

Studijski komitet A3 – VISOKONAPONSKA OPREMA

<i>predsjednik</i>	Prof. dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el.
<i>dopredsjednik</i>	Mr. Hasan Čaušević, dipl.ing.el.
<i>sekretar</i>	Nasiha Njemčević, dipl.ing.el.
<i>stručni izvjestioci</i>	Dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el. Dr. Almir Ahmethodžić, dipl.ing.el. Dr. Zijad Bajramović, dipl.el.ing. Nijaz Herenda, dipl.ing.el. Nasiha Njemčević, dipl.el. ing.

IZVJEŠTAJ

Za 11. Savjetovanje BH K CIGRE, Studijski komitet A3, definirane su slijedeće preferencijalne teme:

1. Dizajn aparata i primjena matematskog modeliranja u njihovom razvoju
2. Održavanje, sanacija, retrofit i revitalizacija visokonaponske opreme.
3. Prenaponi i pogonska iskustva u primjeni MO odvodnika prenapona.
4. Primjena polimernih izolatora i njihovo ponašanje u eksploataciji.
5. Monitoring i dijagnostika stanja visokonaponske opreme.

Za 11. Savjetovanje prispjelo je 9 referata i prihvaćeno je 9 referata. Ocjenjeno je da su za prvu preferencijalnu temu 8 referata i to: R.A3.01, R.A3.02, R.A3.03, R.A3.04, R.A3.05, R.A3.06, I.A3.01, I.A3.02 i jedan za preferencijalnu temu 2, referat R.A3.07. Njihov sadržaj se odnosi na aktuelnu problematiku u oblasti prekidača i ostalih aparata visokog napon, optimizaciju sklopnog elementa prekidača i određivanja parametara za uspješno prekidanje u uslovima sklapanja struja kratkih spojeva. Referati I.A3.01 i I.A3.02 su prihvaćeni kao informacija. Referat I.A3.01 je objavljen na 2013/IEEE International Conference on Solid Dielectrics, Bologna, Italy, Juni 30-July 4, 2013. Referat I.A3.02 je objavljen na 11 KONFERENCIJA SLOVENSКИH ELEKTROENERGETIKOV-Laško 2013.

R.A3.01. Armin Hajdarović, MoE, Prof.dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el., Mr.Sead Delić, dipl.ing.el.,
Mahir Muratović, MoE
Analiza raspodjele pritiska SF₆ gasa duž mlaznice realnog VN SF₆ prekidača
Izvjestioc: Dr. Almir Ahmethodžić, dipl.ing.el.

U radu je prikazan metod proračuna promjene vrijednosti pritiska SF₆ gasa u gasnom toku unutar izolacione mlaznice na primjeru realnog visokonaponskog SF₆ prekidača sa sklopnim elementom na klasičnom, potisnom (puffer) principu. Prikazani metod baziran je na korištenju dvaju programskih paketa: programa za računarsku simulaciju rada visokonaponskog SF₆ prekidača i programa ANSYS FLUENT. Program za računarsku simulaciju rada korišten je za određivanje početnih uvjeta odnosno ulaznih podataka za ANSYS FLUENT pomoću kojeg je konačno i vršen proračun raspodjele pritiska u gasnom toku.

Za pomenuti VN prekidač bili su na raspolaganju rezultati mjerenja vrijednosti pritisaka na određenim mjestima u izolacionoj mlaznici (u ulaznom dijelu, u grlu kao i izlaznom dijelu) dobijeni tokom prekidanja struje kratkog spoja. Na osnovu tih mjerenja te poznavajući pozicije senzora za mjerenje pritiska, bilo je moguće, sa zadovoljavajućom tačnošću, procijeniti krive raspodjele pritiska duž izolacione mlaznice u određenom trenutku. Kao najinteresantniji trenutak uzet je trenutak u kojem dolazi do konačnog gašenja električnog luka (strujna nula) te je za taj trenutak i

izvršen proračun. Nakon urađenog proračuna, izvršena je analiza raspodjele vrijednosti pritiska u gasnom toku te poređenje proračunatih sa eksperimentalno dobijenim vrijednostima. Dobijena su veoma zadovoljavajuća slaganja rezultata proračuna sa eksperimentalno dobijenim vrijednostima.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je, i ako jeste zašto, pored *ANSYS FLUENT-a* nužna upotreba i programa za računarsku simulaciju u postupku određivanja raspodjele pritiska u gasnom toku?
2. Koje su osnovne poteškoće u postupku određivanja raspodjele pritiska duž mlaznice prekidača?
3. Zašto je važno poznavanje raspodjele pritiska duž mlaznice prekidača?

R.A3.02. Amer Smajkić, MoE., Prof. dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el., Mahir Muratović, MoE.
VN prekidači sa dvostrukim kretanjem konataka-Karakteristike i primjena
Izvestioci: Dr. Almir Ahmethodžić, dipl.ing.el.

U radu su prezentirani principi rada, karakteristike i načini izvedbe različitih tipova mehanizma za dvostruko kretanje kontakata u sklopnim elementima visokonaponskih prekidača. Pokazane su izvedbe mehanizama koje koriste neki od vodećih svjetskih proizvođača, te prijedlog jedne nove izvedbe, koja doduše još nije našla primjenu u praksi, ali je interesantna jer se radi o vanjskom mehanizmu za dvostruko kretanje kontakata.

Prezentirani su rezultati simulacije konkretne izvedbe ovog mehanizma korištenjem programa za računarsku simulaciju rada visokonaponskog SF₆ prekidača koja ilustrativno pokazuje geometriju mehanizma. Koristeći program za računarsku simulaciju urađene su uporedne analize hoda i potrebne energije pogona za slučajeve sa i bez mehanizma sa dvostrukim kretanjem kontakata. Analiza uticaja primjene mehanizma za dvostruko kretanje kontakata na smanjenje vjerovatnoće ponovnih proboja kod sklapanja malih kapacitivnih struja data je u završetku ovog rada.

Pitanja za diskusiju:

1. Kvarovi na vanjskom DM mehanizmu kvalificiraju kao mali kvarovi (minor failures), za razliku od istih kvarova kod ostalih, tzv. unutrašnjih izvedbi DM mehanizama, koji se kvalificiraju kao veliki kvarovi (major failures). Ipak, danas se u praksi koriste isključivo prekidači sa DM mehanizmima koji se nalaze unutar sklopnog elementa. Zašto je to tako? Koji su nedostaci mehanizma za dvostruko kretanje sa vanjskom izvedbom koji, moguće je, sprečavaju širu upotrebu takvog koncepta?
2. Koji parametri i u kom trenutku (ili trenutcima ako ih ima više) nakon razdvajanja kontakata se uzimaju kao mjerodavni za podešavanje i analiziranje efikasnosti mehanizama za dvostruko kretanje i zašto?
3. Kolike pogonske energije se praktično dobijaju savremenim motornoopružnim pogonskim mehanizmima?

R.A3.03. Dejan Bešlija, MoE, Prof.dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el., Mr. Sead Delić, dipl.ing.el.,
Dr. Almir Ahmethodžić, dipl.ing.el.
Proračun stacionarnog isticanja SF₆ gasa kroz mlaznicu 420kV prekidača i raspodjele električnog polja
Izvestioci: Nijaz Herenda, dipl.ing.el.

U ovom radu je prikazan novi pristup analiziranju stanja u mlaznici VN prekidača u trenutku strujne nule kombinovanim proračunom tri različita programa. Ova analiza obuhvata simulaciju cjelokupne historije pomoću programa HV CB Simulation, čiji su rezultati za trenutak strujne nule korišteni da bi se proračunali ulazi prilagođeni ANSYS FLUENT – u. Analize su izvršene na realnoj izvedbi 420kV prekidača za različita trajanja luka. Proračuni u ANSYS FLUENT – u daju uvid u sve veličine koje dominantno određuju prekidnu moć prekidača, a među koje spadaju: maseni protok, pritisak, gustina, temperatura. Proračun distribucije električnog polja je izvršen u programskom paketu FLUX. Na primjeru istog 420kV prekidača je prikazan način na koji je moguće procijeniti probojni napon u jednom vremenskom trenutku. Pokazano je da probojni napon ne ovisi samo o raspodjeli električnog polja u datom trenutku, nego može biti određen i propadom gustine uslijed eventualne pojave udarnog talasa u divergentnom dijelu mlaznice.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je temperaturni opseg primjene NIST modela SF₆ gasa, a koji razvijenog modela?
2. Zašto nije izvršeno produžavanje proračunske domene na izlaznu komoru iz glavne mlaznice, kao što je to učinjeno kod pomoćne mlaznice?
3. Kako bi se ponašao tok u divergentnom dijelu glavne mlaznice povećavanjem odnosa pritiska ulazne i izlazne ravni glavne mlaznice?
4. Na koji način je dobijena kriva prikazana na Slici 7?

- R.A3.04. Dr. Zijad Bajramović, dipl.ing.el., Dr. Irfan Turković, dipl.ing.el., MSc., Adnan Mujezinović, dipl.ing.el. BSc., Emira Omanović, BSc., Nejra Velić
Minimalna rastojanja kao kriterij za odabir visokonaponske ispitne opreme u laboratoriji visokog napona
Izvestioci: Nijaz Herenda, dipl.ing.el.

U radu su definisani minimalni sigurnosni razmaci između pojedinih elemenata ispitne opreme i zidova zgrade u kojoj bi trebala biti smještena VN laboratorija. U tu svrhu je primijenjen IEC Standard 60060-1 koji definira minimalna sigurnosna rastojanja između pojedinih elemenata ispitne opreme i zidova objekta. Pri ovom razmatranju je najvažnija pozicija djelatnika napona, jer njegovo rastojanje od uzemljenih dijelova treba da bude najmanje jednako njegovoj visini. Prema predviđenom programu ispitivanja, sagledana je mogućnost izgradnje uz odgovarajući razmještaj ispitne opreme za generisanje, mjerenje i registrovanje izmjeničnih, udarnih i istosmjernih napona u raspoloživoj prostoriji ukupne površine 14,5x12,4 (m). U radu je zaključeno da postoji mogućnost izgradnje VN laboratorija u datoj prostoriji za ispitivanje elektroenergetske opreme namijenjene za ugradnju u postrojenja i dalekovode nazivnog napona do 110 kV.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li ima potrebe da se u budućnosti vrši ispitivanje elektroenergetske opreme i viših naponskih nivoa od 110kV?
2. Da li je razmatrana i druga lokacija za realizaciju VN laboratorije koja bi u slijedećoj etapi omogućavala ispitivanje elektroenergetske opreme viših naponskih nivoa od 110 kV?

- R.A3.05. Dr. Zijad Bajramović, dipl.ing.el., Dr. Irfan Turković, dipl.ing.el., MSc. Indira Prašović, dipl.ing.el.
Uticaj elemenata elektroenergetskih postrojenja na početni dio prelaznog povratnog napona pri prekidanju sabirničkog kratkog spoja
Izvestioci: Nasiha Njemčević, dipl.ing.el.

Referat obrađuje računarska istraživanja početnog dijela prelaznog povratnog napona (PPPN) pri prekidanju struja sabirničkog kratkog spoja. Date su osnovne karakteristike i definisani parametri PPPN-a u skladu sa IEC standardima. Izvršena je računarska analiza utjecaja pojedinih elemenata visokonaponskog postrojenja na parametre PPPN-a, korištenjem EMTP-ATP. Rezultati su provedeni za konkretno postrojenje 220 kV RP Kakanj prilikom prekidanja struja sabirničkog kratkog spoja prekidačem spojnog polja. Izvršena je usporedba proračunatih parametara PPPN-a sa vrijednostima definisanim u skladu sa postojećim IEC standardima.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako kondezatori ugrađeni paralelno prekidnim elementima prekidača utiča na PPPN?
2. Kako eventualno ugrađena prigušnica (naprimjer prigušnica zaograničenjenje struja kratkog spoja) utiče na PPPN?
3. U kom pravcu se mogu kretati dalja istraživanja PPPN-a?

- R.A3.06./R.B3.05. Msc. Mirza Matoruga, dipl.ing.el., Mr. sci. Halid Matoruga, dipl.ing.el.,
Dr. sci. Rasim Gačanović, dipl.ing.el., Dr. sci. Hamid Zildžo, dipl.ing.el.
Optimizacija geometrije ekrana izolacionog bušinga u metalom oklopljenom SF₆ plinom izoliranom 110 kV postrojenju
Izvestitelj: Dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el.

Rad pod navedenim naslovom sastoji se od pet poglavlja, uvoda, i popisa literature. Rad se sastoji od 10 stranica, 8 slika, 3 tabele i 3 numerisane jednačine.

U uvodu dati su osnovni podaci o metalom oklopljenim plinom SF₆ izoliranih visokonaponskih rasklopnih postrojenja te veličine koje imaju utjecaj na stanje visokonaponskog SF₆ provodnog izolatora.

U prvom poglavlju prikazan je matematski model i teoretske osnove elektrostatskih polja, načini zadavanja graničnih uslova u programskom paketu *COMSOL-Multiphysics*, uticaj promjene rastojanja između elektroda ili debljine dielektrika na intenzitet elektrostatičkog polja.

U drugom poglavlju data je verifikacija razmatranog modela na pločastom kondenzatoru gdje su rezultati proračuna uspoređeni sa analitičkim rezultatima.

U trećem poglavlju urađeni je primjer proračuna konfiguracije provodnog izolatora uz uzimanje različitih položaja ekrana koji utiče na raspodjelu potencijala odnosno napona.

U četvrtom poglavlju dati su rezultati proračuna i analiza rezultata proračuna koji treba da potvrde da li su za cijeli izolacioni sistem dobivene vrijednosti jačine elektrostatičkog polja ispod usvojenih dozvoljenih vrijednosti. Analiza rezultata se odnosi na područja koja su u zadatim granicama optimizacije u radu.

U petom poglavlju data su zaključna razmatranja, koja potvrđuju značaj dobijanja podataka o rasponu u kojem geometrija ekrana provodnog izolatora zadovoljava probojnu čvrstoću SF₆ gasa, tako da je konstruktoru ostavljena mogućnost izbora za njega najpovoljnije varijante, da bi se zadovoljilo zahtjevima izolacijskog nivoa (izdrži naponi). U radu je primjenjenom naučnih/stručnih metoda obrađen uticaj geometrija ekrana provodnog izolatora na probojnu čvrstoću SF₆ gasa, na autentičan način.

Na osnovi naprijed iznesenog stručni izvjestilac smatra da su ispunjeni svi formalni i suštinski uslovi za objavu rada, te predlaže da studijski komiteti B3 i A3 BOSANSKOHERCEGOVAČKOG KOMITETA CIGRE rad prihvate i objave.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je kriterij optimizacije dozvoljena jačina elektrostatskog polja. Da li model predložen u ovom radu može, za kriterij optimizacije, uzimati i druge kriterije osim elektrostatskog polja?
2. U radu je obrađen model elektrostatskog polja. Da li je optimizacija data u ovom radu primjenjiva i na druge modele polja?

R.A3.07. Mehmed Hadžić, dipl.ing.el.

Havarija prekidača u spojnom polju 110 kV u TS 400/110 kV Sarajevo 10

Izvjestio: Nijaz Herenda, dipl.ing.el.

U ovom radu je prezentiran jedan primjer havarije prekidača u TS 400/110 kV Sarajevo 10. Radi se o SF₆ prekidaču u spojnom polju. Prikazana je stručna analiza i identifikacija najvjerovatnijih uzroka događaja te su date smjernice za dalje djelovanje, da bi se preduprijedili isti ili slični događaji. Takođe su opisane aktivnosti poduzete kako bi se sanirala nastala havarija. Isto tako izvršeni su pregledi i mjerenja na prekidaču i pogonskom mehanizmu kako bi se konstatirali mogući uzroci nastanka kvara. S tim u vezi prikazano je uklopno stanje neposredno prije nastanka kvara i manipulacije koje su se vršile u momentu kvara. Prikazano je uklopno stanje neposredno prije događaja i manipulacije koje su se vršile u momentu kvara.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje mjere, osim navedenih, su poduzete ili će biti poduzete kako se u budućnosti nebi dogodile slične havarije na prekidačima ovog tipa i sličnih tipova?
2. Da li je nakon ove havarije na prekidačima ovog ili sličnog tipa sa porcelanskim izolatorima, uočena bilo kakva pukotina na cementnom zalivu između porcelana i priborice?

I.A3.01. Mahir Muratović, MoE., Prof. dr. Mirsad Kapetanović, dipl.ing.el., Dr. Almir Ahmethadžić, dipl.ing.el., Mr. Sead Delić, dipl.ing.el, Dr. Wang Byuck Suh

Nozzle Ablation model: Calculation of Nozzle Ablation Intensity and its Influence on State of SF₆ Gas in Thermal Chamber

Izvjestio: Nijaz Herenda, dipl.ing.el.

U radu je predstavljen novi model ablacije mlaznice kod visokonaponskih SF₆ prekidača. Novi model je inkorporiran u EnergoBos-ov program (HV CB Simulation) koji ima mogućnost kompletne simulacije procesa isklopa visokonaponskih SF₆ prekidača. Na osnovu brojnih eksperimentalnih rezultata intenziteta ablacije mlaznice izvršena je verifikacija pomenutog modela. Da bi se pokazao uticaj ablacije mlaznice na stanje SF₆ gasa u termalnom prostoru potrebno je bilo izvršiti i verifikaciju proračuna porasta pritiska u termalnom prostoru. Ovo je uspješno izvedeno na osnovu tri mjerenja pritiska tokom operacije prekidanja struje bliskog kratkog spoja. Naknadno, potvrđen je dvostruki efekat ablacije mlaznice na prekidnu moć visokonaponskog SF₆ prekidača.

Pitanja za diskusiju:

1. U čemu se razlikuje model ablacije mlaznice predstavljen u ovom radu od modela ablacije mlaznice koji su ranije najčešće korišteni i koje su njegove prednosti?
2. U radu je pokazan dvostruki efekat ablacije mlaznice: porast pritiska SF₆ u termalnom prostoru zbog isparavanja materijala mlaznice i pad pritiska u termalnom prostoru zbog povećanja prečnika grla mlaznice. Koji je od ova dva efekta ima dominantniji uticaj na prekidnu moć visokonaponskog SF₆ prekidača?
3. Da li je efekat ablacije mlaznice na prekidnu moć izraženiji kod visokonaponskih SF₆ prekidača tipa puffer?

- I.A3.02. M. Sc. Mario Kokoruš, dipl.ing.el., Mahir Muratović, MoE, Nedim Hajdarhodžić, dipl.ing.el., Kerim Balta, dipl.ing.el.
Proračun sistema uzemljenja transformatorske stanice
Izvestioci: Dr.sc. Zijad Bajramović, dipl.ing.el.

Prilikom projektovanja transformatorskih stanica, jedan od najvažnijih koraka je proračun parametara uzemljenja. U cilju dobijanja preciznijih rezultata proračuna uzemljenja korišten je programski paket CDEGS. Za potrebe ovih proračuna veoma je važno dobiti što je moguće preciznija mjerenja specifičnog otpora tla. Mjerenja specifičnog otpora tla se provode Wenner-ovom metodom, koristeći 4 sonde koje se ukopavaju na unaprijed određenom razmaku i dubini. Uzimajući u obzir definisanu dispoziciju električnog postrojenja transformatorske stanice, određuje se deset profila u kojima će biti izvršeno mjerenje specifičnog otpora tla. Definisani profili mjerenja moraju se rasporediti po cijeloj transformatorskoj stanici. Sa aspekta sigurnosti ljudi najbitnije je odrediti vrijednosti napona dodira i koraka. U radu je prezentirana analiza numeričkog proračuna uzemljenja transformatorske stanice 132/33/11kV u programskom paketu CDEGS. Provedene su analize napona dodira i koraka u određenim tačkama. Ove analize treba da ukažu na mjesta u kojima je eventualno došlo do prekoračenja iznad dozvoljenih vrijednosti. U slučaju da sigurnosni kriteriji nisu zadovoljeni u bilo kojem području trafostanice treba predložiti mjere za njihovo smanjenje i izvršiti provjere.

Pitanja za diskusiju:

1. Proračun je proveden prema standardu IEEE 80-2000. Da li rezultati i načini proračuna napona koraka i dodira zadovoljavaju IEC standarde?
2. U proračunu je korišten CDEGS program. Imaju li autori iskustva sa drugim programima za proračun uzemljenja i zašto su se odlučili za CDEGS?