

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 19.03.2013. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Nemanje Kundovića pod naslovom „FPGA implementacija digitalnog modulatora za bežični prenos po 802.11 standardu“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Nemanja Kundović je rođen 28. juna 1988. godine u Kraljevu, gde je završio Elektro-saobraćajnu tehničku školu "Nikola Tesla" sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet u Beogradu je upisao 2007. godine, odsek Elektronika. Diplomirao je u oktobru 2011. godine sa prosečnom ocenom na ispitima 8.6, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu je upisao 2011. godine na odseku za Elektroniku. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 10.

2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 64 strane, podeljen je na šest poglavlja i sadrži spisak literature sa 13 referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su opisani predmet i cilj rada.

U drugom poglavlju je prvo ukratko opisan sistem za bežični prenos u frekvencijskim opsezima od 2.4GHz i 5GHz, u okviru koga se nalazi digitalni modulator. Zatim je opisana OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) tehnika prenosa koja se koristi u tom sistemu. Opisane su BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) i QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) modulacije koje su korišćene u projektovanom modulatoru.

U trećem poglavlju su opisani blokovi iz kojih se sastoji modulator za bežični prenos po 802.11 standardu. Zatim je za svaki blok osim upravljačke jedinice (*Scrambler*, konvolucionni enkoder, modul za mapiranje, IFFT modul, digitalni filter), detaljno opisana funkcionalnost, interfejs prema ostatku sistema i priloženi su vremenski dijagrami sa rezultatima simulacija dobijenim u programu *System Generator*.

U četvrtom poglavlju je opisana upravljačka jedinica projektovanog modulatora. Da bi se postigla veća brzina prenosa, projektovan je sistem "bez pilota", što predstavlja jedinu razliku u odnosu na 802.11 a/g standard. Umesto "pilota", u projektovanom sistemu je praćenje promena kanala u toku prenosa postignuto korekcijom konstelacija demodulisanih simbola. Detaljno su opisane tri međusobno spregnute mašine stanja i blok *interleaver* iz kojih se sastoji projektovana upravljačka jedinica. *Interleaver* vrši permutaciju bita tako da se susedni biti mapiraju na nesusedne nosioce da bi Viterbi dekodier u demodulatoru mogao da ispravi sekvencu bita koja može biti pogrešna. Opisan je i postupak reinicijalizacije konvolucionog enkodera iz standardnog modulatora, koji je korišćen da bi se smanjila verovatnoća pogrešnog dekodovanja bita. Na kraju ovog poglavlja su prikazani

rezultati simulacija iz *System Generator*-a. Pokazano je da se pomoću projektovane upravljačke jedinice postiže smanjenje kašnjenja modulatora za 98.17%.

U petom poglavlju je opisana FPGA implementacija i verifikacija projektovanog modulatora. Na osnovu modela iz *System Generator*-a, generisani su VHDL opisi svih blokova i izvršena sinteza hardvera za čip *XC6SLX75* iz *Spartan 6* serije kompanije *Xilinx*. Posle toga je napisan *testbench* pomoću koga su upoređeni rezultati *Post-Place & Route* simulacija i signala iz programa *System Generator*, čime je verifikovan ispravan rad projektovanog modulatora. Na kraju poglavlja je izvršena analiza zauzeća hardverskih resursa FPGA čipa i potrošnje modulatora.

U šestom poglavlju je dat zaključak. Dat je pregled najvažnijih postignutih rezultata i predložene su mogućnosti za unapređenje projektovanog sistema.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad dipl. inž. Nemanje Kundovića se bavi projektovanjem i implementacijom digitalnog modulatora za bežični prenos po 802.11 standardu. Primarni cilj master rada je bio da se uz minimalne izmene standardnog modela modulatora dobije veća brzina prenosa. To je postignuto modifikacijom upravljačke jedinice. Dodat je blok *interleaver* da bi se povećala otpornost sistema na greške. Takođe je primenjen postupak reinicijalizacije konvolucionog enkodera iz standardnog modulatora, čime je smanjena verovatnoća pogrešnog dekodovanja bita. Za projektovanje sistema je korišćen programski paket *System Generator* kompanije *Xilinx*, modulator je implementiran na FPGA čipu iz *Spartan 6* serije i verifikovan korišćenjem *testbench*-a.

Pored toga što je uspešno projektovan i implementiran digitalni modulator za bežični prenos, najvažniji doprinosi ovog master rada su modifikacije kojima je postignuto smanjenje kašnjenja od 98.17% i povećana otpornost sistema na greške u odnosu na standardni modulator. Zatim, projektovani modulator zauzima manje hardverskih resursa (za 22.84%) i ima manju potrošnju (za 5.36%), što su takođe doprinosi ovog rada.

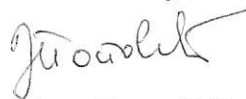
4. Zaključak i predlog

Kandidat Nemanja Kundović je u svom master radu uspešno projektovao i implementirao digitalni modulator za bežični prenos koji ima poboljšane karakteristike u odnosu na standardni modulator u pogledu brzine prenosa, otpornosti na greške, površine i potrošnje.

Na osnovu gore navedenog Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad „FPGA implementacija digitalnog modulatora za bežični prenos po 802.11 standardu“. dipl. inž. Nemanje Kundovića kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

U Beogradu, 27.05.2013.

Članovi komisije:



dr Jelena Popović-Božović, doc.



dr Lazar Saranovac, vanredni prof.