

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za drugi stepen studija Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovala nas je za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidata **Nikole Božića** pod naslovom „**Razvoj aplikacije za kontinualno nadgledanje rada transformatora u termoelektranama primenom bežičnih senzorskih mreža**“. Nakon pregleda rada podnosimo Nastavno-naučnom veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Nikola Božić je rođen 30. aprila 1990. godine u Beogradu. Završio je VIII gimnaziju u Beogradu. 2009. godine upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu. Diplomirao je u septembru 2013. godine na Odseku za telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Radio komunikacije, odbranom diplomskog rada „*Analiza jedne primene Smart Grid tehnologije*“. Diplomsko-akademske master studije na Elektrotehničkom fakultetu, smer Sistemsko inženjerstvo i Radio komunikacije, upisao je 2013. godine.

2. Predmet master rada

Elektroenergetski sistemi su suočeni sa radikalnim promenama nastalim činjenicom da treba promeniti stare metode snabdevanja energijom i iskoristiti brz razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija. Da bi se postigla pouzdana i efikasna kontrola sistema cilj je da svi sistemi konvergiraju u *Smart Grid*. Jedna od komunikacionih tehnologija koja može da posluži za ovu svrhu jesu bežične senzorske mreže. U današnjem modernom svetu, bežične senzorske mreže (*Wireless Sensor Network* - WSN), odnosno bežični pristup mrežama, postao je realnost. Bežične mreže počele su svoj razvoj kao dodatak žičanim mrežama. Osnovna ideja bila je obezbeđivanje zone pokrivanja na lokacijama gde nije bilo pogodno, ili je bilo previše skupo, da se provlače kablovi. Vremenom se pokazalo da bežični pristup pruža ogromne mogućnosti. Prisutna revolucija u komunikacionim sistemima omogućila je revoluciju elektroenergetskih sistema i pruža mogućnost mnogo većeg praćenja i kontrole tokom rada sistema. Međutim, zbog obimnosti ovakvih sistema, oni povlače i obimne investicije: svaka značajna promena će biti skupa, pa samim tim zahteva i pažljivu analizu. Značaj *Smart Grida* je veliki i to iz više razloga: omogućava automatsko preusmeravanje snage, promenu opterećenja, i/ili kontroliše pojedinačne komponente elektroenergetskog sistema kako bi ispoštovao sva ograničenja i sprečio havarije na mreži. Monitoringom se predviđaju kvarovi na mreži, čime se smanjuju troškovi održavanja i opravke. Inteligentno upravljanje mrežom pomaže adekvatniju distribuciju struje.

Pod informacionim i komunikacionim tehnologijama sa aspekta *Smart Grid-a* podrazumevaju se dvosmerne telekomunikacione tehnologije koje mogu da obezbede konekciju između različitih komponenti energetskih sistema, kao i neophodan hardver i softver koji omogućavaju i održavaju sigurnost informacija i standarda kako bi obezbedili skalabilnost i interoperabilnost informacionih i komunikacionih sistema.

Cilj master rada bio je formiranje jedne bežične senzorske mreže integracijom *National Instruments* (NI) *CompactRIO* (Crio) platforme, NI-*Wireless Sensor Network* (WSN) platforme, kao i *real-time, standalone*, aplikacije za upravljanje sistemom. Moduli će biti iskorišćeni za merenje temperature, struje i napona, koji predstavljaju ulazne parametre koje, u ovom radu razvijena, softverska aplikacija koristi za upravljanje radom dva ventilatora koji će se automatski uključivati/isključivati u skladu sa porastom/snižavanjem temperature transformatorskog ulja. Rezultati ovog rada će biti iskorišćeni za potrebe monitoringa u termoelektranama sa dve rashladne grupe.

Mreža se sastoji od jedne NI-Crio šasije NI-9796 koja je umrežena sa računarom preko *Ethernet-a*. Ulogu *gateway-a* u mreži obavlja modul C serije NI-9795, koji prosleđuje merne signale sa WSN modula. Iskorišćena su 2 WSN modula. Jedan od modula, NI 3226 komunicira sa *CompactRIO-m* bežičnim putem i upravlja radom ventilatora preko digitalnih izlaza. Takođe, ovaj WSN modul je konfigurisan u *mesh* modu rada kako bi prosleđivao merne signale sa drugog WSN modula (NI-3202) do *gateway-a* NI-9795. Na ovaj način rešen je problem nepostojanja direktne optičke vidljivosti između daljeg (fizički) modula i *gateway-a*. *CompactRIO*, kao i ventilatori, napajaju se pomoću NI napajanja, dok se WSN moduli napajaju pomoću četiri alkalne baterije, međutim, postoji i mogućnost napajanja WSN modula sa mreže. Pomoću *real-time* aplikacije koja od senzora dobija podatke o temperaturi transformatorskog ulja, u zavisnosti od unapred definisanog temperaturnog praga, odnosno pragova (pošto ima dva ventilatora), pale se, odnosno gase ventilatori.

3. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidata Nikole Božića „Razvoj aplikacije za kontinualno nadgledanje rada transformatora u termoelektranama primenom bežičnih senzorskih mreža“, obuhvata 53 strane štampanog teksta sa 56 slika i 3 tabele. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, sedam poglavlja, zaključak, spisak literature i prilog.

4. Sadržaj i analiza rada

Prvo poglavlje predstavlja uvod u rad u kome je dat je kratak opis teme kojom se bavi master rad, ukazano na značaj primenjene metodologije i izbor tehnologije.

U drugom poglavlju uvedene su pojedinosti vezane za dizajn mreže, blok dijagram sistema, kao i način funkcionisanja realizovane mreže.

Treće poglavlje opisuje eksperiment kojim se ispituje mogućnost meš moda rada korišćenih modula i utvrđuje domet meš mreža (fizičko rastojanje najdaljeg čvora od *gateway*-a). Data je postavka i ilustrovan eksperiment koji je izvršen u prostorijama elektrotehničkog instituta Nikola Tesla.

Kroz četvrto poglavlje dat je detaljni opis korišćenog hardvera, njegovih karakteristika, načini instalacije, kao i spisak potrebnog softvera kako bi se omogućilo povezivanje hardverskih komponenti sistema sa računarnom. U ovom poglavlju dat je i osnovni pregled meš mreža čiji je princip rada zasnovan na 802.15.4 protokolu, kao i opis mogućih problema pri realizaciji meš mreža koristeći NI opremu i načini prevazilaženja istih. Detaljno su opisani modovi rada korišćeni za merenja u realizovanoj mreži.

Peto poglavlje sadrži detaljno opisan način realizacije čitave mreže, kao i prikaz električne šeme sistema.

U šestom poglavlju opisan je proces povezivanja NI-Crio platforme i računara, konfigurisanje korišćenih modula i podešavanja IP adresa. Takođe, opisan je i korisnički interfejs MAX u kome je izvršena konfiguracija mreže i napravljena lista autorizovanih čvorova, kao i odabir modova rada istih. Opisan je proces spuštanja adekvatnog softvera potrebnog za rad na kontroler korišćene šasije.

Sedmo poglavlje sadrži opis pravljenja projekta u korišćenom softverskom paketu LabView, kao i dodavanje korišćene opreme i mernih signala u sam projekat i prikaz mernih rezultata upotrebljenih za dalju logiku u razvoju aplikacije za upravljanje.

U zaključku je istaknut cilj rada, postignuti rezultati i značaj ovakvih mreža.

Prilog kao poslednje poglavlje ovog rada sadrži slike realizovane mreže, kao i opis realizovane aplikacije za upravljanje i njen grafički prikaz. Uz ovaj rad, kao prilog, nalaze se i dva video zapisa koji vizuelno prikazuju način rada mreže i napravljeni korisnički interfejs.

5. Zaključak i predlog

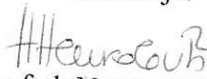
Master rad Nikole Božića prikazuje rezultate korišćenja bežičnih senzorskih meš mreža u energetskim sistemima za *on-line* monitoring transformatora. Glavni doprinosi master rada su sledeći:

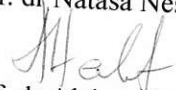
- Date su i objašnjene osnovne karakteristike WSN mreža zasnovanih na *NI-CompactRIO* i *NI-WSN* platformi sa primenom u industrijskim uslovima.
- Formirana je WSN mreža u cilju simulacije realnog sistema za *on-line* monitoring transformatora u termoelektranama koje su do sada koristile ili WSN platformu ili *CompactRIO* platformu. U laboratorijskim uslovima ispitan je rad mreže nastale integracijom WSN i *Crio* platforme.
- Razvijena je aplikacija koja se koristi za upravljanje radom dva ventilatora koji se automatski uključuju/isključuju u skladu sa porastom/snižavanjem temperature (podaci o promeni temperature okruženja koje se prati dobijaju se preko mreže koju formiraju bežičnih senzorskih čvorovi koji, istovremeno, prate promenu temperature).
- Formirana je laboratorijska vežba iz predmeta Bežične mreže čiji je cilj da se studenti upoznaju sa principom funkcionisanja WSN mreža i prateći uputstva samostalno formiraju jednu WSN mrežu koriste prethodno objašnjenu aplikaciju.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Nikole Božića, pod naslovom „Razvoj aplikacije za kontinualno nadgledanje rada transformatora u termoelektranama primenom bežičnih senzorskih mreža“, prihvati kao master tezu i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 15.12.2014.

Članovi komisije:


Prof. dr Nataša Nešković


Prof. dr Aleksandar Nešković