

KOMISIJI ZA STUDIJA II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Komisije za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, koja je održana 10.09.2013. godine, imenovani smo u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidatkinje Katarine Đorđević, dipl. inž., pod naslovom „Realizacija inteligentnog senzora temperature korišćenjem programabilnog sistema na čipu“. Komisija je pregledala priloženi rad i podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Katarina Đorđević je rođena 23. 06. 1985. god. u Majdanpeku. Osnovnu školu je završila u Kučevu a Matematičku gimnaziju u Beogradu. Po završetku srednje škole, 2004. godine se upisuje na osnovne studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Diplomirala je u oktobru 2010. god. na Odseku za elektroniku. Studije je završila sa prosečnom ocenom 8.98. Diplomski rad je ocenjen ocenom 10. Školske 2010/2011. godine upisala se na diplomatske akademske (master) studije na Odseku za elektroniku. Položila je sve ispite na master studijama sa prosečnom ocenom 9,80. Po diplomiranju zaposlila se u firmi Asseco SEE u kojoj je i trenutno zaposlena kao software developer.

2. Opis i organizacija master rada

Master rad kandidatkinje Katarine Đorđević sadrži 98 strana teksta, zajedno sa slikama, spiskom literature i dodacima. Rad je podeljen na 6 poglavlja.

U uvodnom poglavlju master rada opisan je predmet i cilj rada i dat sadržaj i očekivani rezultati. Posle uvodnog poglavlja sledi poglavlje posvećeno merenju temperature pomoću platinskih otpornih senzora. U ovom poglavlju dat je kratak osvrt na istorijat i metode merenja temperature. Detaljnije su opisani platinski otporni senzori, njihove karakteristike i tehnologije izrade kao i metode merenja temperature pomoću platinskih otpornih senzora. Takođe, analizirani su mogući izvori grešaka usled nesavršenosti samih senzora i sistema za merenje i akviziciju signala.

U trećem poglavlju je opisana arhitektura programabilnih sistema na čipu i metodologija projektovanja elektronskih uređaja korišćenjem programabilnih sistema na čipu. U ovom poglavlju je dat pregled osnovnih karakteristika čipova PSoC (*Programmable System-on-Chip*) familije proizvođača Cypress, koji će biti korišćeni u realizaciji inteligentnog senzora temperature u okviru ovog master rada.

Četvrto poglavlje ovog rada opisuje realizaciju inteligentnog senzora temperature na osnovi Pt100 senzorskog elementa. U cilju redukovanja greške merenja implementirana je metoda referentne otpornosti za kompenzaciju ofseta i nelinearnosti kola za kondicioniranje analognog signala i konverziju mernog signala u digitalni ekvivalent. U ovom poglavlju opisano je rešenje inteligentnog senzora sa automatskom detekcijom prekida jednog od provodnika koji se koristi za povezivanje senzora i automatskom rekonfiguracijom kola za napajanje i kondicioniranje signala ako do prekida dođe.

U petom poglavlju master rada iznet je postupak ispitivanja i dati su rezultati testiranja inteligentnog senzora temperature koji koristi Pt100 senzorski element. U zaključku su rezimirana iskustva stečena u izradi master rada koja se odnose na mogućnosti primene sistema na čipu u realizaciji inteligentnog senzora temperature. U ovom poglavlju dat je osvrt na ostvarene rezultate i sistematizovane su prednosti i nedostaci primene sistema na čipu u realizaciji inteligentnih senzora. Na kraju rada je dat spisak korišćene literature.

Rad sadrži i tri dodatka A, B i C. Dodatak A sadrži kratko upustvo za korišćenje integrisanog razvojnog okruženja *PSoC Creator*. U dodatku B dat je detaljan opis komponente RTD kalkulator koja se koristi za iznalaženje merene temperature. U dodatku C je opisan razvojni sistem *CY6CKIT-050 PSoC 5 Development Kit* koji je korišćen u realizaciji inteligentnog senzora temperature.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Predmet ovog master rada je analiza mogućnosti primene programabilnih sistema na čipu u realizaciji inteligentnih senzora temperature koji koriste metalne otporne senzorske elemente. Cilj rada je da se projektuje i realizuje inteligentni senzor temperature korišćenjem programabilnog sistema na čipu i da se verifikuju njegove funkcionalne i merne karakteristike.

U prvom delu rada izložena je problematika merenja temperature platinskim otpornim senzorom kroz razmatranje karakteristika, metodologije merenja i analize grešaka pri merenju. Posebna pažnja posvećena je analizi izvora greške pri merenju uključujući različite metode povezivanja senzorskog elementa, nesavršenosti senzora i kola za povezivanje, kondicioniranje i konverziju mernog signala.

Za uspešno rešavanje postavljenog zadatka bilo je potrebno detaljno se upoznati sa raspoloživim programabilnim sistemima na čipu i izabrati pogodan za realizaciju inteligentnog senzora temperature koji koristi Pt100 senzorski element. Izvršen je izbor savremenog sistema na čipu PSoC familije firme *Cypress Semiconductor* koji pruža velike mogućnosti za realizaciju inteligentnih mernih pretvarača. Na osnovu sprovedenih analiza izvršeno je projektovanje i realizacija inteligentnih senzora temperature korišćenjem Cypress CY8C52LP programabilnog sistema na čipu. Razvoj hardvera i softvera uređaja vršen je u integrisanom razvojnem okruženju *Cypress PSoC Creator*. Za implementaciju inteligentnog senzora korišćen Cypress *CY6CKIT-050 PSoC 5 Development Kit*.

U cilju redukovanja merne nesigurnosti predloženo je četvorožično povezivanje senzorskog elementa i primena metode referentne otpornosti u kondicioniranju i konverziji mernog signala. Predložene metode su implementirane u okviru master rada i izvršena je analiza ostvarenih rezultata. Kroz praktičnu realizaciju inteligentnog senzora testirane su mogućnosti zadovoljavanja specificiranih zahteva po pitanju tačnosti merenja i mogućnosti kalibracije uređaja. Posebna pažnja posvećena je implementaciji funkcija rekonfiguracije inteligentnog senzora. U radu je predložena i implementirana metoda detekcije prekida u jednom provodniku kada se vrši četvorožično povezivanje senzorskog elementa i automatizovana rekonfiguracija i prelazak na trožično povezivanje bez značajnog uticaja na tačnosti merenja.

Predloženo rešenje inteligentnog senzora temperature na osnovi programabilnog sistema na čipu je testirano korišćenjem niza otpornika poznate i precizno izmerene otpornosti čije vrednosti odgovaraju otpornosti Pt100 senzora u opsegu od -200 °C do + 850 °C. Rezultati merenja su pokazali da je greška merenja manja od 1 °C u posmatranom temperaturnom opsegu.

4. Zaključak i predlog

U cilju sagledavanja mogućnosti primene programabilnih sistema na čipu u realizaciji inteligentnog senzora temperature kandidatkinja Katarina Đorđević je sistematično analizirala metode merenja temperature korišćenjem metalnih otpornih senzora. Posebna pažnja posvećena je analizi izvora grešaka pri povezivanju, kondicioniranju i konverziji mernih signala kada se kao senzorski element koristi platinski otporni senzor Pt100.

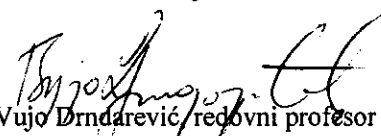
Na osnovu izvršenih analiza i postavljenih zahteva kandidatkinja je predložila arhitekturu, projektovala i realizovala inteligentni senzor temperature korišćenjem programabilnog sistema na čipu Cypress CY8C52LP. Kompletna funkcionalnost senzora ostvarena je programski, korišćenjem

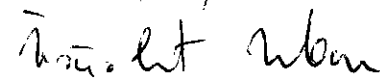
programabilnih analognih i digitalnih blokova i 32-mikrokontrolera ARM arhitekture, smeštenih na istom čipu. Sva istraživanja i razvoj kandidatkinja je sprovela samostalno, pokazujući veliku sposobnost analitičkog sagledavanja i rešavanja postavljenog zadatka i veštinu u primeni softverskih alata za rad sa programabilnim sistemima na čipu. Rezultati testiranja realizovanog senzora temperature pokazala su da su postavljeni zahtevi kako u pogledu funkcionalnosti tako i po pitanju tačnosti merenja u potpunosti ispunjeni.

Na osnovu prethodno navedenog, imajući u vidu sadržaj i kvalitet priloženog rada, rezultate i zaključke do kojih je kandidatkinja u svom samostalnom radu došla, članovi Komisije predlažu Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da master rad kandidatkinje Katarine Đorđević pod naslovom „Realizacija inteligentnog senzora temperature korišćenjem programabilnog sistema na čipu“ prihvati kao master rad i kandidatkinji odobri usmenu odbranu.

Beograd, 19.09.2013. godine

Članovi komisije:


dr Vujo Đorđević, redovni profesor


dr Ivan Popović, docent