

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 12.5.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada Milorada Zakića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Primena programskih alata u proračunu struja kratkih spojeva“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Milorad Zakić je rođen 17.9.1991. godine. Završio je Matematičku gimnaziju u Beogradu. Po završetku gimnazije upisao je Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu školske 2010/11. godine. Osnovne studije na Odseku za energetiku, smer Elektroenergetski sistemi završio je 9.7.2014. godine sa prosečnom ocenom 8,50. Master akademske studije, smer Mreže i sistemi, upisao je 2014. godine. Položio je sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 9,60. Trenutno je zaposlen na poslovima projektovanja elektroenergetskih objekata.

2. Opis master rada

Master rad obuhvata 37 strana, sa ukupno 17 slika i 6 tabela. Rad sadrži 7 poglavlja uključujući i literaturu. U prvom poglavlju definisan je kratak spoj kao poremećeno stanje elektroenergetskog sistema (EES). Navedeni su uzroci nastanka ovog kvara kod nadzemnih vodova, kablovskih vodova, energetskih transformatora i generatora. Sistematizovane su vrste kratkih spojeva uz napomenu da se preko 70% kratkih spojeva kod nadzemnih vodova odnosi na jednofazni kratak spoj sa dodirom sa zemljom i da se veliki procenat ovih kvarova, s obzirom na prolazni karakter, eliminiše tehnikom automatskog ponovnog uključenja. Naglašeno je da je pojava trofaznog kratkog spoja, kao najkritičnijeg kvara, u visokonaponskim mrežama veoma retka, ali se ni u kom slučaju ne sme zanemariti. U cilju zaštite elemenata EES-a, proračun struja kratkih spojeva je neophodan i cilj ovog rada se odnosio na primenu dva različita načina proračuna: klasičnom metodom (jednom od najčešćih metoda korišćenih u praksi) i primenom programskog alata CAPE.

U drugom poglavlju prikazan je postupak proračuna vremenskog toka i karakterističnih vrednosti struja kratkih spojeva, što je neophodno za odgovarajuću proveru opreme na mehanička i toplotna naprezanja. Od više metoda za proračun kratkih spojeva, izložena je jedna od najčešće korišćenih metoda, koja se zasniva na primeni Tevenenove teoreme i teoreme superpozicije. U nastavku je prikazana teorija simetričnih komponenti čija primena omogućuje analizu nesimetričnog kratkog spoja. Za različite vrste kvarova prikazan je postupak proračuna struja i napona direktnog, inverznog i nultog redosleda.

Na tržištu postoji više programskih alata koji poseduju modul za proračun kratkih spojeva. U trećem poglavlju je opisan programski alat CAPE kao jedan od najčešće korišćenih alata u praksi. Programski alat CAPE i njegov modul za proračun struja kratkih spojeva Short circuits omogućuju automatizaciju proračuna struja kratkih spojeva u praktično svim slučajevima koji su od značaja za projektantsku praksu. Ovaj modul ima mogućnost programiranja i povezivanja sa drugim aplikacijama, uključujući i programe za rad sa bazama podataka. S obzirom na masovnu primenu digitalne relejne zaštite, od posebnog značaja jeste povezanost ovog modula sa modulom za koordinaciju izbora i rada digitalne relejne zaštite. Naglašeno je da CAPE predstavlja jedan od najmoćnijih programskih alata u ovoj oblasti. Njegova primena doprinosi automatizaciji izrade projektne dokumentacije, čime se postiže povećanje produktivnosti. U nastavku su navedeni svi moduli programskog alata CAPE, od kojih su detaljno opisani : editor baze podataka, modul za modelovanje jednopolne šeme, modul za proračun struja kratkih spojeva, modul za simulaciju rada sistema relejne zaštite i modul za koordinaciju rada relejne zaštite.

U četvrtom poglavlju je data uporedna analiza rezultata za dva postupka izbora: 1) Klasičan način postupka; 2) Postupak zasnovan na primeni programskog modula Short circuits programskog alata CAPE. Naglašene su prednosti primene ovog programskog alata u primerima složenih elektroenergetskih objekata. U petom poglavlju prikazan je postupak koordinacije izbora i rada zaštitnih uređaja u funkciji proračunatih vrednosti struja kratkih spojeva. Analizirana je selektivnost kao jedna od najvažnijih osobina zaštitnih uređaja. Koordinacija rada je izvršena primenom programskog alata CAPE, odnosno njegovog modula Coordination Graphic, čime je omogućeno sprovođenje grafičke evaluacije koordinisanosti među selektovanom grupom zaštitnih uređaja i podešavanje istih. Kao primer je naveden postupak podešavanja skupa zaštitnih funkcija koji se predlaže za zaštitu bloka generator – blok transformator i zaštitnih funkcija koje se predlažu za zaštitu transformatora.

Šesto poglavlje odnosi se na zaključak u kojem je opisan značaj primene savremenog programskog alata kakav je CAPE i sprovođenje postupka koordinacije izbora i rada zaštitnih uređaja. Spisak literature sa 7 referenci dat je na kraju rada.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad kandidata Milorada Zakića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, bavi se primenom programskih alata u proračunu struja kratkih spojeva. Rad sadrži uporedni prikaz klasičnog postupka proračuna struja kratkih spojeva i postupka zasnovanog na primeni savremenog programskog alata kakav je CAPE. Na primeru postojeće transformatorske stanice prikazan je celokupan postupak koji je neophodno sprovesti u proračunu struja kratkih spojeva i podešenja zaštitnih uređaja, kao i prednosti primene razmatranog programskog alata.

Osnovni doprinosi rada su: 1) Dat je prikaz teorijskog uvoda o vrstama kratkih spojeva i metodologiji proračuna; 2) Dat je opis programskog alata CAPE i njegovog modula za proračun kratkih spojeva Short circuits, kao jednog od najčešće korišćenih alata u projektovanju; 3) Dat je uporedni prikaz proračuna kratkih spojeva prema najčešće korišćenim postupcima u praksi; 4) Prikazan je postupak koordinacije izbora i rada digitalne relejne zaštite u funkciji proračunatih karakterističnih vrednosti struja kratkih spojeva.

4. Zaključak i predlog

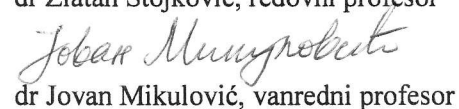
Kandidat Milorad Zakić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, je u svom master radu uspešno prikazao postupak primene programskog alata CAPE u proračunu struja kratkih spojeva. Kandidat je iskazao upornost i samostalnost u svome postupku koji je prilagodio savremenim zahtevima za projektovanje zaštite transformatorskih stanica i razvodnih postrojenja. Posebno je pokazao smisao za sprovođenje postupka modelovanja i simulacija primenom savremenog programskog alata CAPE.

Na osnovu gore navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata Milorada Zakića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Primena programskih alata u proračunu struja kratkih spojeva“ prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 4.4.2016. godine

Članovi komisije


dr Zlatan Stojković, redovni profesor


dr Jovan Mikulović, vanredni profesor