

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 03.09.2013. godine, imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Ivana Zorića pod naslovom „Digitalno upravljanje brašles motorom“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Ivan A. Zorić je rođen 29.10.1987. godine u Kotoru, Crna Gora. Završio je Srednju Pomorsku Školu u Kotoru, brodomašinski odsek, sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet je upisao 2006. godine. Diplomirao je 15.10.2010. na odseku za elektroniku, sa prosečnom ocenom 8,22 i ocenom 10 na diplomskom radu. Tema diplomskog rada je bila “JPEG kompresija na ARM7 mikrokontroleru”. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu je upisao školske 2010/2011, na modulu za elektroniku. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.8.

2. Opis master rada

Master rad “Digitalno upravljanje brašles motorom” sadrži 47 strana teksta, zajedno sa slikama. Rad sadrži 5 poglavlja i spisak literature. Spisak literature sadrži 9 referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kojem je opisana potreba za upravljanjem motorima. Dat je kratak opis klasičnih motora i njihove mane, zbog kojih je opisana potreba za *brushless DC (BLDC)* motorima u aplikacijama električne vuče.

U drugom poglavlju su date teorijske osnove brašles motora. Opisan je način stvaranja rotacionog magnetskog polja i princip rada. Dat je prikaz dve tehnike za estimaciju pozicije rotora. Zatim je opisana izabrana metoda određivanja pozicije rotora bez upotrebe senzora, kao i način određivanja trenutaka u kojima se vrši komutacija (merenje indukovane EMS). Na kraju je obrađena teorija iz brzinskog servomehanizma, gde su objašnjene osnove kontrolera sa proporcionalnim (P) i proporcionalno-integralnim (PI) dejstvom, sa posebnim osvrtom na digitalnu implementaciju.

Treće poglavlje se bavi realizacijom sistema. Dat je opis korišćenog hardvera i 32-bitnog ARM mikrokontrolera. Programski kod upravljanja je realizovan u programskom jeziku C. Kao motor je iskorišćen motor iz hard-diska koji ima šest parova polova i može da se obrće maksimalnom brzinom 5500 obrtaja/min. Za upravljanje brzinom primenjena je *PWM (puls-width modulation)* koja promenom faktora ispunjenosti impulsa upravlja brzinom motora. Opisana je implementacija sistema i princip određivanja trenutaka komutacije, čija je teorijska pozadina data u drugom poglavlju. Pošto brašles motor nije samostartna mašina, objašnjen je način startovanja kroz takozvanu *start-up* sekvencu. Na kraju je opisan način realizacije upravljanja u otvorenoj sprezi i zatvorenoj sprezi sa P i PI regulatorom brzine.

U četvrtom poglavlju su prikazani eksperimentalni rezultati preko grafika talasnih oblika signala na realizovanom sistemu. Sa grafika su jasno uočljivi trenuci u kojima se vrši komutacija. Takođe su pokazani različiti režimi rada sistema u kojima je demonstriran rad sistema u otvorenoj sprezi i u zatvorenoj sprezi sa P i PI regulatorom.

U petom poglavlju su izneti zaključci do kojih se došlo u toku izrade rada i predložena su moguća dalja unapređenja sistema.

3. Analiza rada s ključnim rezultatima


Master rad kandidata Ivana Zorića se bavi digitalnim upravljanjem brašles motorom. U radu su opisane teorijske osnove kao i način upravljanja koji je realizovan na ARM platformi. Opisan je način realizacije kroz prikaz dijagrama stanja i načina određivanja trenutaka komutacije. Razmatran je i problem odabiranja PWM signala i vremenski limiti koji se pojavljuju. Osnovni doprinos rada je prikaz problematike upravljanja brašles motorom, kao i sam način upravljanja koji sa dobijenim rezultatima stvara sliku o prednostima i manama načina upravljanja direktnim merenjem indukovane EMS.

3. Zaključak i predlog

Kandidat Ivan Zorić je u svom radu prikazao celovito i realizovano tehničko rešenje upravljanja brašles motorom. Uspešno je objasnio teorijske osnove čijom primenom je realizovao upravljanje na 32-bitnoj ARM platformi. Kandidat je pri izradi teze pokazao sistematičnost i samostalnost u radu, te na osnovu navedenog, a imajući u vidu dobijene rezultate, članovi komisije predlažu Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da se odobri javna usmena odbrana master rada "Digitalno upravljanje brašles motorom".

U Beogradu 27.09.2013.

Članovi komisije za pregled i ocenu


dr Predrag Pejović, r. prof.


dr Lazar Saranovac, v. prof.