



**B5 00**

**Grupa B5 – ZAŠTITA I AUTOMATIZACIJA**  
**Izveštaj stručnih izvestilaca**

Mr Jovan Jović dipl.inž.el.,  
Vladan Cvejić dipl.inž.el.

Za 18. Simpozijum CIGRE Srbija – Upravljanje i telekomunikacije u elektroenergetskom sistemu, za Grupu B5, predviđene su sledeće preferencijalne teme:

- 1. Razmena signala, merenja i komandi između visokonaponskog priključnog razvodnog postrojenja i proizvodnog dela obnovljivih izvora električne energije (principi, oprema, puštanje u rad, ispitivanje i verifikacija rada sistema)**
- 2. Revitalizacija sistema za lokalno upravljanje (principi, oprema, puštanje u rad, ispitivanje i verifikacija rada sistema)**
- 3. Međusobna komunikacija uređaja za zaštitu i lokalno upravljanje (konceptije, oprema, ispitivanje i verifikacija rada sistema)**
- 4. Sigurnost komunikacione infrastrukture u sklopu sistema relejne zaštite i lokalnog upravljanja (koncepti, ispitivanje itd)**
- 5. Primena regulatora napona koji omogućavaju centralizovano ili regionalno praćenje i upravljanje naponskim prilikama u visokonaponskoj mreži.**

Za Simpozijum su pristigla 4 rada:

**R B5 01    TEHNIČKA PREPORUKA SRPS EN 61850 UPUTSTVO ZA  
INŽENJERING LAN MREŽA U OBJEKTIMA EES**  
**Vladan Cvejić, Power Automation Consulting Beograd**  
**Aleksandar Marjanović, Siemens doo, Beograd**

U radu je predstavljen dokument SRPS EN TR 61850-90-4: 2013 koji se bavi inženjeringom lokalne mrežne infrastrukture u objektima elektroenergetskog sistema. Posebna pažnja je posvećena mrežnim komunikacijama i sistemima zasnovane na SRPS EN 61850 standardu. Ova Tehnička preporuka je namenjena proizvođačima opreme relejne zaštite i upravljanja, mrežnih industrijskih uređaja itd. kao i sistem integratorima.

Dat je osvrt na ograničenja koja uvode funkcionalni zahtevi automatizacije trafostanica kao i prednosti i mane različitih topologija mreže, redundanse i lokalne vremenske sinhronizacije.

S obzirom na bitnu ulogu u realizaciji kritičnih funkcija (isključenje primarne opreme i slično), predviđeno je da se mrežna infrastruktura dizajnira na takav način da se minimalizuje rizik na ovom nivou. Posebno je sagledan aspekt prenosa velike količine diskretizovanih analognih veličina (sample value) kroz mrežnu infrastrukturu kao i garantovanje sigurnosti prenosa.

U radu se ukazuje i na moguće aspekte unapređenja automatizacije i opreme koja se koristi u ove svrhe kao i na razlike između aktuelnih rešenja. Dati su i benefiti različitih opcija.

#### **PITANJA I SUGESTIJE:**

1. Na osnovu upućenosti autora u rad IEC radnih grupa, koji deo tzv. "problema sa terena" sa kojima se susreću commissioning inženjeri bude obrađen u tehničkim preporukama i uputstvima?
2. Citat str 5.: "Korisno samo ako se ima velika količina multicast saobraćaja (GOOSE, SV)"  
Zašto se Multicast filtering pokazuje kao upotrebljiv uglavnom u procesnim mrežama sa velikom količinom multicast saobraćaja?
3. Prikazati poređenje PRP i HSR protokola a isti način kao što je urađeno za PRP i RSTP.
4. Preporuka pri implementaciji procesnog nivoa, koristeći NCIT i merging unit-e zahteva korišćenje kombinovane PRP i HSR strukture uz PTP protokol. Koliko je moguće u fazi projektovanja ovakve LAN mreže, koja predstavlja osnovu ovakvih sistema, sagledati tehničke zahteve tako da sistem ostane proširiv i nadogradiv?
5. Prema proceni autora, koliko su u ovom trenutku na tržištu prisutni softverski alati neophodni inženjerima za konfiguraciju, testiranje i otklanjanje problema u LAN mrežama zasnovanim na najsavremenijim tehnologijama opisanim u ovom radu?

#### **R B5 02 IMPLEMENTACIJA "WAMS" U PRENOSNI SISTEM REPUBLIKE SRBIJE**

**Aleksandar Marjanović, Siemens d.o.o., Beograd**  
**Miki Pejčev, AD EMS, Beograd**

U radu je objašnjen princip na kome radi Wide Area Monitoring System (WAMS), njegove funkcije kao i tok implementacije u prenosni sistem Republike Srbije.

Uvođenje mikroprocesorskih uređaja zaštite i upravljanja, povezivanje postrojenja i upravljačkih centara komunikacionim tehnologijama visokih performansi znatno povećava broj informacija koje se razmenjuju.

Tehnologija sinhrofazora prevazišla je eksperimentalnu fazu i zahvaljujući padu cena PMU-a i njihovoj rasprostranjenosti u numeričkim uređajima zaštite i upravljanja, WAMS sistemi su postali gotovo svakodnevnica. Nivo opservabilnosti koju ovakvi sistemi donose pripada potpuno drugačijoj dimenziji od one koja se viđa sa uobičajenim merenjima i centralnim SCADA sistemima.

Od početnih primena za validacije modela sistema i postmortem analize, PMU tehnologija je uznapredovala do implementacije u estimatore stanja ali je njena integracija u upravljačke i zaštitne sisteme još uvek sporna.

Najveća mana sinhrofazorskih tehnologija je još veća zavisnost sistema od softvera sa čime dolaze i problemi rezervisanja zaštitnih i upravljačkih akcija u slučaju njegovog otkaza i grešaka. Velike količine mernih podataka, od kojih je svaka od vrednosti izmerena sa određenom greškom, unose numeričku nestabilnost u algoritme.

Uprkos tome, u njenoj primeni se vidi rešenje mnogih regulacionih i eksploatacionih problema savremenih prenosnih i distributivnih mreža, a u prilog joj ide i stalni razvoj aplikacija WAMS i WAMPAC sistema.

#### **PITANJA I SUGESTIJE:**

1. Prema saznanjima autora, koliko su prisutni PMU uređaji odnosno WAMS sistemi u EES u svetu?
2. Citat str 5.: “Stanice u kojima se instaliraju uređaji biraju se zavisno od upotrebe izmerenih podataka. U većini slučajeva, fazorski podaci se koriste na udaljenim lokacijama od mesta instalacije uređaja. Zbog toga mora postojati sistem mernih uređaja i koncentratora podataka povezanih dobrim komunikacionim vezama kako bi sistem bio maksimalno iskorišćen.”  
Koji se prenosni putevi/tehnologije koriste?
3. Pomenute su razne primene sinhrofazorskih merenja. Koje aplikacije sinhrofazorskih merenja postoje u zaštitnim funkcijama?
4. Prema mišljenju autora, koje su prednosti koje donose WAMS i WAMPAC sistemi sa aspekta eksploatacije EES. Kakva su iskustva i praksa WAMPAC u ENTSOe i svetu?
5. U zaštitnim uređajima često se isporučuje i funkcija sinhrofazorskih merenja. Da li ova funkcija ima neku još namenu odnosno da li može da radi i da se koristi kao “*stand alone*” bez komunikacione veze i koncentratora podataka?

#### **R B5 03 UPOREDNA ANALIZA SISTEMA LOKALNOG UPRAVLJANJA U ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA**

**Jovana Ivljanin, ETF Beograd**

**Miki Pejčev, AD EMS, Beograd**

**Radovan Čeramilac, AD EMS, Beograd**

**Aleksandar Marjanović, Siemens d.o.o., Beograd**

**prof Predrag Stefanov, , ETF Beograd**

U radu je prikazan tehnički i tehnološki razvoj sistema lokalnog upravljanja. Dat je kratak pregled principa rada sistema starijih generacija i savremenih sistema za nadzor i upravljanje. Sistemi lokalnog upravljanja starije generacije, takozvani „centralizovani koncept“, su bili implementirani sa specifičnim rešenjima određenog proizvođača, koja su podrazumevala sopstvene komunikacione protokole. Neophodan trening osoblja za sisteme sa različitim koncepcijama je dodatno otežavao korišćenje opreme različitih proizvođača i nametao monopol.

EMS AD se 2005. godine opredelio za takozvani „distribuirani koncept“. Distribuirani koncept je podrazumevao standardizaciju primenjenih rešenja koncipiranom na standardu IEC 61850. Posledica zaokreta ka digitalnim tehnologijama u oblasti zaštite i upravljanja bila je potreba za drugačijom organizacijom rada i drugačijim načinom rada zaposlenih.

Na osnovu uporedne analize „centralizovanih“ i „distribuiranih“ sistema, mogu se uočiti mnogobrojne prednosti dobijene prelaskom na koncept baziran na relejnim kućicama i komunikaciji zasnovanoj na standardu IEC 61850 u odnosu na protokole jedinstvenih proizvođača. Smanjenje troškova, mogućnost interoperabilnosti uređaja različitih proizvođača, veća pouzdanost prilikom upravljanja elektroenergetskim objektom su samo neke od njih. Procena je da mogućnost za daljim napretkom i inovacijama u ovoj oblasti i dalje postoji.

## PITANJA I SUGESTIJE:

1. Citat str 2: „Od 2005. godine u elektroenergetskim objektima prenosne mreže, sistemi lokalnog upravljanja starije generacije, bazirani na „centralizovanom konceptu“, počinju da se menjaju sistemima novije generacije koji se zasnivaju na „distribuiranom konceptu“.“

Pitanje: Da li je autorima poznat razlog prelaska na nove sisteme kada je poznato da je u tom momentu standard bio baziran na distribuiranom sistemu prethodne generacije sa standardima poput IEC 60870-5 (103 u stanici), Profibus, Lon, Spa, ...?

Komentar: u skladu sa pitanjem gore – ne bih se složio da su se tehnička rešenja uvek bazirala na proprietary protokolima (npr. serija standarda IEC 60870). Možda bi se trebalo ograničiti na rešenja u EMS-u.

2. Da li su postojale generacijske razlike u centralizovanim rešenjima? Koje?
3. Citat str 4: „Najčešće korišćena telekomunikaciona arhitektura je optički prsten. Cilj topologije optičkog prstena je da se obezbedi N-1 redundansa, odnosno omogućava da kvar jedne komunikacione veze ne utiče na komunikaciju između Ethernet switch-eva u prstenu.“

Komentar: RSTP je posredno korišćen protokol za obezbeđivanje redundantnog puta. Pri čemu ovo rešenje ne spada u *bumpless* već obezbeđuje najbrže moguće za oporavak usled kvara komunikacione veze.

Pitanje: Da li autori poznaju neka bolja rešenja od ovih?

4. Citat str 4:” U odnosu na tradicionalne koncepcije, veliki troškovi prilikom izgradnje trafostanice, uključujući zemlju, transport, konstrukciju i instalacije se u znatnoj meri smanjuju.”

Pitanje: Da li postoje naznake koji je red veličine u smanjenju troškova? Kako bi to moglo da se proceni?

5. Citat str 5: „Za razliku od tradicionalnih sistema, gde se moralo voditi računa o broju signala koji se prenosi na lokalni SCADA sistem zbog ograničenih resursa (svaki signal je imao svoj relej u relejnom ormanu), primenom optičkih kablova i uređaja baziranih na mikroprocesorskoj tehnologiji ovo ograničenje je prevaziđeno. Inteligentni elektronski uređaji kakvi su zaštitni i upravljački uređaji u distribuiranom konceptu, obezbeđuju veći broj funkcionalnosti upotrebom manjeg broja žica“

Pitanje: Da li ovde treba voditi računa o količini podataka koja se prosleđuje po komunikacionim rutama Sistema zaštite I upravljanja? Koliko je to neophodno za rukovaoce? Da li postoji opasnost od prezasićenja informacijama?

6. Citat str 5: „Zahvaljujući modelovanju na način koji odgovara realnom sistemu, standard je „user friendly“, odnosno prilagođen je korisnicima, za razliku od različitih protokola pojedinačnih vendora koji su bili bazirani na određenim programskim jezicima i korisnicima teško razumljivi.“

Komentar: Standard sa svojih 2000 strana nije preterano user friendly ali je napravljen tako da je skalabilan sa svojom paradigmom informacionog modela i servisa i kao takav primenljiv na različite domene. I isto tako sintaksno-semantička konstrukcija je lakše prihvatljiva ljudima.

7. Citat str 6: „Posebno treba istaći, jednostavna i jeftina implementacija IED uređaja i modernih SCADA sistema smanjila je drastično broj nesreća u rukovanju energetskom opremom“

Pitanje: Da li autori imaju statističke podatke kojima mogu potkrepiti ove tvrdnje? Možda bi studija analize mogla biti predmet razrade ove tematike?

8. Citat str 6: "Stoga „cyber“ napadi nisu nemogući kada je u pitanju implementacija sistema lokalnog upravljanja baziranog na komunikaciji IEC 61850. Centralizovani sistemi lokalnog upravljanja su koristili protokole samih proizvođača, zatvorenog tipa, te ovaj problem nije bio zastupljen."  
Komentar: Hackovanje protokola nije povlastica LAN tehnologija. Svaki protokol može biti ugrožen (postoji analiza napada na različite tipove protokola čime je bila ugrožena funkcionalnost PAC infrastrukture).  
Pitanje: Kako se EMS štiti od potencijalnih cyber napada?
9. Citat str 7: „Smanjenje troškova, mogućnost interoperabilnosti uređaja različitih proizvođača, veća pouzdanost prilikom upravljanja elektroenergetskim objektom su samo neke od njih, a kako je automatizacija elektroenergetskih postrojenja u razvoju, mogućnost za daljim napretkom i inovacijama i dalje postoji“  
Pitanje: Kako se unutar EMS-a prate troškovi iz ovog domena?

**R B5 04    ЗАШТИТА ОД ОТКАЗА ПРЕКИДАЧА У ТЕРМО И  
ХИДРОЕЛЕКТРАНАМА**  
**Milan Đorđević, JP EPS Beograd**  
**Petar Nikolić, JP EPS Beograd**  
**Miroslav Pavićević, JP EPS Beograd**  
**Dragan Stanković, JP EPS Beograd**  
**Nikola Lukić, JP EPS Beograd**

Pogonsko događaj u HE Đerdap 1 koji je opisan u ovom radu je naterao autore ovog rada da preispitaju neke od ustaljenih principa u vezi podešenja zaštite od otkaza prekidača.

Zaštita od otkaza prekidača je zaštitna funkcija koja treba da, u slučaju nemogućnosti prekidača da prekine struju nakon dobijanja naloga za isključenje od strane relejne zaštite, obezbedi davanje naloga za isključenje svih prekidačima preko kojih energija dolazi do prekidača koji je u kvaru.

Postavlja se pitanje koji je razlog da se startovanje zaštite od otkaza prekidača vrši samo u slučaju prorade neke od zaštitnih funkcija, a ne i u slučaju ručnog naloga za isključenje prekidača

Zbog složenosti rada pojedinih elemenata i više međusobno tehnički i tehnološki povezanih uređaja i tehničkih sistema, rad zaštite od otkaza prekidača u generatorskim poljima na elektranama predstavlja značajno zahtevniji i složeniji sistem u odnosu na onaj u klasičnim razvodnim postrojenjima.

Autori su naveli uobičajene algoritme za funkciju otkaza prekidača, kao i nekoliko hardverskih i softverskih rešenja u HE Đerdap 1, TENT A, HE i RHE Bajina Bašta. Dat je i kratak prikaz prednosti i eventualnih nedostataka pojedinih rešenja.

Autori su u radu dali i predlog za izmenu (dopunu) primenjivih algoritama čime bi se obezbedila veća pouzdanost rada ove zaštitne funkcije.

Osnovna ideja je da se u algoritam rada zaštite od otkaza prekidača, pored uobičajenih signala i merenih veličina uključe i informacije o krajnjim položajima prekidača.

Nedostatak predložene logičke šeme leži u tome što će do prorade zaštite od otkaza prekidača doći u slučaju neispravne signalizacije.

## **PITANJA I SUGESTIJE:**

1. Sugestija: Predlaže se da priložite vremenski dijagram događaja.
2. Zašto je uobičajena preporuka (IEEE, ANSI) da se ZOP startuje samo delovanjem TRIP signala zaštite a ne delovanjem bilo kog naloga za isključenje prekidača? (ovo je posebno od interesa za generatorski prekidač)
3. Zašto je preporuka da se u logičkim šemama ZOP koristi gubitak signala 52a, a ne i signal 52b?
4. Kakva su iskustva sa korišćenjem flash-over zaštite?
5. Koji je mogući uzrok eventualne neispravnosti signalizacije uklopnog stanja prekidača?  
Da li je moguće da se nekim redundantnim sistemom (npr. induktivni davači položaja ključnih mehaničkih elemenata pogonskog mehanizma) obezbedi sigurniji rad?
6. Zašto se u TENT A ne koristi funkcija zaštite od otkaza prekidača?