

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.09.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Урош Миноски под насловом „Потпуно дигитални RF предајник имплементиран у FPGA". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Урош Миноски је рођен 1.12.2000. године у Панчеву. Панчевачку гимназију, Урош Предић, је завршио у са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2019. године, на одсеку за Електронику. Дипломирао је у септембру 2023. године са просечном оценом на испитима 9,37 на дипломском 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2023. на модулу за Електронику и дигиталне системе. Положио је све испите са просечном оценом 9,80.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Урош Миноски је у току припреме за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада мастер рад. Анализиране су архитектуре савремених дигиталних предајника и разматрано је на који начин се може направити потпуно дигитални предајник. Истраживање на тему потпуно дигиталних предајника је обухватило и технике делта-сигма модулације и конверзије вишебитних у једнобитне податке у отвореној спрези. Употребом наведених техника се излаз потпуно дигиталног предајника своди на једнобитни, чиме се избегава употреба дигитално/аналогних конвертора, и могућа је потпуно дигитална реализација.

3. Опис мастер рада

Прво поглавље је увод у коме су описани предмет и циљ рада.

У другом поглављу је изложена архитектура потпуно дигиталног предајника. Прво се разматра повећање учестаности одабирања интерполатором, уз осврт на оптималну архитектуру, предности употребе полуопсежних филтара и њихову полифазну реализацију. Затим се разматра реализација кашњења за део периода одабирања, које се користи за компензацију фазне карактеристике кола за реконструкцију комплексних сигнала, као и могуће реализације. Разматра се и промена ширине речи уз очување односа сигнал/шум у опсегу од интереса употребом делта-сигма модулятора, као и конверзија у једнобитни излазни сигнал у отвореној спрези употребом табелираних реконструкционих секвенци. Коло за реконструкцију комплексног сигнала се разматра на крају поглавља.

У трећем поглављу су приказани резултати симулација пројектованог потпуно дигиталног предајника. Анализирано је више случајева који покривају различите ширине речи и реконструкционе секвенце.

У четвртом поглављу је закључак.

4. Анализа са кључним резултатима

У мастер раду дипл. инж. Уроша Миноског је представљен потпуно дигитални RF предајник погодан за имплементацију у FPGA. У раду су разматрани теоријски концепти делта-сигма модулације и свођења ширине речи на један бит уз очување односа сигнал/шум, и реконструкције комплексног сигнала директно на RF учестаностима. Директном дигиталном реконструкцијом се избегава употреба аналогних и RF кола, а самим тим и проблеми који проистичу из неупарености појачања сигнала у фази и квадратури, као и фазне грешке квадратурног мешача.

Реална и имагинарна компонента улазног комплексног сигнала у основном опсегу учестаности се, после повећања учестаности одабирања, доводе на блокове за нецелобројно кашњење сигнала који компензују фазну карактеристику кола за реконструкцију сигнала на RF учестаности. Затим се сигнали у фази и квадратури доводе на делта-сигма модулаторе петог реда, фактора надодабирања од 8 и ширине излазне речи од четири бита. Четворобитни одбирци се претварају у једнобитне секвенце дужине 19 или 32 бита, чиме се добијају једнобитне реалне и имагинарне компоненте комплексног сигнала. Једнобитни

комплексни сигнал се затим директно реконструише на RF учестаности.

Потпуно дигитални предајник је пројектован у језику за опис хардвера VHDL, при чему су сви блокови реализовани у аритметици са фиксним зарезом. Симулацијом су проверене перформансе пројектованог система.

Представљени су резултати који јасно показују да пројектовани потпуно дигитални предајник има одлично потискивање симетричног опега, и да у опсегу учестаности од интереса не долази до деградације односа сигнал/шум.

5. Закључак и предлог

Кандидат Урош Миноски је у свом мастер раду успешно реализовао потпуно дигитални RF предајник погодан за имплементацију у FPGA. Резултати теоријске анализе су примењени при избору оптималне архитектуре система, као и при пројектовању појединачних блокова.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у свом раду и направио иновативна решења.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Уроша Миноског прихвати као мастер рад и кандидату одобри усмену одбрану.

Београд, 02.10.2025. године

Чланови комисије:

др Душан Грујић Доцент
сагласан, 30.09.2025.

др Драгомир Ел Мезени Доцент
сагласан, 02.10.2025.