

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 28.4.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata Bojane Škrbić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Uporedna analiza postupaka za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Bojana Škrbić je rođena 22.4.1991. godine u Beogradu. Osnovnu školu „Jelena Četković“ u Beogradu završila je kao nosilac Vukove diplome i učenik generacije 2005/6, potom i Šestu beogradsku gimnaziju, prirodno-matematički smer, kao nosilac Vukove diplome i učenik generacije 2009/10. Osnovne akademske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisala je 2010. godine. Tokom studija ostvarila je prosek ocena 10,00 sa ukupno 55 položenih ispita. Tokom četvrte godine osnovnih studija stekla je tromesečno radno iskustvo u JP Elektromreža Srbije. Diplomski rad na temu „Proračun sklopnih prenapona u mrežama visokog napona“ odbranila je u septembru 2014. Godine pod mentorstvom prof. dr Zlatana Stojkovića. Od školske 2014/15 je student master studija na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu - smer Postrojenja i oprema. Položila je sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10,00. Od 1.4.2015. godine angažovana je na Katedri za elektroenergetske sisteme Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu kao saradnik u nastavi sa punim radnim vremenom. Tečno govori engleski i ruski jezik, a služi se nemačkim jezikom.

Nagrađivana je od strane Elektrotehničkog fakulteta kao najbolji student na modulu Energetika 2011, 2012, 2013. i 2014. godine. Dobitnik je nagrade iz Fonda profesora Mirka Milića za najboljeg studenta završne godine osnovnih akademskih studija Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Dobitnik je druge nagrade ETF BAFA USA za najbolji diplomski rad na osnovnim akademskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu u školskoj 2013/2014. godini. Kompanija Siemens d.o.o. Beograd dodelila joj je nagradu kao najboljem diplomiranom studentu na modulu Energetika. Tokom studija bila je stipendista ETF BAFA USA (ETF Belgrade Alumni & Friends Association, USA) za školsku 2012/2013. godinu, grada Beograda, DAAD (Deutsche Akademische Austausch Dienst) i Fonda za mlade talente.

2. Opis master rada

Master rad sadrži 7 poglavlja i literaturu. U Prvom poglavlju opisan je značaj tehnike visokog napona kao empirijske discipline koja je blisko povezana sa eksperimentima za verifikaciju različitih proračuna, dimenzionisanje i proizvodnje novih izolacionih materijala i tehnologija. Nesavršenosti materijala, propusti u proizvodnji i montaži opreme detektuju se visokonaponskim ispitivanjima. Predmet i cilj rada predstavljaju oprema za generisanje visokih napona industrijske učestanosti, oprema za njihovo merenje, postupci koji se primenjuju u praksi i zahtevi koje oprema mora da zadovolje.

U Drugom poglavlju definisani su standardi prema kojima se izvode ispitivanja izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti. Data je definicija horizontalnih standarda, koji

se odnose na elektroenergetski sistem u celini i celokupnu opremu, i vertikalnih standarda ili standarda opreme, u kojima su do detalja opisani postupci ispitivanja na određenoj vrsti opreme i prihvatljive granice ispitnih rezultata. Vertikalni standardi obično obuhvataju ne samo električna ispitivanja već i ispitivanja mehaničkih i termičkih karakteristika opreme. U radu su navedeni standardi objavljeni od strane Tehničkog komiteta 42 IEC, od kojih su najvažniji: IEC 60060-1: Generalne definicije i ispitni zahtevi, IEC 60060-2: Merni sistemi i IEC 60060-3: Definicije i zahtevi za terenska ispitivanja. Izvršena je klasifikacija ispitivanja visokim naizmeničnim naponom: a) Verifikacija koordinacije izolacije novih modela opreme tipskim testovima; b) Rutinska ispitivanja opreme prema relevantnom standardu opreme; c) Razvojna i istraživačka ispitivanja; d) Prijemna ispitivanja; e) Predkvalifikaciona ispitivanja (kod primene novih tehnologija); f) Ispitivanja pred puštanje u rad; g) Dijagnostička ispitivanja dugotrajnim naizmeničnim naponom; h) Dielektrična merenja i i) Merenja parcijalnih pražnjenja. Takođe, definisan je konvencionalan postupak ispitivanja standardnim kratkotrajnim podnosivim naponom industrijske učestanosti.

Sistemi za ispitivanje visokim naizmeničnim naponom obrađeni su u Trećem poglavlju. Definisani su sastavni elementi ovih sistema: sistem za napajanje, visokonaponski generator, sistem za merenje visokog napona, kontrolni sistem, dodatna merna oprema i ispitivani objekat. Tip visokonaponskog generatora određuje vrstu visokonaponskog ispitivanja pa su u nastavku detaljno opisani sistemi za ispitivanje koji se zasnivaju na primeni: 1) Ispitnih transformatora; 2) Rezonantnih kola i 3) Sistema za ispitivanje indukovanim naponom.

U Četvrtom poglavlju prikazani su postupci za izbor sistema za ispitivanje visokim naizmeničnim naponom u zavisnosti od prirode ispitivanog objekta. U nastavku su detaljnije razmotreni sistemi za ispitivanje rezistivnih, induktivnih i kapacitivnih objekata i data je njihova uporedna analiza. Rezistivna priroda objekta dominira u slučajevima ispitivanja objekta sa starom papirno-uljnom izolacijom, izolatora sa zaprljanom površinom, testova zagađenosti, ispitivanja nadzemnih vodova, ispitivanja korone i ispitivanja veštačkom kišom. Induktivno opterećenje naponskog izvora pri određenim frekvencijama ispitnog napona predstavljaju energetske transformatori, merni transformatori i prigušnice. Detaljno je prikazan postupak ispitivanja uljnih energetskih transformatora kao najvažnijih među navedenim elementima. Razmatrani su slučajevi kapacitivnog opterećenja sistema koje može imati vrednosti od nekoliko stotina pF (delila napona) do desetak μF (podvodni kablovi). Tipično, kapacitivnost od nekoliko desetina nF imaju ćelije GIS postrojenja ili neka komponenta tih ćelija.

U Petom poglavlju klasifikovani su uređaji za merenje visokog napona industrijske učestanosti. Date su karakteristike najčešće korišćenih uređaja za merenje visokog napona industrijske učestanosti, moguće greške u merenju i postupci za njihovo smanjenje.

Šesto poglavlje odnosi se na detaljan prikaz eksperimentalnog merenja visokog naizmeničnog napona u laboratorijskim uslovima i njegovu numeričku simulaciju. Merenje je sprovedeno u Laboratoriji za visok napon Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu na primeru ispitivanja metaloksidnih odvodnika prenapona visokim naponom industrijske učestanosti. Izvršena je uporedna analiza rezultata merenja koji su dobijeni primenom različitih mernih uređaja. Rezultati eksperimentalnih istraživanja potvrđeni su numeričkim simulacijama ostvarenim primenom savremenog programskog alata MATLAB/ Simulink.

Sedmo poglavlje je zaključak u kojem je opisan značaj odgovarajućeg izbora postupka ispitivanja izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti i predlog budućeg rada. Spisak literature sa 18 referenci dat je na kraju rada.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad kandidata Bojane Škrbić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, bavi se uporednom analizom postupaka za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti. U radu su jasno prikazani postupci za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti i njihova uporedna analiza. Dat je pregled standarda koji tretiraju problematiku ovog tipskog ispitivanja i postupaka merenja visokog napona industrijske učestanosti. U nastavku su prikazani sistemi zasnovani na primeni ispitnih transformatora, sistemi zasnovani na primeni rezonantnih kola i sistemi za ispitivanje indukovanim naponom. Obradeni su i modeli ovih sistema koji su realizovani primenom programskog alata MATLAB/Simulink. Poseban deo je posvećen sistemu za merenje visokog napona industrijske učestanosti i njegovim neophodnim karakteristikama. Kompletan postupak ispitivanja ovim naponom je ilustrovan u laboratorijskim uslovima na primeru metaloksidnog odvodnika prenapona.

Osnovni doprinosi rada su: 1) Prikaz različitih postupaka za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti i njihova uporedna analiza; 2) Pregled standarda i propisa koji se odnose na postupke za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti u zavisnosti od prirode objekta ispitivanja; 3) Pregled i izbor uređaja za merenje visokog napona industrijske učestanosti; 4) Numerička simulacija sistema za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti primenom programskog alata MATLAB/Simulink; 5) Prikaz postupka ispitivanja u laboratorijskim uslovima na realnom primeru metaloksidnog odvodnika prenapona.

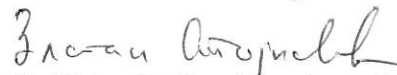
4. Zaključak i predlog


Kandidat Bojana Škrbić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, je u svom master radu uspešno prikazala različite postupke za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti i dala prikaz njihove uporedne analize. Ovaj rad je od značaja za proizvođače i korisnike visokonaponske opreme. Kandidat je iskazao samostalnost i sistematičnost u svom radu.

Na osnovu gore navedenog, a imajući u vidu da navedena tema pripada užoj naučnoj oblasti Elektroenergetski sistemi, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata Bojane Škrbić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Uporedna analiza postupaka za ispitivanje izolacije opreme visokim naponom industrijske učestanosti“ prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 7.9.2015. godine

Članovi komisije


Dr Zlatan Stojković, red. prof.


Dr Jovan Mikulović, vanr. prof.