



STUDIJSKI ODBOR B5 – Zaštita i automatizacija

Predsjednik: dr.sc. RENATA RUBEŠA dipl. ing. el.
Tajnik: dr.sc. ZORAN ZBUNJAK dipl. ing. el.

Stručni izvjestitelji: dr.sc. RENATA RUBEŠA dipl. ing. el.
dr.sc. ZORAN ZBUNJAK dipl. ing. el.

IZVJEŠĆE STRUČNIH IZVJESTITELJA

1. UVOD

Na studijski odbor B5 – Zaštita i automatizacija, za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ, u zadanom je roku ukupno prispjelo 18 referata, od toga 12 novih prijavljenih referata i 6 referata prijavljenih već na prošlogodišnjem 14. simpoziju o vođenju EES-a. Sažeci svih novih prijavljenih referata su prihvaćeni odmah. Za 3 sažetka nisu dostavljeni radovi. Pristigli referati su konačno prihvaćeni nakon dopune u skladu s primjedbama recenzenta. Sumarno, prihvaćeno je 18 referata.

Od ukupno 18 referata, 4 novo prijavljenih referata napisano je na engleskom jeziku.

Preferencijalne teme za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ za studijski odbor B5 su:

1. Sustav upravljanja i zaštite za rad sa smanjenim brojem konvencionalnih generatora i povećanim udjelom distribuiranih izvora
2. Napredni sustavi mjerenja i njihova primjena za potrebe vođenja EES-a i tržišta električne energije u RH i EU
3. Utjecaj većeg udjela energetske elektronike na rad i koordinaciju sustava relejne zaštite
4. Komunikacijske mreže i kibernetička sigurnost u sustavima zaštite, automatizacije i upravljanja u EE objektima: iskustva i izazovi
5. Smjernice za standardizaciju i uniformiranje zamjena i unapređenja sustava zaštite, automatizacije i upravljanja
6. Napredne zaštitne sheme, WAMPAC sustavi i korištenje PMU-ova

Podjela referata prema preferencijalnim temama:

Preferencijalna tema 1: B5-01; B5-02; B5-03; B5-04; ukupno 4 referata

Preferencijalna tema 2: B5-05; B5-06; ukupno 2 referata

Preferencijalna tema 3: B5-07; B5-08; B5-09; ukupno 3 referata

Preferencijalna tema 4: B5-10; ukupno 1 referat

Preferencijalna tema 5: B5-11; B5-12; B5-13; B5-14; ukupno 4 referata

Preferencijalna tema 6: B5-15; B5-16; B5-17; B5-18; ukupno 4 referata

Preferencijalna tema 1 pokriva područje rada sustava relejne zaštite i koncepcije šticećenja elemenata EES-a operatora prijenosnog sustava i proizvodnje, koje u sve dinamičnijim prilikama u pogonu sustava s većim udjelom elemenata energetske elektronike postaju sve kompleksnije. U temi su opisane koncepcije šticećenja varijabilne prigušnice za kompenzaciju jalove snage i regulacije napona.

Preferencijalna tema 2 se bavi tematikom naprednih sustava mjerenja te fenomena pojave nesimetrije i viših harmonika u niskonaponskim mrežama zbog sve većeg i češćeg korištenja uređaja sa poluvodičkom komutacijom.

Preferencijalna tema 3 bavi se tematikom sustava zaštite hidrogeneratora te iskustva kod načina uzemljenja neutralne točke SN mreže s naglaskom na primjenu kompenzacijske (rezonantne) prigušnice te problematiku detektiranja visokoomskog zemljospoja u mrežama s neutralnom točkom uzemljenom preko kompenzacijske prigušnice

U preferencijalnoj temi 4 jedini pristigli referat bavi se izazovima zamjene dijela sekundarne opreme i migracija SCADA sustava u 400 kV trafostanici.

Preferencijalna tema 5 bavi se iskustvima kod zamjena i unapređenja sustava zaštite, automatizacije i upravljanja. U temi se opisuju procesi primjene digitalnih blizanaca i primjena automatiziranih ispitivanja primjenom IEC61850 standarda što su teme koje sve više imaju na značaju.

Preferencijalna tema 6 bavi se praktičnom primjenom sinkrofazorskih mjerenja u sustavima za vođenje i analizu rada EES-a. Poseban naglasak je stavljen na nova nekonvencionalna rješenja primjene sinkroniziranih mjerenja fazora.

2. IZVJEŠĆE O REFERATIMA

PREFERENCIJALNA TEMA 1: SUSTAV UPRAVLJANJA I ZAŠTITE ZA RAD SA SMANJENIM BROJEM KONVENCIONALNIH GENERATORA I POVEĆANIM UDJELOM DISTRIBUIRANIH IZVORA

B5-01 Hrvoje Bulat, Tomislav Stjepandić, Dalibor Šamec, Marijan Marković KONCEPCIJA ŠTIĆENJA REGULACIJSKE PRIGUŠNICE SNAGE 100 MVAR (iz 2020.)

Rad prikazuje koncepciju šticeenja regulacijske prigušnice nazivne snage 100 Mvar, ugrađene u 220 kV postrojenje u TS Mraclin. Detaljno su navedeni tipovi kvarova koji se mogu dogoditi te su prikazane koncepcije šticeenja za svaki definirani potencijalni kvar. Istaknuto je kako načelno ne postoje posebno pripremljeni algoritmi za šticeenje regulacijskih prigušnica, već kako je potrebno postojeće algoritme i zaštitne funkcije prilagoditi kako bi se postiglo odgovarajuće šticeenje.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je navedeno kako se vrijednosti podešenja nadstrujne zaštite mijenjaju ovisno o položaju regulacijske sklopke. Koliko različitih podešenja se konkretno koristi i na kojim položajima?
2. Koje primarne odnosno tehnološke zaštite štite opisanu regulacijsku prigušnicu?

B5-02 Hrvoje Bulat, Tomislav Stjepandić, Dalibor Šamec, Marijan Marković ODABIR NAČINA REGULACIJE VISOKONAPONSKE PRIGUŠNICE SNAGE 100 MVAR (iz 2020.)

Autori su detaljno obradili koncept regulacije visokonaponske varijabilne prigušnice ugrađene u TS 220/110 kV Mraclin. Obradene su mogućnosti odabira hijerarhijskog upravljanja prigušnicom te odabir načina regulacije ovisno o odabranoj regulacijskoj veličini. Referat daje odličan pregled mogućnosti regulatora potkrijepljeno snimkama odziva regulacijskih veličina, napona i jalove snage, ovisno o odabranom načinu rada. Detaljno je prikazan odabir načina podešavanja postavki regulatora koja određuju ponašanje regulatora kao što su stupanj neosjetljivosti, vremenska karakteristika, granične vrijednosti. Autori predstavljaju način podešavanja regulatora u cilju smanjenja oscilatornog ponašanja regulatora i posljedično učestalim naložima za promjenu položaja regulacijske sklopke odnosno podešenja za reakciju regulatora na specifične događaje u prijenosnoj mreži. Zaključno, rad je pregledan, informativan te obrađuje vrlo aktualnu temu regulacije napona i jalove snage s novim kompenzacijskim uređajem ugrađenim u hrvatsku prijenosnu mrežu.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je uobičajeni način rada regulatora prigušnice nakon puštanja u pogon te koliko su česte promjene položaja regulacijske sklopke tijekom dana?
2. Regulator napona ima mogućnost podešavanja 4 postavne vrijednosti napona ili jalove snage. Postoji li mogućnost proširenja broja postavnih vrijednosti?

B5-03 Ivan Višić, Ivan Strnad, Ante Marušić DETEKCIJA GUBITKA SINKRONIZMA HIDROGENERATORA IZRAVNIM MJERENJEM KUTA OPTEREĆENJA

Referat obrađuje veoma originalno rješenje realiziranja zaštitne funkcije gubitka sinkronizma kod hidrogenatora mjerenjem kuta opterećenja generatora. Mjerenja se provode putem davača iz sustava monitoringa koji mjere položaj rotora. Za utvrđivanje kuta opterećenja nužan je još signal faznog napona statora. Razvijena metoda daje realnu mogućnost primjene u odnosu na postojeću metodu na kojoj je

zasnovana zaštitna funkcija gubitka sinkronizma u modernim sustavima električnih zaštita, mjerenja promjene impedancije na izvodima generatora u funkciji vremena.

Pitanja za diskusiju:

1. U referatu se naglašava da za potrebe pripreme ove metode treba osigurati vrlo točna mjerenja kuta opterećenja i sa što kraćom vremenskom rezolucijom. Je li tijekom funkcionalnih ispitivanja osigurana zadovoljavajuća točnost mjerenja?
2. Koliko je realna mogućnost realizacije prezentirane metode u modernim sustavima električnih zaštita generatora? Hoće li nužno biti potrebno razviti posebni hardverski sklop za potrebe implementacije predmetne metode kao zaštitne funkcije?
3. Koliko strogo treba postaviti podešenja predmetne zaštitne funkcije u realnim uvjetima rada generatora s obzirom na potrebu i očuvanja stabilnosti dijela mreže u kojoj radi predmetni generator u prijelaznim (kvarnim) stanjima?

B5-04

Stefan Hoppert

**EXTENDED VOLTAGE-CAPABILITY OF DECENTRALIZED GENERATION
PROŠIRENJE NAPONSKIH-MOGUĆNOSTI DECENTRALIZIRANIH ELEKTRANA**

Autori su predstavili tehničko rješenje, mogućnosti primjene i iskustva iz primjene višefunkcijskog regulatora napona u elektrodistribucijskim mrežama niskog napona. Sukladno recentnim trendovima povećanja broja i snage obnovljivih izvora energije, te promjenjivih tokova snage u razdjelnim mrežama na niskom naponu i u praksi hrvatske elektrodistribucije uočavamo sve veće izazove kod zadržavanja napona u dozvoljenim granicama. Dodatno, u područjima intenzivnog razvoja mreže i rasta opterećenja (npr. turistička područja) pojavljuju se i neravnomjerna opterećenja pojedinih faza. Rad je cjelovito tehnički informativan. Stoga se predstavljeno tehničko rješenje ocjenjuje korisnim i zanimljivim za primjenu u mreži HEP ODS.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu se navodi osnovna usporedba nekoliko tehničkih rješenja za održavanje dozvoljene razine napona u elektrodistribucijskoj mreži, može li se usporediti primjena predstavljenog regulatora i barem još dva načina regulacije napona sa stajališta: troškova projektne i tehničke pripreme, troškova ugradnje i troškova održavanja.
2. Vezano uz navod o 30 uređaja u pogonu, mogu li autori pojasniti u kojem vremenskom razdoblju su ovi uređaji ugrađeni i koliko procjenjuju (ili planiraju) ugraditi uređaja godišnje u npr. elektrodistribucijskoj mreži u Njemačkoj i Austriji ?

Questions:

1. In paper, there is also a brief presentation of technical solutions traditionally used to keep voltage level within allowed range. Could Authors compare application of LVR (Low Voltage Regulator) with at least two traditional methods of voltage regulation considering technical requirements, cost of technical design, amount of work needed for device to be mounted, connected and set in operation, maintenance, and staff skills needed.
2. It is stated in paper that there are 30 LVR's in operation. Could Authors explain in what time-span were this installations set in operation and what is estimated number of installations per year in Germany and Austria in future.

PREFERENCIJALNA TEMA 2: NAPREDNI SUSTAVI MJERENJA I NJIHOVA PRIMJENA ZA POTREBE VOĐENJA EES-A I TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U RH I EU

B5-05 Miro Vlaić, Branko Seper, Ive Stilinović, Goran Jurišić LAŽNA NESIMETRIJA NAPONA NA SN MREŽI 10 KV (iz 2020.)

Autori su detaljno obradili slučaj utvrđivanja uzroka nesimetrije napona na obračunskom mjernom mjestu korisnika na srednjem naponu. Kontrola i uređenje obračunskih mjernih mjesta (OMM) je važan dio osnovne djelatnosti HEP ODS. Uredna OMM opremljena s naprednim mjernim uređajem (numeričko brojilo za napredne elektrodistribucijske mreže – eng. smart grid terminal) preduvjet su za nadogradnju, razvoj i povećanje učinkovitosti elektrodistribucije, te za aktivnije sudjelovanje korisnika mreže u budućim programima upravljanja energijom (usluge fleksibilnosti, odziv potrošnje i dr.). U radu je opisan sustavni pristup detekciji uzroka nesimetrije na jednom OMM. Ono što u radu nije posebno naglašeno je da u distribucijskom području poput Elektri Šibenik, postoje deseci tisuća OMM različite tehničke generacije opreme i tehničkog stanja i da je HEP ODS u početnoj fazi masovne sustavne zamjene mjernih uređaja sučeljen s izuzetnim organizacijskim izazovom: unaprijediti sustav mjerenja i upravljanja mjernim podacima na svim razinama i u isto vrijeme pružati zakonom određenu uslugu na gotovo 2,5 mil. obračunskih mjernih mjesta širom Republike Hrvatske.

U radu su pregledno opisane metode, postupci i alati koji se koriste u svakodnevnim aktivnostima vezanim uz obračunska mjerna mjesta. Rad je pregledan, informativan i primjereno opremljen grafičkim prikazima.

Pitanja za diskusiju:

1. Postoji li u Elektri Šibenik provedbena uputa (procedura), koja se pokreće kod utvrđene nepravilnosti mjerenja i koja obuhvaća postupke, provjere i analize koje se moraju provesti u cilju utvrđivanja uzroka nesimetrije ili kvara na obračunskom mjernom mjestu ?
2. Koliko je brojila u Elektri Šibenik uključeno u AMI+AMR sustav (automatsko očitavanje mjernih podataka i upravljanje mjernom infrastrukturom) i koliko brojila može dojaviti da postoji nesimetrija ili kvar na obračunskom mjernom mjestu ?
3. Postoji li u sustavu AMI+AMR HEP ODS-a središnje radno mjesto na kojem se prati stanje mjerne infrastrukture i s kojeg se distribuiraju informacije o nepravilnostima ili kvarovima ?

B5-06 Ronny Steiner SIMULTANEOUS CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES AND EVALUATION OF SUPRAHARMONICS UP TO 150 KHZ IN ELECTRIC VEHICLES SIMULTANO PUNJENJE ELEKTRIČNIH VOZILA I OCJENJIVANJE SUPRAHARMONIKA DO 150 KHZ U ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Referat dotiče zanimljivu problematiku kod nazočnosti viših harmonika u niskonaponskim mrežama zbog sve većeg i češćeg korištenja uređaja sa poluvodičkom komutacijom. U referatu se iznose detalji poredbenih mjerenja na više uređaja za punjenje električnih vozila. Iz rezultata mjerenja je vidljiva pojava viših harmonika (iznad harmonika 100 reda) koji u manjoj ili višoj mjeri mogu utjecati na ispravan rad mreže i uređaja priključenih na mrežu. Na žalost prikazani rezultati su poprilično zastarjeli (2013) i ne oslikavaju trenutno razvojno i korisničko stanje punjača električnih vozila posebice brzih punjača većih i velikih snaga.

Pitanja za diskusiju:

1. U referatu se navodi da je "Mjerenje emitirane buke iz sklopnih frekvencija različitih proizvođača bio jedan od glavnih ciljeva mjerne kampanje". Komentirajte razinu buke različitih proizvođača te molimo procijenite zadovoljavaju li i ograničenja?
2. Po vašem mišljenju, koje je moguće tehničko rješenje za smanjenje smetnji između vozila tijekom procesa punjenja?

3. Koje su posljedice kršenja standarda kvalitete električne energije? Postoje li zakonski propisi koji reguliraju financijske kazne ako EV krši kvalitetu snage? Koje se metode predlažu za mitigaciju posljedica uzrokovanih pojavom supraharmionika
4. Koje se metode predlažu za mitigaciju posljedica uzrokovanih pojavom supraharmionika

Questions:

1. You stated that "The measurement of the emitted noise from the switching frequencies of the different manufacturers has been one of the main objectives of the measurement campaign.". Please comment the level of noises of different manufacturers. Please evaluate if they satisfy the limitations as well.
2. What is possible technical solution, in your opinion, to reduce interference between vehicles during the charging process?
3. What are consequences when the power quality standards are violated? Are there any law regulations that regulate financial penalties if EV violates power quality?
4. What methods are proposed to mitigate the consequences caused by the appearance of supraharmonics

PREFERENCIJALNA TEMA 3: UTJECAJ VEĆEG UDJELA ENERGETSKE ELEKTRONIKE NA RAD I KOORDINACIJU SUSTAVA RELEJNE ZAŠTITE

B5-07 Davorin Burgund, Hrvoje Bulat KOORDINACIJA ZAŠTITA 49R I 46I2 NA RELEJU REG670

Članak donosi zanimljivu analizu rada funkcija termičke zaštite rotora 49R i zaštite od nesimetričnog opterećenja statora 46 u slučaju primjene na turbogenerator snage 350 MVA s višekomornim hlađenjem. Naime, proizvođač zaštitnog uređaja nije u algoritmu funkcija predvidio doprinos zagrijavanja zbog inverzne komponente struje statora (nesimetrije) i hlađenja rotora zbog ventilacije. Autori su definirali kompleksniji izraz izračuna vremena isključenja koji bi uzimao u obzir navedene utjecaje međutim predloženi izraz nije jednostavno primijeniti jer zahtjeva poznavanje točnih iznosa predloženih novih parametara koji se razlikuju za svaki generator.

Pitanja za diskusiju:

1. Gdje autori članka vide primjenu rezultata ovog istraživanja s obzirom da su u analizi korišteni isključivo podaci međunarodnog tima stručnjaka izračunati i simulirani na modelu generatora Novel 350 MVA?
2. Znaju li autori da li eventualno postoji proizvođač uređaja zaštite generatora koji u algoritmima promatranih funkcija zaštite generatora uzima u obzir termodinamičke parametre stroja na način kako autori to iznose u članku?

B5-08 Petr Vančata EXPERIENCES WITH RESONANTLY GROUNDED NETWORKS ISKUSTVA SA REZONANTNO UZEMLJENIM MREŽAMA

Rad razmatra aktualnu temu načina uzemljenja neutralne točke SN mreže s naglaskom na primjenu kompenzacijske (rezonantne) prigušnice kao najraširenijeg načina uzemljenja u Europi zbog vrlo pozitivnog učinka na razinu kvalitete električne energije uslijed smanjenja značajnog broja trajnih ispada mreže.

Kroz kratku međusobnu usporedbu načina uzemljenja i kroz prikaz glavnih značajki te statistiku kvarova u pojedinim europskim zemljama, jasno se pokazuje prednost i pozitivna iskustva u primjeni rezonantnog načina uzemljenja kao mjere za eliminaciju prolaznog zemljospoja u mrežama pretežno nadzemnog karaktera i s malom kapacitivnom strujom, bez prekida i isključenja napajanja potrošača.

U drugom dijelu rada autor kratko upućuje na problematiku metoda detekcije zemljospoja u rezonantno uzemljenim mrežama vezano za impedanciju kvarova i primjenu istih u raznim tipovima

mreže. U zaključku se naglašava značaj primjene kompenzacijske prigušnice na mehanizam pouzdanog gašenja električnog luka na mjestu zemljospoja zbog rezistentne i vrlo male rezidualne struje kao preduvjet za eliminaciju velikog broja prolaznih kvarova bez isključenja potrošača.

Rad je napisan na engleskom jeziku.

Pitanja za diskusiju:

1. Obzirom na topologiju većih industrijskih SN mreža i rizik nastanka intermitentnog zemljospoja s težim posljedicama na postrojenje, kakva je zastupljenost u primjeni jednog od prikazanih načina uzemljenja neutralne točke sustava?
2. Kakav je međusobni odnos troškova prelaska neuzemljene mreže iste konfiguracije na jedan od prikazanih načina uzemljenja neutralne točke?

Questions:

1. Given the topology of larger industrial MV networks and the risk of intermittent earth fault with severe consequences for the plant, what is the representation in the application of one of the presented methods of grounding the neutral point of the system?
2. What is the relationship between the cost of switching an unearthed network of the same configuration to one of the shown neutral point grounding methods?

B5-09

Gerd Kaufmann

SENSITIVE GROUND FAULT DETECTION IN COMPENSATED SYSTEMS (ASC) OSJETLJIVA ZEMOLJOSPOJNA DETEKCIJA KOMPENZIRANIH SUSTAVA

Referat opisuje problematiku detektiranja visokoomskog zemljospoja u mrežama s neutralnom točkom uzemljenom preko Petersenove prigušnice. Detekcija visokoomskog zemljospoja u srednjenaponskim mrežama predstavlja izazov neovisno o načinu uzemljenja neutralne točke. Uvodno su navedeni principi detekcije zemljospojnih kvarova, te kriteriji za trigeriranje istih u kompenziranim sustavima, uz prezentirane primjere. Nadalje, članak razrađuje temu osjetljivosti određenih metoda za detekciju zemljospoja, uz detaljniji osvrt na vatmetarsku ($\cos\phi$) metodu, admitantnu metodu te dvije verzije metode prijelaznih signala, klasičnu te poboljšanu tzv. qu2 metodu prijelaznih signala. Metoda qu2 korisiti mogućnosti naprednih algoritama modernih digitalnih uređaja, te omogućava detekciju visokoomskih zemljospojeva. Uspoređene su teorijske relacije s stvarnim mjerenjima dobivenim tijekom primarnih testova zemljospojeva u kontroliranim uvjetima. Zaključno, navodi se da je osjetljivost vatmetarske i admitantne metode podjednaka i zahtjeva vrlo precizna mjerenja struje i napona. Prednost qu2 metode prijelaznih signala je činjenica da ima manje zahtjeve na preciznost mjerenih veličina struja i napona, te dopušta korištenje nekonvencionalnih mjernih izvora, uz vrlo dobre rezultate čak i slučaju visokoomskih zemljospojeva. Rad je napisan na engleskom jeziku.

Pitanja za diskusiju:

1. Za postizanje zadovoljavajuće osjetljivosti primjenom vatmetarske i admitantne metode zahtjevana su vrlo precizna mjerenja struje i napona kao ulazni podatak. Koje klase točnosti mjernih transformatora su potrebne u tu svrhu?
2. Koje su prednosti, a što su eventualni nedostaci korištenja nekonvencionalnih mjernih izvora kod qu2 metode prijelaznih signala?
3. Obzirom na topologiju nadzemnih SN mreža u ruralnim područjima i zastupljenost visokoimpedatnih kvarova, kakva su buduća očekivanja i pravci razvoja u primjeni prikazanih metoda te mjernih i zaštitnih uređaja za njihovo selektivno i efikasno eliminiranje?

Questions:

1. To achieve satisfactory sensitivity using the wattmetric and admittance method, very precise current and voltage measurements are required as input data. What accuracy classes of measuring transformers are required for this purpose?
2. What are the advantages and possible disadvantages of using non-conventional measuring sources in the qu2 transient detection method?

3. Given the topology of overhead MV networks in rural areas and the prevalence of high-impedance failures, what are the future expectations and directions of development in the application of the presented methods and measuring and protection devices for their selective and efficient elimination?

PREFERENCIJALNA TEMA 4: KOMUNIKACIJSKE MREŽE I KIBERNETIČKA SIGURNOST U SUSTAVIMA ZAŠTITE, AUTOMATIZACIJE I UPRAVLJANJA U EE OBJEKTIMA: ISKUSTVA I IZAZOVI

B5-10 **Domagoj Ožanić, Goran Kekelj, Ivan Krajnović, Krešimir Markanović, Dino Masle, Dejan Balkić, Josip Benović**
REKONSTRUKCIJA SEKUNDARNE OPREME I MIGRACIJA SCADA SUSTAVA U TS ERNESTINOVO
(iz 2020.)

U radu je detaljno opisan postupak zamjene dijela sekundarne opreme i migracija SCADA sustava u TS Ernestinovo 400/110 kV.

Postojeći LSA sustav nadzora i upravljanja, proizvođača Siemens, ne može se nadograđivati i modernizirati stoga je nužno u tako važan objekt kao što je TS Ernestinovo ugraditi novi SCADA sustav te zamijeniti dio sekundarne opreme koja je na kraju svog životnog vijeka. Zbog raznovrsnosti opreme (različiti proizvođači, različite generacije, različiti komunikacijski protokoli) razvijen je SCADA sustav PROZA LKKU. Glavna karakteristike PROZA LKKU sustava je mogućnost komunikacije s uređajima različitih generacija putem različitih protokola, mogućnost kreiranja veza između polja u svrhu ostvarivanja blokada upravljanja, te mogućnost komunikacije s nadređenim centrima putem standardnih protokola.

Ovakav način migracije SCADA sustava te modernizacije ostalih sekundarnih sustava koji omogućava zadržavanje dijela postojeće opreme te ugradnju nove, svakako osigurava veliku fleksibilnost u planiranju investicija revitalizacije objekata kao i u planiranju izvođenja radova.

Pitanja za diskusiju:

1. Dodatno pojasnite automatizirane alate za migraciju koji su korišteni unutar projekta migracije SCADA sustava, te njihovu ulogu u skraćivanju vremena ispitivanja postrojenja na lokaciji. Dali takav način migracije baze podataka smanjuje obim ispitivanja postrojenja?
2. Odabrani SCADA sustav PROZA LKKU zasnovan je na Real time Linux operativnom sustavu koji se odlikuje kako je navedeno stabilnošću, pouzdanošću i visokim nivoom sigurnosti. Dali smatrate da je navedeni operativni sustav bolje rješenje za SCADA sustave elektroenergetskih postrojenja imajući u vidu navedene prednosti istog poglavito sa aspekta sigurnosti i mogućih ugroza?
3. Strategija istovremene migracije osigurala je migraciju bez stresana za sami objekt i elektroenergetski sustav, te omogućila operaterima upravljanje i nadzor sa starog i novog sustava u izgradnji. Dali je bio potreban posebni postupak edukacije osoblja vođenja-operatera za prijelaz na novi sustav imajući u vidu kompleksnost provedene migracije i paralelnog rada starog i novog sustava?

PREFERENCIJALNA TEMA 5: SMJERNICE ZA STANDARDIZACIJU I UNIFORMIRANJE ZAMJENA I UNAPREĐENJA SUSTAVA ZAŠTITE, AUTOMATIZACIJE I UPRAVLJANJA

**B5-11 Ivica Nujić, Ivan Matijević
REHABILITACIJA NADZORNO UPRAVLJAČKOG SUSTAVA NA KASKADI B-S-MK
(BELMEKEN, SESTRIMO, MOMINA KLISURA)
(iz 2020.)**

Referat daje sažet i pojednostavljen opis modernizacije sustava za upravljanje hidro agregatima kaskadnih hidroelektrana. Autori u članku opisuju primijenjeni sustav te korištenje programskih jezika i simulatora postrojenja kojim bi se provjerilo ponašanje opreme u širokom rasponu radnih uvjeta prije nego što će sustav biti instaliran u stvarnom postrojenju. Izabrana tema je vrlo aktualna obzirom da je simulacija i detaljno tvorničko ispitivanje je vrlo korisno u onim slučajevima u kojima su troškovi eksperimentiranja vrlo visoki, zbog vrlo skupe opreme ili nemogućnosti zaustavljanja sustava

Pitanja za diskusiju:

1. Koja je nova funkcija ili funkcije dodane sa novim sustavom u odnosu na stari?
2. Koji/e problem/e pri implementaciji sustava bi autori posebno izdvojili i zašto?
3. Pri opisu ekranskog prikazu govori se i o upravljačkim gumbima „...Upravljačka dugmad su riješena preko tri koraka, tako da ne može doći do slučajnog pokretanja ili zaustavljanja sekvence. ...“ možete li malo to pojasniti ta tri koraka?

**B5-12 Hrvoje Bulat, Tomislav Stjepandić
SUSTAV RELEJNE ZAŠTITE PROVIZORNOG NAPAJANJA RP/TS EL-TO TIJEKOM
REKONSTRUKCIJE 110 KV POSTROJENJA**

Autori su detaljno opisali postupak realizacije privremenog pogona zbog vrlo zahtjevnog i složenog zahvata modernizacije važnog energetskog objekta na području grada Zagreba. U radu su obuhvaćene sve cjeline potrebne za razumijevanje provedenog zahvata. U osnovnim crtama opisana je energetska problematika dok je detaljnije opisana realizacija privremenog pogona relejne zaštite uz dodatni osvrt na komunikacijsko povezivanja između različitih energetskih objekata.

Pitanja za diskusiju:

1. Navedeno je da djelovanje zaštite voda isključuje generatorski prekidač 10.5 kV generatora PTA1 i PTA2. Dali se sinkronizirani uklop generatora obavlja na spomenuti prekidač ili se nalog sekvence uklopa prekidača komunikacijskim kanalima šalje na prekidač 110 kV u susjedne objekte?
2. U radu je navedeno da su se tijekom privremenog pogona dogodila četiri slučaja isključenja zbog različitih događaja. Dali je u tim slučajevima došlo do gubitka konzuma (električna energija i/ili toplinska energija)?

**B5-13 Marko Gamberger, Mario Valčić
POVEĆANJE EFIKASNOSTI KORIŠTENJEM TEHNOLOGIJE DIGITALNOG
BLIZANCA U PROJEKTIMA ZAŠTITE I UPRAVLJANJA U ELEKTROENERGETSKIM
POSTROJENJIMA**

U referatu je opisana primjena digital twin-a u sustavu zaštite i upravljanja te prednosti koje omogućava u procesu inženjeringa. Digital twin pruža virtualni model realne stvari, stvarajući koristan uvid u funkcioniranje tako što digitalno zrcali virtualne podatke i odziv uređaja. Opisano je kako primjena digital-twina utječe na povećanje efikasnosti u planiranju, projektiranju, parametranju te ispitivanju sustava zaštite i upravljanja. Opisana je interesantna tehnologija koja je rezultat primjene umjetne inteligencije u stvaranju simulacijskih modela te prepoznavanja novih trendova.

Pitanja za diskusiju:

1. Što je sve potrebno kako bi se moglo obaviti ispitivanje jednog uređaja relejne zaštite preko digital-twin-a?
2. Koliko je primjena digital-twin-a prisutna na našem području i koliko je pristupačna korisnicima za korištenje?

**B5-14 Marko Gamberger, Goran Pregrad
AUTOMATIZACIJA ISPITIVANJA SUSTAVA UPRAVLJANJA U
ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA ZASNOVANIM NA IEC 61850**

Ovaj članak opisuje novi pristup ispitivanjima sustava automatizacije trafostanica koji povećava efikasnost samog ispitivanja funkcija automatizacije i upravljanja elektroenergetskog postrojenja. Navodi neophodne podatke i njihovo modeliranje u uređajima, IED-ima, koji se koriste u sustavu i zahtjeve na SCL datoteku koji se moraju uzeti u obzir kod specifikacije i projektiranja sustava. Također su sagledani zahtjevi koje treba uzeti u obzir kod projektiranja podatkovne mreže kako bi se pojednostavilo ispitivanje.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakve su daljnje smjernice po pitanju automatizacije ispitivanja kod primjene ovog rješenja?
2. Postoje li planovi testiranja sa ispitnim bibliotekama kao kod uređaja relejne zaštite?

PREFERENCIJALNA TEMA 6: NAPREDNE ZAŠTITNE SCHEME, WAMPAC SUSTAVI I KORIŠTENJE PMU-OVA

**B5-15 Renata Rubeša, Dalibor Brnobić, Igor Ivanković, Marko Rekić, Zoran Zbunjak
LOKATOR KVAROVA NA DALEKOVODIMA TEMELJEM SINKROFAZORSKIH
MJERENJA U CENTRIMA VOĐENJA**

Procjena mjesta kvara važno je i složeno pitanje u elektroenergetskom sustavu (EES) u cilju što bržeg otklanjanja kvara i brzog povratka sustava u pogon sa minimalnim prekidima. U radu je predložena inovativna metoda određivanja mjesta kvara na osnovu sinkrofazorskih mjerenja s jedne ili obje strane voda. Rezultati pokazuju točnije određivanje mjesta nastanka kvara u odnosu na konvencionalne digitalne releje.

Pitanja za diskusiju:

1. Pojasnite utjecaj međuinduktiviteta na određivanje mjesta kvara kod dvostrukih nadzemnih prijenosnih vodova.
2. Obrazložite da li predloženi algoritam kompenzira (i ako da na koji način, a ako ne kako bi mogao) utjecaj međuinduktiviteta prilikom određivanja kvara dvostrukih nadzemnih prijenosnih vodova obzirom na vrstu kvara (kratkog spoja)?

**B5-16 Dalibor Brnobić, Renata Rubeša, Igor Ivanković, Toni Petrinić
UTJECAJ LOŠEG RADA SINKRONIZACIJE TOČNOG VREMENA NA WAM/WAMPAC
SUSTAV**

Autori su odabrali temu koja je veoma važna za WAMS. Cjelokupna kvaliteta i smisao WAMS sistema leži na sinkroniziranom vremenskom prikupljanju podataka. Svaka veća greška vremenske sinkronizacije unosi grešku u radu te dovodi u pitanje rezultate i raspoloživost WAMS-a. Ova tema do sad nije obrađena na našim savjetovanjima. U radu su izneseni rezultati laboratorijskog i terenskog ispitivanja. Nakon provedenog laboratorijskog ispitivanja napravljeno je i terensko ispitivanje koje uzima u obzir sve realne situacije iz pogona. Rad daje dobre informacije o provedenim ispitivanjima te široj publici daje pregled mogućih problema i načina uklanjanja greške vremenske sinkronizacije pomoću GNSS prijavnika.

Pitanja za diskusiju:

1. Jesu li mogući, odnosno koliko su mogući cyber napadi na HOPS-ovu komunikacijsku mrežu koja se koristi za prikupljanje mjerenja iz PMU uređaja?
2. Je li se može popraviti stanje slabe razine GNSS signala u spomenutim TS Krk i TS Brinje korištenjem antenskog pojačala, odnosno jesu li ili se planiraju izvesti ispitivanja korištenjem antenskog pojačala?
3. Kolika je maksimalna kutno/vremenska greška mjernog signala koja uključuje kutnu grešku mjernog transformatora, PMU uređaja, vremenske sinkronizacije, te ostalih mogućih greški te koliki je praktični utjecaj svake od tih grešaka u ukupnoj kutnoj greški?

**B5-17 Ivan Nevistić, Boris Avramović, Igor Ivanković, Renata Rubeša, Marko Rekić
PROŠIRENO KORIŠTENJE INVERZNE KOMPONENTE STRUJE I NAPONA U
UPRAVLJAČKIM CENTRIMA PRIJENOSNE MREŽE
(iz 2020.)**

U referatu je predložen unaprijeđen algoritam za prepoznavanje nesimetrije u prijenosnom elektroenergetskom sustavu na osnovu inverzne komponente struje I2. Predložen algoritam osim inverzne komponente struje koristi dodatne parametre, kao što su opterećenje voda, omjer inverzne i direktne komponente struje, za brzu i selektivnu detekciju nesimetrije. Referat na pregledan i razumljiv način prikazuje predmetnu problematiku.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori analizirali teorijske osnove i rezultate simulacija u cilju određivanja mjesta nastanka nesimetrije u sustavu?
2. Potrebno je objasniti kako će se ponašati predloženi algoritam za detekciju nesimetrije u slučaju dvopolnog kratkog spoja sa zemljom u blizini mjesta ugradnje zaštitnog uređaja i na udaljenom mjestu?
3. Kako će se ponašati predloženi algoritam u slučaju njihanja snage na dalekovodu?

**B5-18 Luka Stojnović, Danko Drmić, Blaž Adrić, Dino Masle
ZAŠTITA SABIRNICA TEMELJENA NA USPOREDBI SMJERA UZ PRIMJENU
STANDARDA IEC61850**

U radu su autori prezentirali ideju te tijekom i rezultate provedenih istraživanja mogućnosti ostvarivanja logičke zaštite sabirnica koja bi na zadovoljavajući način nadomjestila funkciju diferencijalne zaštite sabirnica. Za realizaciju iste primijenili bi se uređaji i resursi postojećeg komunikacijski visoko integriranog postrojenja, opremljenom modernim inteligentnim elektroničkim uređajima. Kao mjerni kriterij koristila bi se postojeće funkcije distantne i/ili usmjerene nadstrujne zaštite, a razmjena potrebnih informacija vršila bi se GOOSE porukama. Istraživanja su pokazala da se, uz ostvarene preduvjete selektivnog rada pri različitim topologijama postrojenja, mogu postići vremena isklopa unutar granica propisanih "Mrežnim pravilima".

Uobičajena praksa je da se diferencijalna zaštita sabirnica primjenjuje samo u postrojenjima s većim brojem polja ili složenijih konfiguracija sabirnica. Primjenom predloženog rješenja osiguralo bi se smanjenje trajanja kvara na sabirnicama unutar granica propisanih Mrežnim pravilima, praktički bez posebnog troška za korisnika postrojenja. Istraživanje kao takvo ima praktičnu vrijednost i primjenjivost u postrojenjima s jednostavnijim konfiguracijama sabirnica te zbog toga zaslužuje pozornost.

Pitanja za diskusiju:

1. Za koliko se mogu razlikovati vremena djelovanja prezentirane zaštitne sheme u laboratorijskim uvjetima u odnosu na stvarno postrojenje?
2. Da li za topologiju koja pretpostavlja pogon oba sistema sabirnica povezana spojnim poljem može negativno utjecati vrijeme otpusta (reseta) reverznog stupnja distantne zaštite?
3. Da li bi se u zaštitnu shemu mogla dodati funkcija zaštite od otkaza prekidača i zaštite rubne zone?

3. **ZAKLJUČAK**

Referati prihvaćeni za 15. savjetovanje HRO CIGRE studijskog odbora B5 – Zaštita i automatizacija obuhvatili su sve preferencijalne teme, pri čemu su sve teme bile zastupljene. Teme 1, 5 i 6 privukle su najviše autora i interesa. Radovi su pokrili široki raspon od usko specifičnih problematika primjerice primjena komunikacijskih protokola i nestandardnih rješenja u sekundarnim sustavima i sustavima za vođenje.