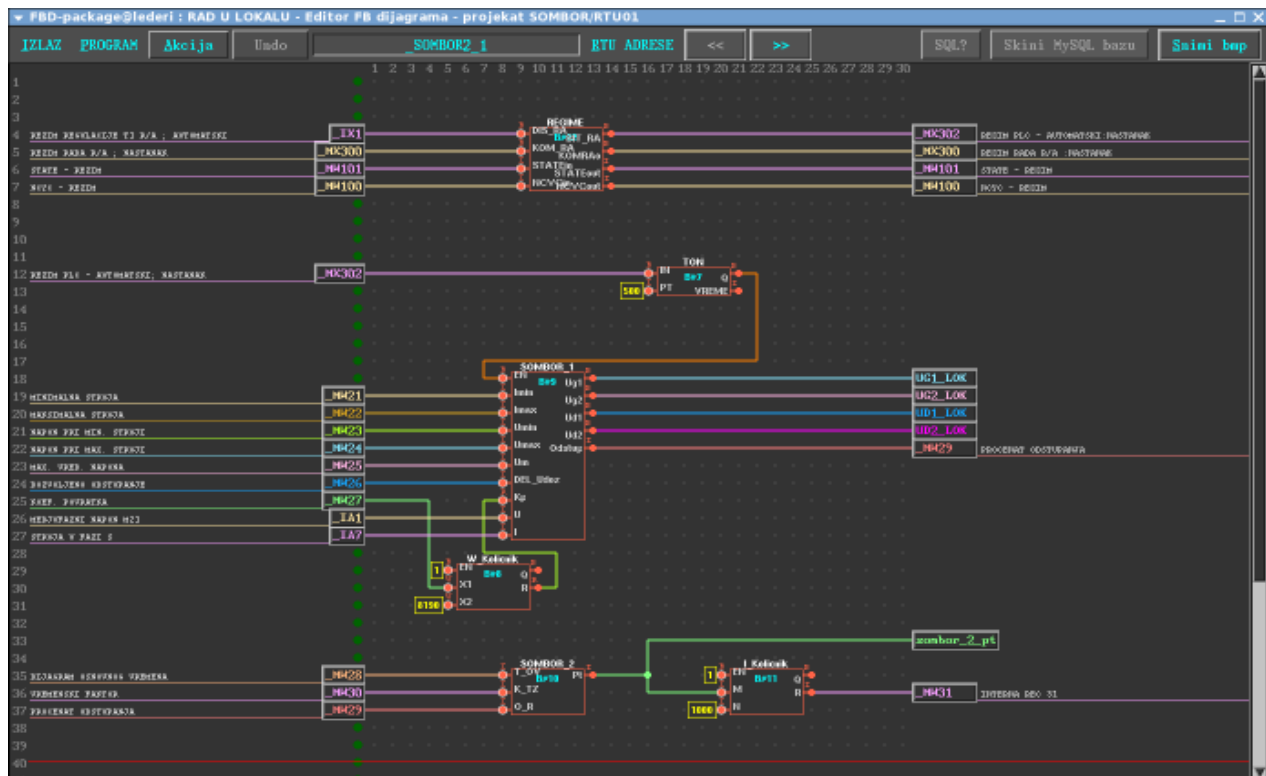


$T_z$  *Vremenska zadržka* ("vreme zatezanja"), jeste vreme od pobuđivanja ARN do njegovog delovanja na regulacionu preklapku; ovim parametrom regulacije sprečava se delovanje regulacione preklapke na kratkotrajne promene napona, što se povoljno održava na njen vek trajanja. Na osnovu odabrane krive osnovnog vremena (tabela 1) i odstupanja od regulacije dobijamo osnovno vreme koje pomnoženo sa  $k_{Tz}$  dobijamo  $T_z$  (vremensku zadržku).

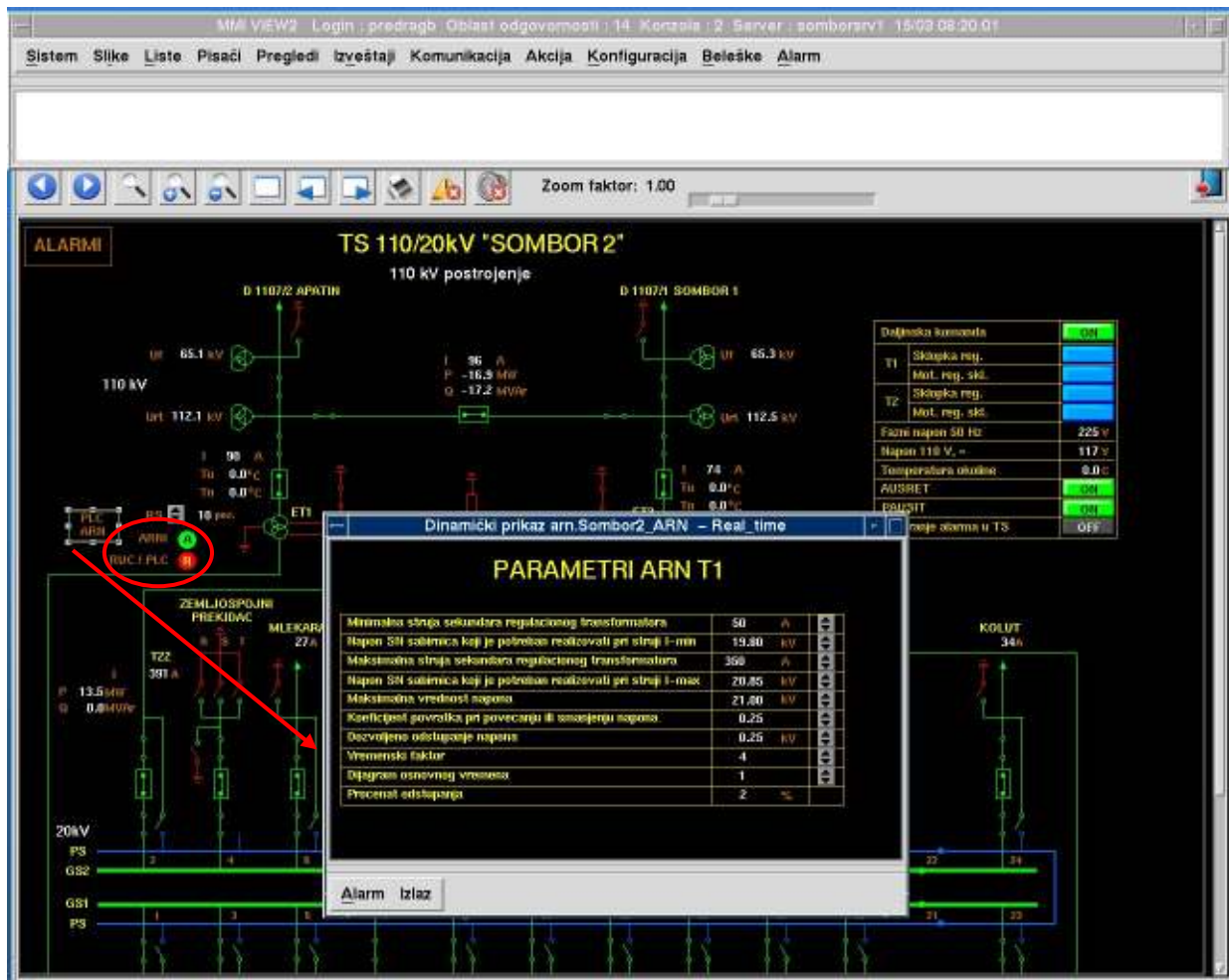
Na slici 2 prikazana je i *zona neosetljivosti* ("mrtva zona") ARN –  $Z_n$  (%) koja je jednaka dvostrukom parametru dozvoljenog odstupanja napona. Jednom definisana karakteristika zakon regulacije ne samo da je kruta već je i definisana samo na osnovu dva procenjena, ili ranije ostvarena, režima sa minimalnim i maksimalnim opterećenjem. Samim tim postavlja se pitanje kvaliteta njegove primene u realnom vremenu, za aktuelne režime koji su daleko od procenjenog minimalnog i maksimalnog režima. U klasičnom postupku regulacije napona smatra se da su topologija i dijagrami opterećenja poznati i nepromenljivi. Posledica je da tako definisan zakon regulacije ima izrazito krutu karakteristiku. Nedostaci takve klasične regulacije napona prevazilaze se uvođenjem DMS. Za podešenje zakona regulacije u daljinskoj stanici, za željeni period, primenjeni su rezultati DMS funkcije za operativno planiranja regulacije napona (9). Isto tako, osnovne aplikacija takvog sistema Analizator topologije i Estimacija stanja (11,12) u realnom vremenu obezbeđuju dovoljno kvalitetnu sliku o aktuelnoj topologiji i režimu DM. Na osnovu tih informacija omogućena centralizovana RN ili DMS RN koja je znatno kvalitetnija regulacija napona (2,3,4).

## PLC ALGORITAM REGULACIJE NAPONA

Algoritam upravljanja u daljinskoj stanici realizovan je u tehnici FBD (Functional Block Diagram) prikazan na slici 3, dok su sami blokovi pisani u Structural Text (ST) programskom jeziku. ST je specijalizovani jezik koji je korišćen za programiranje PLC algoritma RN i sastavni je deo standarda IEC 61313-3 kojim se predviđaju načini za programiranje PLC. Razmena parametara RN koji utiču na rad PLC algoritma RN se obavlja tako što nadređena SCADA postavlja ove parametre preko tzv. internih reči, a te reči se preko komunikacije prenose u PLC algoritam RN, i od trenutka nastavlja da radi po novim zadatim parametrima. Ova funkcija je veoma važna za dispečera, jer se dinamičkim postavljanjem parametara RN može se izvršiti optimizacija upravljanja naponskim prilikama na DM.



Slika 3 – FBD algoritam regulacije napona



Slika 4 – dinamičan prikaz RN u SCADA sistemu

Na slici 4 prikazana je jednopolna šema TS 110/20 kV/kV "Sombor 2" u SCADA sistemu preko koje dispečer vrši nadzor i komandovanje. Krugom je označeno prostor gde su smeštena polja koja definišu način upravljanja radom regulacione sklopke transformatora 110/x kV/kV. Dispečer odabira način RN:

- ARNI – lokalnim ARN smeštenim u TS 110/x kV/kV,
- RUC/PLC,
  - RUC – ručno dispečer daje nalog za podizanje ili spuštanje pozicije regulacione sklopke,
  - PLC – PLC algoritmom u daljinskoj stanici.

Dispečer može da zada nove parametre RN, kao i da vrši pregled sa kakvim parametrima PLC algoritam trenutno radi. Pritiskom na polje PLC ARN otvara se dinamički prikaz za podešavanje parametara PLC algoritma RN (slika 4). Na slici 3 koji prikazuje FBD algoritam se uočavaju parametri RN (red 19 do 25, 35 i 36) koji se podešavaju u DC, a na osnovu njih u daljinskoj stanici PLC algoritam vodi RN. U daljem tekstu su prikazani parametri RN sa opsezima vrednosti za podešavanje:

- $I^{min}$  Minimalna struja sekundara regulacionog transformatora ..... 0 do 500 A,
- $V^{min}$  Napon SN sabirnica koji je potreban realizovati pri struji  $I^{min}$  ..... 18,0 do 22,0 kV,
- $I^{max}$  Maksimalna struja sekundara regulacionog transformatora ..... 0 do 1000 A,
- $V^{max}$  Napon SN sabirnica koji je potreban realizovati pri struji  $I^{max}$  ..... 18,0 do 23,0 kV,
- $V_M$  Maksimalna vrednost napona ..... 21,0 do 23,0 kV,
- $k_p$  Koeficijent povratka pri povecanju ili smanjenju napona ..... 0 do 0,50,
- $\Delta V_{doz}$  Dozvoljeno odstupanje napona ..... 0,00 do 4,00 kV,
- $k_{Tz}$  Vremenski faktor ..... 1 do 10,
- $t_{ov}$  Dijagram osnovnog vremena ..... 1 do 4.

Opsezi parametara regulacije se odnose na 20 kV SN DM, dok su za 10 kV SN DM drugi. Na osnovu dostavljenih vrednosti parametara u daljinskoj stanici se računaju sledeći parametri:

$$V_m = V_{ref} + \Delta V_{doz}: \text{ minimalna vrednost regulisanog napona,}$$

$$V_v = V_{ref} - \Delta V_{doz}: \text{ maksimalna vrednost regulisanog napona,}$$

$$V_m^* = V_{ref} + k_p \Delta V_{doz}: \text{ gornji napon povratka,}$$

$$V_v^* = V_{ref} - k_p \Delta V_{doz}: \text{ donji napon povratka,}$$

$$T_z = f(t_{ov}) * k_{Tz}: \text{ vremenska zadržka.}$$

U tabeli 1 su prikazana četiri tipa osnovnog vremena  $t_{ov}$  u zaisnosti od odstupanja od regulacije koji su implementirani u PLC algoritam RN. Karakteristika svakog tipa osnovnog vremena je da je proizvod odstupanja od regulacije i vremena konstanta. Dispečer bira jedno osnovno vreme koje pomnoženo sa  $k_{Tz}$  daje  $T_z$  (vremensku zadržku).

Tabela 1- osnovno vreme u zavisnosti od odstupanja od regulacije

$t_{ov}$	Odstupanje od regulacija									
	1(%)	2(%)	3(%)	4(%)	5(%)	6(%)	7(%)	8(%)	9(%)	10(%)
	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec
1	30,0	14,8	10,0	7,5	6,0	5,0	4,3	3,7	3,3	3,0
2	–	30,0	20,0	15,0	12,0	10,0	8,5	7,5	6,7	6,0
3	–	–	30,0	22,5	18,0	15,0	12,8	11,2	10,0	9,0
4	–	–	–	30,0	24,0	20,0	17,1	15,0	13,3	12,0

U daljinsku stanicu se uvode vrednosti struje i napona sekundara regulacionog transformatora 110/x kV/kV putem mernih pretvarača koji se prosleđuju u DC. Oni se takođe koriste u PLC algoritmu RN (red 26 i 27 na slici 3):

- $I_{SN}$  Aktuelna struja sekundara regulacionog transformatora,
- $V_{SN}$  Aktuelni napon SN sabirnica regulacionog transformatora.

PLC algoritam RN poredi napona sekundara regulacionog transformatora 110/x kV/kV s naponom koji diktira zakon regulacije za konkretnu struju sekundara regulacionog transformatora, utvrđuje se odstupanje napona, i na osnovu tog odstupanja inicira delovanje regulacione preklopke transformatora, s ciljem da se odstupanje napona anulira (slika 3). Implementacija PLC algoritma RN je vrlo laka jer nije potrebno šemiranje u TS 110/x kV/kV već se samo softver PLC algoritma RN implementira u daljinsku stanicu i u server SCADA sistema DC.

## REGULACIJA NAPONA PUTEM SOFTVERA U DALJINSKOJ STANICI

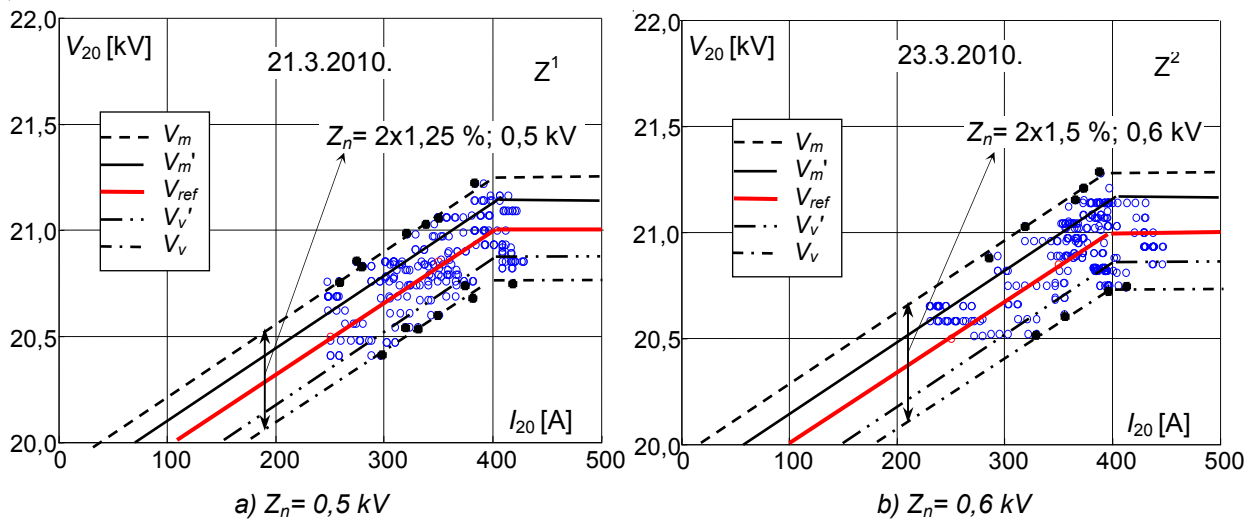
Eksperimenti sa PLC algoritmom RN u daljinskoj stanici vršeni su u periodu januar april 2010. godine, na delu DM ED "Sombor", koji se električnom energijom snabdeva preko regulacionog transformatora 110/20 kV/kV u TS "Sombor 2", snage 31,5 MVA. TS je nadgledana i upravljana SCADA sistemom VIEW 2 (slika 4). Regulacionim transformatorom se električnom energijom snabdeva DM ukupne dužine 133 km, u kojoj se nalazi 135 TS 20/0.4 kV/kV ukupne instalisane snage 28,60 MVA. Putem DM električnom energijom se snabdeva 9.320 potrošača u gradu Somboru i naseljima Bezdan, Bački Monoštor i Kupusina.

U toku eksperimenta, parametri PLC algoritam RN u daljinskoj stanici su podešavani na različite vrednosti. U radu će biti prikazano samo nekoliko krivih zakona regulacije (tabela 2). Prvo podešenje zakona regulacije  $Z^1$  ima parametre sa kojima je bio do sada podešen ARN, dok kriva  $Z^2$  ima samo povećano dozvoljeno odstupanje napona od 0,30 kV. Kriva  $Z^3$  je dobijena planiranjem RN, dok kriva  $Z^4$  ima povećano dozvoljeno odstupanje napona od 0,37 kV. Za dan 21.3.2010. godine prikazan je zakon regulacije  $Z^1$  srednjom slomljenom linijom na slici 5a. Dozvoljeno odstupanje iznosilo je 1,25% ili 0,25 kV (bilo je manje od stepena regulacije –  $\Delta V_{ot} = 1,6\%$ ), pa je zona neosetljivosti iznosila  $2 \times 1,25 = 2,5\%$ . Vreme zatezanja je iznosilo 120 sec (120") za 1% odstupanje od regulacije. Dnevni broj delovanja regulacione preklopke ( $N_k$ ) iznosio je 14 na dan. Na slici 5b prikazan je zakon regulacije  $Z^2$  sa istim parametrima ali povećanim dozvoljenim odstupanjem od 0,30 kV. Broj prorada tokom dana je bilo 9. Podešenim parametrima PLC algoritma RN su ostvareni znatno viši naponi na slici 6a i 6b. Podešena maksimalna vrednost napona od 22 kV ( $V_M$ ) nije postignuta. Na osnovu prikazanih i ostalih rezultata u vršenim eksperimentima, PLC algoritam RN je korektno vodio regulacioni transformator tako da su se naponi

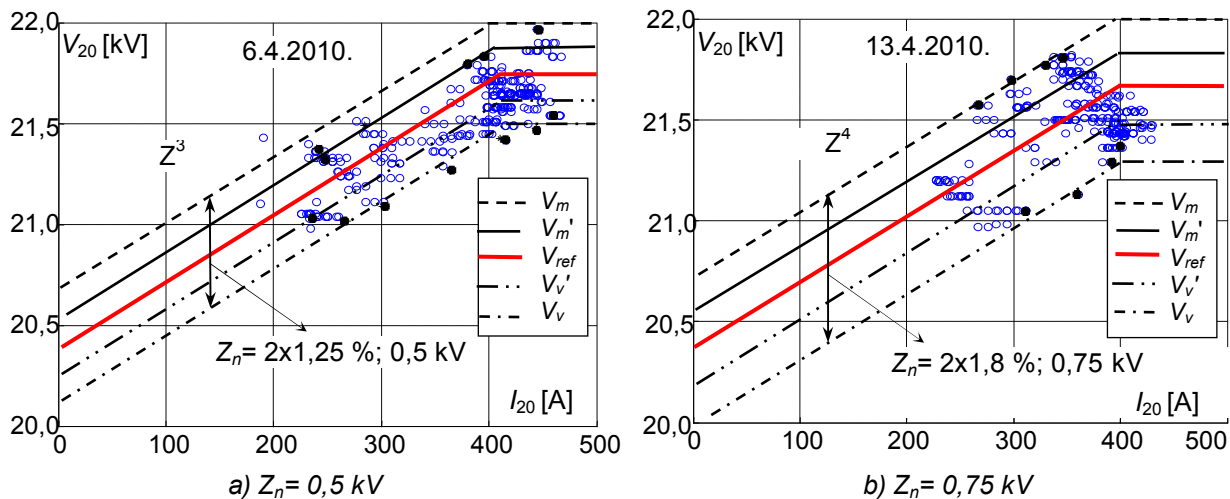
kretali u okviru zadatih parametara krive zakona regulacije. Kvalitet regulacija napona putem PLC algoritma RN kvantifikovan je i prikazan u radu na ovom CIRED "Kombinovana centralizovana i lokalna regulacija napona distributivnih mreža" autora G.Švende, V.Strezoskog, Z.Simendić i A.Cara.

Tabela 2- vrednosti podešenih parametara PLC algoritma RN

	$I^{min}$	$V^{min}$	$I^{max}$	$V^{max}$	$V_M$	$k_p$	$\Delta V_{doz}$	$k_{Tz}$	$t_{ov}$
	A	kV	A	kV	kV	—	kV	—	—
$Z^1$	50	19,80	350	20,85	21,25	0,25	0,25	4	1
$Z^2$	50	19,80	350	20,85	21,30	0,25	0,30	4	1
$Z^3$	207	21,06	431	21,77	22,00	0,25	0,25	4	1
$Z^4$	207	21,06	431	21,77	22,00	0,25	0,37	4	1



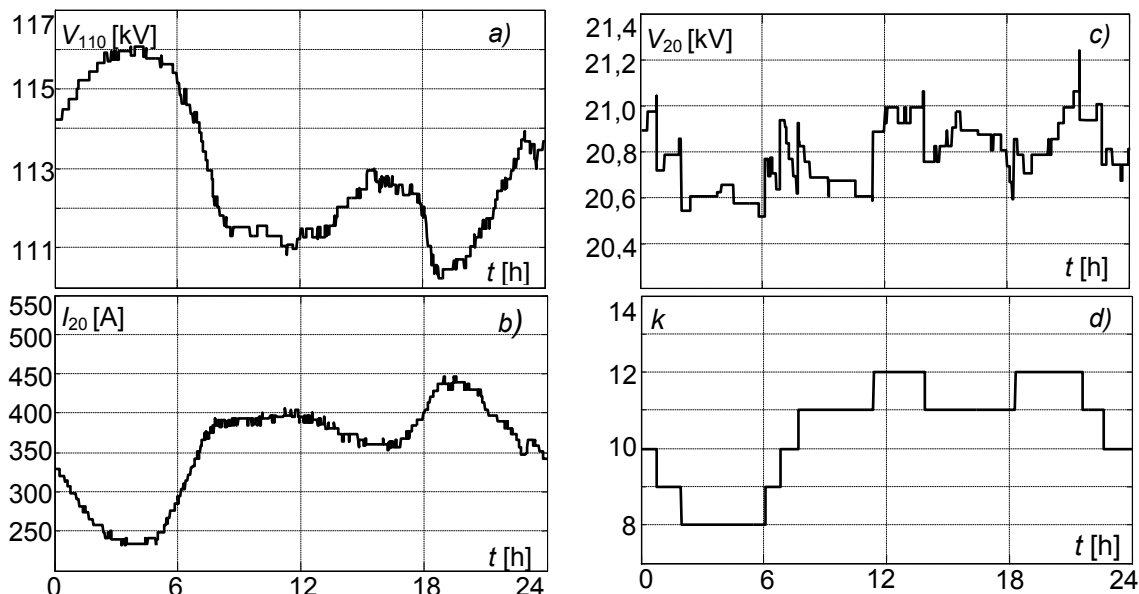
Slika 5 – Vrednost 20 kV napona ostvarene primenom lokalne RN



Slika 6 – Vrednost 20 kV napona ostvarene primenom lokalne RN

Na slikama 7a, b, c i d prikazani su dnevni hronološki dijagrami napona sa obe strane regulacionog transformatora, struja njegovog sekundara, kao i pozicije regulacione preklopke, u periodu povećanog dozvoljenog odstupanja napona od 1,8% – 13.4.2010. godine. Dijagrami kretanja 20 kV napona usled delovanja PLC algoritma RN na regulacionu preklopku su u skladu sa zadatim parametrima. Ostali dani kada su vršeni eksperimenti isto imaju hronološke dijagrame u skladu sa zadatim parametrima.

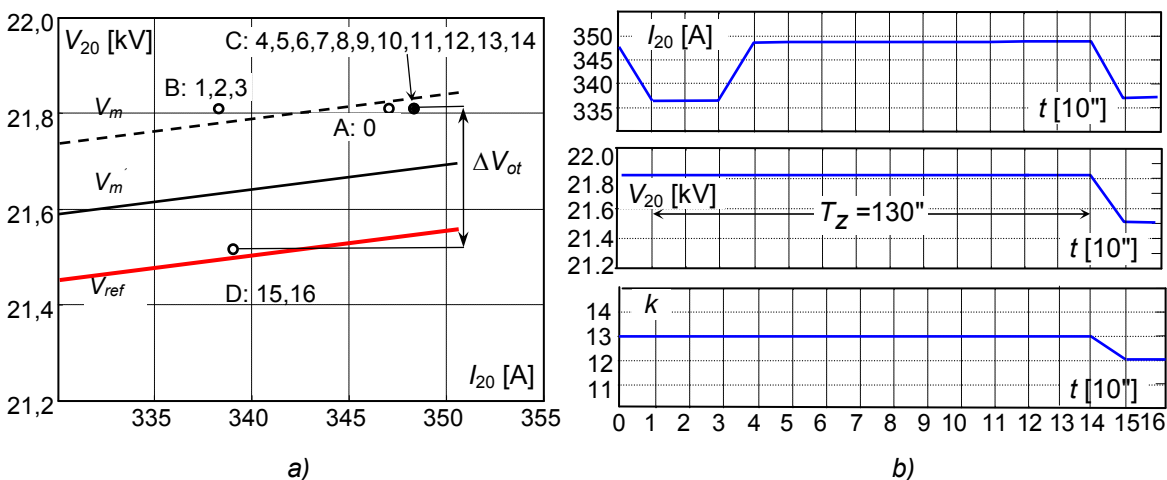




Slika 7 – Zakon regulacije napona  $Z^2$  ostvaren 23.3.2010. godine

Planiranjem regulacije napona dobija se kriva zakona regulacije, dok su ostala dva ključna podešenja koja se ovde razmatra – dozvoljeno odstupanje napona i vremensko zatezanje.

Vremenska zadržka delovanja PLC algoritma zavisi od odstupanja napona od zakona regulacije. Tako, on deluje sporije za manja odstupanja, a brže za veća odstupanja. Primer sporog delovanja PLC algoritam RN dat je na slici 8. Na slici 8a prikazano je više radnih tačaka sekundara razmatranog regulacionog transformatora (struja i napon). Uz neke od njih su prikazani redni brojevi od 0 do 16, koji označavaju redosled dešavanja radnih tačaka. Vreme između dve radne tačke je iznosilo  $10''$ , što je bilo diktirano SCADA sistemom. Razmatranje situacije je započelo u tački A, gde je transformator ostao  $2 \times 10''$  – brojevi 0 i 1. Posle toga je regulacioni transformator prešao u radnu tačku B i ostao u njoj  $3 \times 10''$  – brojevi 1, 2 i 3, kada je aktiviran PLC algoritam RN, zato što je ta radna tačka bila izvan zone neosetljivosti. Posle toga, regulacioni transformator je prešao u radnu tačku C – broj 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 i 14 i ostao  $11 \times 10''$  pri čemu nije pređen gornji napon povratka ( $V_m$ ), pa je PLC algoritam RN delovao u smislu spuštanja regulacione preklopke za jednu poziciju. Posle toga, regulacioni transformator je bio u tački D – 15 i 16, koja se nalazila unutar zone neosetljivosti. Dijagrami desetosekundnih vrednosti struja i napona razmatranih radnih tačaka, kao i pozicije regulacione preklopke, za 13. april od 16 h i 28', prikazane su na slici 8b.



Slika 8 – Delovanje ARN na dan 13.4.2010. mart u 16h i 28'.

## ZAKLJUČAK

Regulacija napona putem PLC algoritma u daljinskoj stanici, kao i sam PLC algoritam, prikazan je u ovom radu. Softver daljinske stanice u TS 110/x kV/kV, proširen je s funkcijom koju imaju klasični ARN. Ona se zasniva na daljinskoj promeni podešenja karakteristike zakona regulacije, iz dispečerskog centra putem SCADA sistema. Efikasnost ovakve regulacije napona potvrđena je njenom primenom u realnom vremenu.

Regulacija napona putem PLC algoritma je razvijena da bi se postigao visok stepen pouzdanosti regulacije integrisane u DMS Softver (verifikovan je u prethodnim radovima 2,3,4), odnosno u slučaju prekida komunikacije između dispečerskog centra i napojne TS 110/x kV/kV. Na taj način, nezavisno od raspoloživosti komunikacionih puteva između dispečerskog centra i napojne transformatorske stanice, regulacija napona se vrši lokalno, iz daljinske stanice.

Prednost ovog novog načina RN u odnosu na klasičnu RN (ARN) je u tome što se promena zakona regulacije u daljinskoj stanici vrši daljinski iz dispečerskog centra, a ne iz TS 110/x kV/kV. To omogućava u realnim uslovima promenu krive zakona regulacije (dobijene primenom DMS Softvera u DC) prema promenjenim uslovima u DM. Isto tako, klasični ARN imaju skale za podešavanje parametara koje nisu precizno označene. Time se postiže kvalitetnija RN u odnosu na klasičnu ARN.

Regulacija napona putem PLC algoritma je ne samo kvalitetan već i pouzdan sistem regulacije napona.

## LITERATURA

1. G.Švenda, R.Bibić, 2006, "Unapređen matematički model za regulaciju napona u distributivnim mrežama"; "Elektrodistribucija", "2", str. 120-126.
2. Z.J.Simendić, G.S.Švenda, V.C.Strezoski, V.R. Mijatović, 2008, "Regulacija napona distributivnih mreža integrisana u DMS", "CIRED VI savetovanje", Vrnjačka Banja, STK – 4.
3. G.S.Švenda, V.C.Strezoski, Z.J.Simendić, V.R. Mijatović, 2009, "Real-Time Voltage Control Integrated in DMS", "20<sup>th</sup> International Conference on electricity Distribution, Prague, Session No. 3.
4. G.S.Švenda, V.C.Strezoski, Z.J.Simendić, 2009, "Verifikacija funkcije regulacije napona integrisane u DMS", "Elektroprivreda", "4", str. 39-47.
5. Z.J.Simendić, V.C.Strezoski, G.S.Švenda, 2007, "Analiza rada automatskih regulatora napona u ED Sombor", "JUKO CIGRE 28 savetovanje", Vrnjačka Banja, STK – B5.
6. V.Strezoski, D.Popović, D.Bekut, G.Švenda, Z.Gorečan, 1995-2005, "Energetske aplikacije za operativno upravljanje i planiranje pogona sredjenaponskih distributivnih mreža", projekat za JP za distribuciju električne energije "Elektrovojdovina", "Fakultet tehničkih nauka – Institut za energetiku, elektroniku i telekomunikacije", Novi Sad,.
7. R.Pelissier, 1971, "Les reseaux d'énergie électrique – Tome 1", "Dunod", Paris, France.
8. V.Strezoski i dr., 1992, "Regulacija napona distributivnih mreža, studija za EPS JP Elektrovojdovina", Institut za energetiku i elektroniku, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
9. V.Strezoski, D.Janjić, 1997, "Sistem regulacije napona radijalnih distributivnih mreža", "Fakultet tehničkih nauka", Novi Sad.
10. G.S.Švenda, V.C.Strezoski i R.M.Bibić, 2008, "Regulacija napona u eksploataciji distributivnih mreža", "Elektroprivreda", "3", str. 28-42
11. Z.J.Simendić, V.C.Strezoski, G.S.Švenda, 2005, "In-Field Verification of the Real-Time Distribution State Estimation", "18<sup>th</sup> International Conference on Electricity Distribution – CIRED", Turin, Session No.3.
12. Z.Simendić, G.Švenda, V.Strezoski, V.Mijatović, 2006, "Verifikacija funkcije estimacija stanja u ED Sombor", "Elektroprivreda", br. 4, str. 81-91.