

## NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu na 774. sednici održanoj 20.05.2014. godine imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu magistarskog rada Nikole Miladinovića „Ekspertski sistem za procenu pogonskog stanja transformatora analizom transformatorskog ulja“.

Komisija je pregledala priloženi rad i dostavlja Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci

Nikola Miladinović je rođen 06. februara 1976. godine u Beogradu. Osnovnu školu i Prvu beogradsku gimnaziju završio je u Beogradu. Osnovne studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je 1995. godine. Na istom fakultetu diplomirao je 2002. godine na Odseku za računarsku tehniku i informatiku. Magistarske studije na Elektrotehničkom fakultetu, na smeru Softverski sistemi, upisao je 2005. godine. Sve ispite predviđene planom magistarskih studija položio je sa ocenom 10.

Po završetku osnovnih studija i odsluženog vojnog roka, jula 2003. godine se zaposlio u Elektrotehničkom institutu „Nikola Tesla“ u kome i danas radi na razvoju softvera primenjenog u elektroenergetici. Radio je na nekoliko projekata Ministarstva prosvete nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Autor je i koautor 15 radova objavljenih na domaćim konferencijama i u domaćim časopisima.

#### 2. Predmet i cilj istraživanja

Energetski transformatori su veoma značajne komponente u elektroenergetskom sistemu, kako na strani proizvodnje tako i na strani prenosa i distribucije i imaju ogromnu upotrebnu vrednost samo onda kada ispravno rade. Veliki energetske transformatori danas predstavljaju najveće investicije u elektroenergetskim sistemima. Iz tih razloga praćenje stanja i dijagnostika transformatora je od najvišeg prioriteta.

Predmet rada je razvoj ekspertskog sistema za procenu pogonskog stanja transformatora analizom rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja. Ispitivanje transformatorskog ulja predstavlja bitan dijagnostički alat za određivanje pogonskog stanja transformatora, posebno zbog mogućnosti uzorkovanja ulja dok je transformator u pogonu pod opterećenjem. To omogućava brz i pouzdan zaključak o pogonskoj spremnosti, mogućoj pojavi kvara i prirodni potencijalno prisutnog kvara, a sve u radnim uslovima. U okviru Laboratorije za izolaciona ulja Instituta „Nikola Tesla“ razvijena je aplikacija za unos rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja.

Cilj rada je razvoj ekspertskog sistema za tumačenje dijagnostičkih rezultata ispitivanja primenom savremenih softverskih alata, kako bi u okviru aplikacije postojala pomoć pri donošenju odluka o interpretaciji rezultata ispitivanja i pogonskoj spremnosti transformatora. Značaj ispitivanja ulja posebno je istaknut uvođenjem on-line merenja sadržaja gasova i vode u ulju, što je dodatno podstaklo potrebu za postojanjem ekspertskog sistema za automatsko tumačenje dobijenih rezultata.

#### 3. Sadržaj i organizacija rada

Obim magistarskog rada je 91 strana, podeljen je u 9 poglavlja i sadrži 52 tabele, 32 slike i 47 citiranih referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod, u kome je predstavljen značaj transformatorskog ulja i ekspertskog sistema za procenu pogonskog stanja transformatora.

U drugom poglavlju su opisane analiza sadržaja gasova u transformatorskom ulju, i metode za interpretaciju rezultata gasnohromatografske analize. Predstavljene su metode za interpretaciju koji se nalaze u međunarodnim standardima, i koje koriste domaće i međunarodne laboratorije.

U trećem poglavlju je dat deo teorije fazi logike, koja se koristi u realizaciji ekspertskog sistema.

U četvrtom poglavlju su prikazana tri ekspertska sistema za analizu sadržaja gasova u transformatorskom ulju objavljena u literaturi. Predstavljene su osnovne karakteristike i istaknuti nedostaci navedenih sistema.

U petom poglavlju je predstavljena realizacija ekspertskog sistema za procenu pogonskog stanja transformatora analizom transformatorskog ulja. U okviru ekspertskog sistema su implementirane metode za interpretaciju po međunarodnim standardima, a na pomenute metode je primenjena i fazi logika. Za realizaciju ekspertskog sistema su korišćeni savremeni softverski alati i baze podataka.

U šestom poglavlju je data diskusija rezultata dobijenih primenom razvijenog ekspertskog sistema sa rezultatima stručnog tima Laboratorije za izolaciona ulja Instituta Nikola Tesla. Poređena su procenjena stanja izolacije dobijena na osnovu rezultata gasnohromatografske analize sa raznih tipova transformatora, u dužem vremenskom periodu.

U sedmom poglavlju je dat zaključak celokupnog rada. Sumirani su doprinosi rada i dati pravci daljeg razvoja i unapređenja. Na kraju se nalazi spisak literature koja obuhvata knjige, studije, standarde i stručne radove sa domaćih i međunarodnih konferencija.

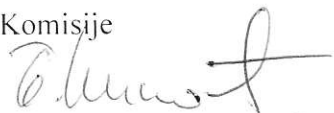
#### 4. Zaključak i predlog

Prema mišljenju članova Komisije, predloženi magistarski rad se odnosi na primenu ekspertskih sistema u proceni pogonskog stanja transformatora i sadrži nekoliko bitnih elemenata. Rad sadrži prikaz osnova gasnohromatografske analize i najbitnijih metoda za interpretaciju rezultata. Opisana su tri postojeća ekspertska sistema koji se bave primenom ekspertskih sistema u gasnoj analizi transformatorskog ulja. Realizovan je ekspertski sistem u okviru koga su implementirani individualna statistička analiza pojedinačnih transformatora, tipska statistička analiza transformatora i metode za interpretaciju po IEC i IEEE standardima, a na pomenute metode je primenjena i fazi logika. Predloženi ekspertski sistem je verifikovan poređenjem sa rezultatima Laboratorije za izolaciona ulja Instituta „Nikola Tesla“ koja se merenjem i dijagnostikom transformatorskog ulja bavi više od 40 godina.

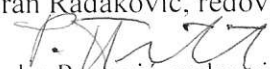
Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Nikole Miladinovića pod naslovom „Ekspertski sistem za procenu pogonskog stanja transformatora analizom transformatorskog ulja“ prihvati kao magistarski rad i odobri javnu usmenu odbranu.

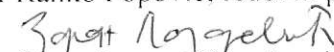
U Beogradu 30.05.2014. godine

Članovi Komisije

  
Dr Boško Nikolić, vanredni profesor

  
Dr Zoran Radaković, redovni profesor

  
Dr Ranko Popović, redovni profesor

  
Dr Zoran Lazarević, redovni profesor