

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 26.8.2014. godine imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Milana Zorića pod naslovom „Ispitivanje karakteristika delta-sigma modulatora ADS1201“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci kandidata

Milan B. Zorić rođen je 18.03.1986. u Bihaću. Završio je Matematičku gimnaziju u Beogradu sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet je upisao 2004. godine, na Odseku za elektroniku. Diplomirao je u oktobru 2008. sa prosečnom ocenom na ispitima 8.89, na diplomskom 10. Master studije je upisao prvi put 2009, kada je položio sve ispite sa prosečnom ocenom 10. Bio na studentskoj praksi u trajanju od 3 meseca u firmi Elsys-Eastern Europe gde je radio na projektovanju integrisanih kola u VHDL-u, a zatim na praksi u firmi Mikroelektronika gde je projektovao integrisane računarske sisteme. Trenutno radi u Ministarstvu odbrane.

#### 2. Opis master rada

Master rad se sastoji od uvoda, 8 poglavlja, zaključka i literature.

U uvodu su objašnjeni pojmovi modulacije, sigma-delta modulacije, date su razne varijante implementacije sigma-delta modulatora, i navedene su osnovne primene.

U prvom poglavlju je opisan proces kvantizacije, modelovanje tog procesa kao belog šuma, i razmatranja odnosa signal šum kod modulatora.

U drugom poglavlju se obrađuje kodiranje sa oblikovanjem šuma. Objašnjeni su modulatori prvog drugog i višeg reda, pojava graničnih ciklusa i ostale karakteristike bitne za AD I DA konverziju.

U trećem poglavlju je izložena analiza delta-sigma modulatora preko linearnog modela

U četvrtom poglavlju opisan je komercijalni sigma-delta modulator ADS1201, njegova konstrukcija i primena

U petom poglavlju dat o je razmatranje decimacionih filtera koji se koriste za filtriranje izlaza delta sigma modulatora.

U šestom poglavlju opisan je češljasti filter sa kaskadnim integratorima koji se najčešće koristi kao decimacioni filter.

U sedmom poglavlju Opisano je projektovanje i simulacija decimacionog filtera u programskom paketu MATLAB

U osmom poglavlju opisana je realizacija AD konvertora upotrebom sigma-delta modulatora ADS1201, kao i merenje karakteristika AD konvertora i sigma-delta modulatora.

U zaključku su rezimirani rezultati master rada.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

U radu je sažeta suština funkcionisanja i upotrebe delta-sigma modulatora u raznim oblastima analogno-digitalne obrade signala, a najviše u realizaciji AD i DA konvertora. Ilustrovani i objašnjeni su razlozi zbog kojih se AD konverzija vrši na različitim učestanostima i u različitim propusnim opsezima. Objašnjen je kompromis između rezolucije i propusnog opsega.

Za ilustrovanje prethodno izloženih principa, projektovan je AD konvertor korišćenjem ADS1201 delta-sigma modulatora i ispitivane su njegove karakteristike kojima sa potvrđuju nabrojani principi.

Tom prilikom kandidat je obavio

- Upoznavanje sa delta-sigma konvertorima 2. reda, i konkretno sa ADS1201 integrisanim kolom.
- Upoznavanje sa STM32F401RET6 mikrokontrolerom, odgovarajućom razvojnom pločom ST NUCLEO F401RE, i odgovarajućim razvojnim okruženjem.
- Projektovanje električne šeme AD konvertora.
- Projektovanje štampane ploče AD konvertora.
- Projektovanje i realizacija softvera za STM32F401RET6 mikrokontroler.
- Projektovanje i realizacija softvera u MATLAB-u za filtriranje i grafički prikaz rezultata konverzije.

Kroz izradu master rada kandidat je utvrdio znanje iz principa funkcionisanja delta-sigma modulatora, savladao je upotrebu softverskog alata CadSoft EAGLE za projektovanje električnih šema i štampanih ploča, analizirao je različite metode filtriranja izlaza delta-sigma modulatora, i realizovao je kompletan AD konvertor.

Praktičan rezultat master rada je finalna realizacija AD konvertora na korišćenjem ADS1201 delta-sigma modulatora, i eksperimentalna demonstracija karakteristika modulatora i AD konvertora u konkretnom integrisanom okruženju.

#### 4. Zaključak i predlog

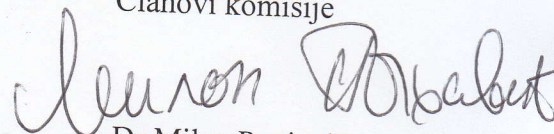
Kandidat Milan Zorić je u svom master radu uspešno obradio temu "Ispitivanje karakteristika delta-sigma modulatora ADS1201". Koristeći konkretnu komponentu sigma-delta modulatora drugog reda, u konkretnom hardverskom okruženju, ilustrovao je osnovne principe primene sigma-delta modulacije i sigma-delta modulatora ADS1201.

Kandidat je iskazao samostalnost i sistematičnost u svome postupku i rešavanju problematike ovog rada.

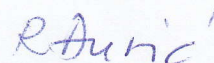
Na osnovu gore navedenog Komisija predlaže da se prihvati rad "Ispitivanje karakteristika delta-sigma modulatora ADS1201" dipl. inž. Milana Zorića kao master rad i odobri javna usmena odbrana.

Beograd, 15.09.2014.

Članovi komisije



Dr Milan Ponjavić



Dr Radivoje Đurić