

C4-00

GRUPA C4: TEHNIČKE PERFORMANSE EES

IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTIOCA

V. KATIĆ*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,
Z. STOJKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd

SRBIJA I CRNA GORA

U okviru Studijskih komiteta 33 -Prenaponi i koordinacija izolacije i 36 -Elektromagnetska kompatibilnost EES za XXVI Savetovanje JUKO CIGRE predložene su četiri preferencijalne teme:

1. Kvalitet električne energije – PQ (viši harmonici, fluktuacije napona, naponske nesimetrije, regulativa),
2. Elektromagnetska kompatibilnost (uticaj energetske vodova i postrojenja na telekomunikacione vodove, metalne cevovode i nisko-naponska kola, zaštita kola i uređaja.); istraživanja elektromagnetskih polja.
3. Atmosferski i sklopni prenaponi (istraživanja, metode ograničenja, zaštita)
4. Usavršavanje metodologije koordinacije izolacije.

Sudijski komitet C4 je imenovao sledeće recenzente: prof. dr Milana Savića, prof. dr Vladimira Katića, van. prof. dr Zlatana Stojkovića, dr Petra Vukelju, Zlatoja Zdravkovića, Zorana Nedeljkovića, Gordanu Spaić, Milorada Pavlovića i Jovana Mrvića.

Za stručnog izvestioca Studijski komitet C4 je imenovao prof. dr Vladimira Katića i van.prof. dr Zlatana Stojkovića.

U predviđenom roku za prijem radova prispelo je ukupno 12 radova. Za razmatranje u STK C4 preuzeta su i 2 referata iz STK A3 – Visokonaponska oprema, jer problematika, koja se u njima razmatra, pripada delatnosti STK C4. Nakon recenzija i diskusija na Studijskom komitetu, prihvaćeno je 9 radova (osam radova kao referati i jedan kao informacija), a tri rada su odbijena.

* Prof.dr Vladimir Katić, dipl.ing., Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

C4-00

Studijski komitet je radove svrstao po preferencijalnim temama i to: 3 u prvu, 1 u drugu, 5 u treću, dok za četvrtu preferencijalnu temu nije bilo prijavljenih radova.

Referat C4-01

Projektovanje gromobranske zaštite objekata opšte i posebne namene

Autori: Zlatan Stojković, Žarko Stankić

U radu je prikazan postupak projektovanja gromobranske zaštite objekata opšte i posebne namene. Date su teorijske postavke proračuna nivoa zaštite i zaštitne zone. Ilustrovani su dijagram toka proračuna odredjivanja nivoa zaštite gromobranske instalacije i proračuni zasnovani na metodu zaštitnog ugla i metodu fiktivne (kotrljajuće) sfere. Mogućnosti primene sopstveno razvijenog softverskog alata ilustrovane su na primeru projektovanja gromobranske zaštite konkretnog objekta. Rad sa 2D i 3D modelima, mogućnosti programiranja i povezivanja sa drugim aplikacijama ukazuju na prednosti primene AutoCAD-a u projektovanju optimalnog rešenja gromobranske zaštite objekata različitog oblika i namene.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je vršeno poredjenje zona zaštite gromobranske instalacije jednog objekta odredjenih primenom metoda fiktivne (kotrljajuće) sfere i metoda zaštitnog ugla?
2. Šta autori misle o metodima ruskih autora za odredjivanje zaštitne zone gromobranske instalacije?
3. Na osnovu čega je u primeru proračuna usvojen broj, raspored i visina stubova? Da li je moguće optimizirati predloženo rešenje?
4. Koji metod je primenjen pri odredjivanju zaštitnih zona ilustrovanih 3D prikazima?

Referat C4-02

Sklopni prenaponi pri radu zemljospojnog prekidača

Autor: Jovan Jović, Milan Savić

Efikasno rešenje za smanjenje broja ispada potrošača koji se napajaju iz mreže 20 kV predstavlja korišćenje zemljospojnog prekidača. Rad opisuje koncepciju ovog rešenja i ilustruje rezultate njegove primene u mreži 20 kV. Izvršeni su proračuni prenapona primenom različitih programa. Rezultati numeričkih simulacija su upoređeni sa rezultatima eksperimentalnih istraživanja u realnom 20 kV postrojenju. Konstatovano je da prenaponi koji se javljaju pri radu zemljospojnog prekidača nisu visoki i, kao takvi, ne predstavljaju opasnost po izolaciju mreže 20 kV.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su proračuni prenapona izvršeni za konfiguraciju mreže u kojoj su uradjeni eksperimenti?
2. Zašto su se autori odlučili za konfiguraciju sa četiri voda u praznom hodu i kako bi izgledao rad zemljospojnog prekidača u drugim, pogonski verovatnijim konfiguracijama?
3. Da li je prilikom merenja i simulacija korišćen statistički postupak i da li je merenje vršeno samo u jednoj fazi?
4. Da li postoji dovoljno inostranih i domaćih iskustava pri upotrebi zemljospojnog prekidača da bi se mogla preporučiti njegova masovna primena?

Referat C4-03

Problemi u radu elektro-energetskih mreža visokih napona jednog industrijskog kombinata

Autori: P.Vukelja, J.Mrvić, D.Hrvić, Z.Milutinović, M.Pilipović

U radu su prikazani rezultati eksperimentalnih istraživanja naponskih i strujnih pojava u mrežama 110 kV, 35 kV i 6 kV jednog industrijskog kombinata. Za sve razmatrane mreže navedeni su broj transformatorskih stanica, njihova međusobna povezanost sa vodovima i način uzemljenja neutralne tačke. Tehnološki procesi u ovom kombinatu zahtevaju neprekidnost napajanja koja može da bude ugrožena dielektričnim, termičkim i dinamičkim naprezanjima opreme u mreži. Ova naprezanja su posledica, pre svega, rada različitih pogona i čestih manipulacija sklopnih aparata. Rad sadrži i odgovarajuće analize havarijskih događaja u ovim mrežama. U cilju utvrđivanja uzroka nastanka havarija u ovim mrežama, izvršena su eksperimentalna istraživanja prelaznih naponskih i strujnih pojava. Razmatrani su kvarovi, uzroci njihovog nastajanja i naponska i strujna naprezanja opreme. Predložene su mere i sredstva za poboljšanje pouzdanosti rada razmatranih mreža.

Pitanja za diskusiju:

1. Uočena je pojava visokih prenapona pri isključenju maloljnih prekidača u toku zaleta motora 6 kV. Da li je, s obzirom na navedeno, analizirana mogućnost zamene maloljnih prekidača odgovarajućim vakumskim?
2. Povećana učestalost kvarova u mrežama 110 kV, 35 kV i 6 kV razmatranog kombinata je u suprotnosti sa zahtevanom visokom pouzdanošću rada. Da li bi, sa tehno-ekonomskog aspekta, bilo opravdano predvideti i realizovati neke od savremenih metoda monitoringa visokonaponske opreme?
3. U radu su date i kratke analize havarijskih događaja u mrežama 110 kV, 35 kV i 6 kV razmatranog kombinata. Bilo bi svrsishodno da autori detaljnije opišu neke karakteristične kvarove, prokomentarišu uzroke njihovog nastajanja i sugerišu preventivna ispitivanja i mere za pouzdan rad.

Referat C4-04

Merenje jačine električnog i magnetskog polja u transformatorskim stanicama 400/x kV/kV elektroenergetskog sistema Srbije

Autori: M.Šupić, M.Petrović, A.Pavlović, D.Hrvić

U referatu je diskutovana veoma aktuelna problematika nivoa elektro-magnetskih polja u unutrašnjosti objekata elektroenergetskog sistema Srbije u cilju utvrđivanja izloženosti radnika uticaju ovih polja. Dat je osvrt na postojeću međunarodnu regulativu i istaknuto da kod nas ne postoje odgovarajući propisi, niti preporuke. Zatim su prikazani neki najindikativniji rezultati opsežnog merenja električnog i magnetskog polja sprovedenog u više transformatorskih stanica 400/x kV/kV EPS-a i to na mernim mestima, koja su raspoređena duž transportnih staza neposredno ispod faznih vodova, u poljima dalekovoda u neposrednoj blizini VN opreme, ispod faznih vodova sistema sabirnica, u okolini energetskih transformatora i u komandno-pogonskim zgradama. Rezultati su ukazali da je u većini slučajeva vrednost električnog, a u svim slučajevima nivo magnetskog polja manja od graničnih vrednosti za izlaganje ljudi električnim i magnetskim poljima niske frekvencije prema međunarodnim preporukama. Veće vrednosti električnog polja su zabeležene na mestima izuzetno blizu VN opreme 400 kV, kao i van transportnih staza u blizini faznih provodnika.

Pitanja za diskusiju:

C4-00

1. Da li se i koliko intenzivno mere i prate vrednosti električnog i magnetskog polja ispod dalekovoda, u rasklopnim postrojenjima i u unutrašnjosti transformatorskih stanica EES-a Srbije ?
2. Da li se kod nas prati i kakvo je stanje u istraživanjima uticaja ovih polja na zdravlje pogonskih radnika i drugog osoblja u i u okolini ovih objekata ?
3. Koliko su pouzdana merenja i primenjena merna metoda za zaključivanje o eventualnoj ugroženosti od električnih i magnetskih polja ?

Referat C4-05

Mjerenje viših harmonika u elektrodistributivnom konzumu ED Tivat'

Autori: V.Strugar, V.Katić, Z.Čorba

U ovom radu su prikazani rezultati merenja distorzije napona i struja u nekim karakterističnim tačkama elektrodistributivne mreže EPCG - Elektrodistribucije Tivat u periodu april-maj 2004. godine. Na osnovu tih rezultata urađena je analiza viših harmonika struja i napona, odnosno THDU i THDI, kao i pojedinačnih HDU i HDI za karakteristične harmonike. Rezultati su statistički obrađeni na osnovu verovatnoće pojavljivanja pojedinih harmonika i njihovog udela u ukupnom izobličenju sinusnog oblika struje ili napona. Izvršeno je poređenje nivoa dozvoljenih (graničnih) vrednosti datih u relevantnim standardima sa vrednostima dobijenih merenjem. Na osnovu te analize konstatovana je i objašnjena pojava nekih nekarakterističnih harmonika struja i napona, kao i njihova pojava u nekarakteristično vrijeme.

Konstatovano je da je stanje vezano za parametre kvaliteta električne energije (viši harmonici) u elektrodistributivnoj mreži ED Tivat, a uvažavajući međunarodne standarde, uglavnom zadovoljavajuće. Ipak, primećeno je da je situacija u dosta slučajeva kritična, tj. vrijednosti THDU se kreću u intervalu između 5% i 8%, što standardi IEEE-519 proglašavaju problematičnim na 0,4 kV naponskom nivou, dok ih standardi IEC 61000 smještaju u zonu potencijalno problematičnih.

Pitanja za diskusiju:

1. Za snimanje talasnih oblika napona u mrežama 35 kV i 10 kV korišćeni su naponski transformatori. Da li je proveravana njihova frekventna karakteristika ?
2. Koji su glavni uzroci visokog nivoa harmonika u mreži ED Tivat ?
3. Kakve su očekivanja u budućnosti u pogledu nivoa viših harmonika ?
4. Koja bi rešenja u mreži ED Tivat bila prihvatljiva u cilju smanjivanja nivoa harmonika napona i struja ?

Referat C4-06

Harmonici napona i struja u mrežama napona 6 kV, 35 kV i 110 kV jednog industrijskog kombinata

Autori: P.Vukelja, J.Mrvić, D.Hrvić, Z.Milutinović, T.Isailović

Rad pojedinih pogona u industrijskim električnim mrežama često uzrokuje pojavu viših harmonika napona i struja. Ovi harmonici izazvani u jednom pogonu mogu da utiču na rad drugih pogona. Kao posledica postojanja harmonika napona i struje moguć je neregularan rad potrošača, povećanje gubitaka električne energije, kao i povećanje termičkih naprezanja opreme. U radu su prikazani rezultati eksperimentalnih istraživanja harmonika napona i struja u mrežama napona 6 kV, 35 kV i 110 kV industrijskog kombinata. Snimanja struja izvršena su primenom strujnih transformatora, dok su za snimanje napona korišćeni naponski transformatori i kapacitivna delila napona. Za navedene mreže izvršena je detaljna analiza rezultata. Navedeni su dominantni harmonici uočeni u ovim istraživanjima. Takođe, analizirane su karakteristike merne opreme u

C4-00

pogledu registracije harmonika i navedena su ograničenja u njihovoj primeni. Na kraju rada dati su zaključci koji sadrže i predloge mera za smanjenje uočenih harmonika.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako harmonici napona i struja utiču na povećanje naprezanja izolacionih i provodnih delova opreme, i u kojoj meri se time utiče na smanjenje životnog veka?
2. Da li se posebnim konstrukcijskim rešenjima opreme za elektroenergetske objekte kombinata može smanjiti intenzitet harmonika napona i struja?
3. Da li autori imaju koncept nadgledanja povećanih naprezanja opreme izložene delovanju harmonika napona i struja?

Referat C4-07

Opis merno-akvizicionog sistema za kontrolu kvaliteta električne energije u distributivnom sistemu

Autori: Ž.Djurišić, M.Djurić

Rad daje prikaz složenog algoritma, koji je iskorišćen za realizaciju upravljačkog softvera za merno-akvizicioni sistem za merenje parametara kvaliteta električne energije. Razvijen je originalni softver za određivanje frekvencije i amplitude osnovnog i viših harmonika mernih signala. Korišćena je metoda najmanjih kvadrata, nerekurzivni Furijeov algoritam i metod prolaska kroz nulu u cilju određivanja traženih veličina. Predstavljene su neke osnovne karakteristike realizovanog softvera.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu se spominje mogućnost istovremenog snimanja u više tačaka u distributivnom sistemu. Na koji način se postiže simultanost u određivanju prozora podataka, odnosno koji je način komunikacije između računara raspoređenih u različitim tačkama sistema?
2. Kako je rešeno merenje signala u slučaju takvih izobličenja, kada metoda prolaska kroz nulu (zero crossing) nije dovoljno pouzdana?

Referat C4-08

Primena merno-akvizicionog sistema za kontrolu kvaliteta električne energije u distributivnom sistemu

Autori: M.Djurić: Ž.Djurišić

U radu je prikazana primena merno-akvizicionog uređaja za merenje parametara kvaliteta električne energije razvijen na bazi algoritma opisanog u prethodnom radu. Merenja su sprovedena na nekoliko mesta na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu sa kojih se napajaju različiti tipovi potrošača. Na žalost sama merenja nisu sprovedena u skladu sa međunarodno usvojenim pravilima merenja viših harmonika, tako da rezultati mogu da posluže samo za potvrđivanje ispravnosti algoritma i ispravnog rada samog uređaja. I pored ovog nedostatka, dobijene vrednosti predstavljaju korisnu informaciju o stanju nekih parametara kvaliteta električne energije u jednom delu mreže.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto su se autori odlučili da merenja sprovedu tokom Novogodišnjih praznika, tj. U vreme kad je većina potrošača u zgradi ETF-a bila van upotrebe?
2. Šta je bio razlog za merenje uticaja impulsnih plazma generatora na nivo viših harmonika u mreži?

Informacija C4-9

Detekcija, identifikacija i korigovanje problema uzrokovanih narušenim kvalitetom električne energije

Autori: B.Dimitrijević, G.Djukić

Rad teretira veoma zanimljivu oblast kvaliteta električne energije i predstavlja pokušaj da se na bazi rezultata merenja utvrde uzroci pojedinih problema u mreži ili u radu potrošača. Pošto svoje zaključke ne bazira na teorijskim podlogama (matematičkom aparatu), već isključivo na osnovu iskustva sa merenja na terenu, oni predstavljaju empirijske rezultate. Iz tog razloga oni nemaju odgovarajuću težinu i opštost, što svakako umanjuje vrednost rada. Pojedini termini, takođe, nisu na nivou inženjerske terminologije.

Međutim, rad ipak daje dosta korisnih iskustava i može korisno da posluži inženjerima u praksi. Posebno su vredni snimci uočenih pojava, mada nisu uvek dati svi tehnički detalji o merenjima (merno mesto, okolnosti merenja, merna metoda i sl.).

Pitanja za diskusiju:

1. Koji metod merenja je primenjen u radu za snimanje opisanih pojava?
2. Kakav kvalitet uređaja za snimanje se pretpostavlja da bi snimljeni rezultati mogli da posluže za objašnjavanje pojava opisanih u radu ?
3. Na koji način (po kojim kriterijumima) je izvršeno grupisanje sumarnih podataka u vezi propada napona prikazano na slici 11 ?

Referati preuzeti iz STK A3 – Visokonaponska oprema

Referat A3-05

Određivanje zaštitnih udarnih nivoa metaloksidnih odvodnika sa polimernim kućištem u skladu sa IEC 60099-4/2004

Autori: L. Sikimić, Ž. Cvetković, N. Matić

U radu je razmatrana problematika određivanja zaštitnih nivoa metaloksidnih (MO) odvodnika prenapona sa polimernim kućištem. Ovi nivoi se određuju na osnovu merenja preostalih napona za različite oblike impulsnih strujnih talasa, definisanih standardom IEC 60099-4/2004. Na osnovu vrednosti zaštitnih karakteristika odvodnika definišu se ispitni podnosivi naponi za polimerna kućišta metaloksidnih odvodnika. U radu su date principijelne šeme strujnog impulsnog generatora i oscilogrami preostalih napona. Na primeru MO odvodnika prenapona naponskog nivoa 12/24 kV ilustrovan je celokupan postupak određivanja odgovarajućih zaštitnih nivoa.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori razmatrali mogućnost korišćenja nekonvencionalnih (opto-elektronskih) metoda i uređaja za merenje napona i struje?
2. Da li je bilo problema u ostvarivanju svih uslova definisanih standardom IEC 60099-4/2004?

Referat A3-06

Tipska ispitivanja distributivnih metaloksidnih odvodnika sa polimernim kućištem u radnim uslovima

Autori: L. Sikimić, Ž. Cvetković, N. Matić

Rad se bavi problematikom tipskih ispitivanja distributivnih metaloksidnih (MO) odvodnika prenapona sa polimernim kućištem u radnim uslovima. Ova ispitivanja su vršena prema standardu IEC 60099-4/2004, i spadaju u najkompleksniji deo ispitivanja odvodnika. S obzirom da je za izvodjenje tipskih ispitivanja u radnim uslovima na kompletnom odvodniku potreban relativno veliki iznos energije na strujnom impulsnom generatoru, to se u većini slučajeva navedena ispitivanja izvode na sekcijama odvodnika čiji naznačen napon ne sme da bude manji od 3 kV. U cilju utvrđivanja termičke stabilnosti MO odvodnika odnosno definisanja njegove energetske absorpcione moći izvršena su ispitivanja postupkom ubrzanog starenja i impulsnom strujom velike amplitude (4/10 μ s, 100 kA).

Prikazane su šeme ispitivanja i zaključeno je da je razmatran odvodnik zadovoljio navedeni ciklus ispitivanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se raspoloživom laboratorijskom opremom u potpunosti mogu izvršiti navedena ispitivanja?
2. Bilo bi svrsishodno da autori objasne eventualne teškoće na koje su nailazili u organizaciji i sprovođenju ovih ispitivanja.