

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 28.07.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Иван Кнежевић под насловом „Пројектовање система за пријем и дигиталну обраду сигнала површинско-таласног HF ОТН FMCW радара на FPGA платформи". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Иван Кнежевић је рођен 21.07.2002. године у Београду. Завршио је основну школу „Никола Тесла“ у Београду као вуковац. Уписао је Шесту београдску гимназију у Београду, коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2021. године. Дипломирао је на Одсеку за електронику 2025. године са просечном оценом 8,54. Дипломски рад одбранио је у октобру 2025. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Електроника и дигитални системи, уписао је у октобру 2025. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Иван Кнежевић је у току припреме мастер рада проучио релевантну литературу из области радарских система, дигиталне обраде сигнала и FPGA реализације алгоритама за генерисање, пријем и обраду радарских сигнала. Посебно су разматрани принципи рада FMCW и импулсних радара, методе процене удаљености и Доплеровог помераја, технике пројектовања прозорских функција, прилагођено филтрирање, као и архитектуре за ефикасну вишестепену децимацију. При пројектовању предајног дела анализирани су могућности генерисања таласног облика у реалном времену уз мало заузеће меморијских и DSP ресурса, што је довело до примене нумерички контролисаног осцилатора заснованог на CORDIC алгоритму. На пријемној страни истражене су архитектуре CIC и полуопсежних филтара, хардверска реализација FFT-а и прилагођеног филтра, као и организација преноса обрађених података преко гигабитног етернета. Развијена решења су затим проверена лабораторијским мерењима и тестовима са емулираним покретним метама.

3. Опис мастер рада

У првом поглављу изложени су основни принципи рада FMCW радара и мотивација за примену површинско-таласних ОТН радарских система. Описани су FMCW и импулсни режим рада, поступци процене удаљености и Доплеровог помераја, као и улога FFT обраде, прозорских функција и прилагођеног филтра.

Друго поглавље посвећено је пројектовању система за обраду ОТН радарских сигнала. Описан је предајни SigGen модул, синхронизација са пријемним плочама и генерисање таласног облика помоћу NCO блока заснованог на CORDIC алгоритму, чиме се смањује употреба меморијских и DSP ресурса и омогућава промена таласног облика у реалном времену. Затим је приказан пријемни Rcv модул: демодулација, вишестепена децимација применом CIC и каскадних НВ филтара, као и обрада након децимације хардверским FFT-ом у FMCW режиму и прилагођеним филтром у импулсном режиму. Описана је и SFP етернет комуникација са рачунаром, укључујући организацију DMA преноса и формирање пакета.

У трећем поглављу представљени су лабораторијско тестирање и експериментални резултати. На SigGen плочи реализован је FPGA емулатор две покретне мете, а систем је испитан у FMCW и импулсном режиму. Приказани су резултати детекције, поређење софтверске и хардверске FFT обраде, резултати прилагођеног филтра и анализа заузећа FPGA ресурса.

У четвртном поглављу изнети су закључци рада и сумирани су постигнути резултати, уз кратак осврт на правце даљег развоја и унапређења радарског система.

4. Анализа са кључним резултатима

У мастер раду дипл. инж. Ивана Кнежевића представљен је систем за генерисање, пријем и дигиталну обраду сигнала површинско-таласног HF ОТН радара, реализован на FPGA платформи. У раду су обрађене теоријске основе рада радара у FMCW и импулсном режиму, као и поступци генерисања и обраде

одговарајућих таласних облика. На предајној страни реализован је нумерички контролисани осцилатор заснован на CORDIC алгоритму, чиме је смањена потреба за меморијским и DSP ресурсима и омогућена промена генерисаног таласног облика у реалном времену.

На пријемној страни реализован је ефикасан децимациони ланац заснован на комбинацији CIC и каскадних полуопсежних филтара. Део обраде који се у претходном систему извршавао софтверски пребачен је у хардвер: у FMCW режиму реализован је FFT по удаљености, док је у импулсном режиму имплементиран прилагођени филтар. Реализована је и етернет комуникација за пренос обрађених података ка рачунару. Пројектована архитектура је лабораторијски верификована применом емулираних мета у оба режима рада. Резултати рада огледају се у реализацији модуларног FPGA система који омогућава више режима рада, ефикасно коришћење хардверских ресурса и једноставно прилагођавање различитим хардверским платформама и захтевима конкретног радарског система.

5. Закључак и предлог

Кандидат Иван Кнежевић је у свом мастер раду успешно пројектовао и хардверски реализовао систем за пријем и дигиталну обраду сигнала површинско-таласног HF OTH FMCW радара на FPGA платформи. Систем је реализован кроз модуларну архитектуру која обухвата предајни модул за генерисање радарског сигнала, пријемни модул за демодулацију, филтрирање, децимацију и даљу обраду сигнала, као и ethernet интерфејс за пренос обрађених података ка рачунару. Избором ефикасне хардверске реализације децимационог ланца (CIC и каскадни полуопсежни филтри) остварено је знатно смањење заузећа хардверских ресурса у односу на класично филтрирање, а да при томе систем ради у складу са теоријским очекивањима, што је потврђено лабораторијским тестирањем са емулираним покретним метама. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у свом раду. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Ивана Кнежевића прихвати као мастер рад и кандидату одобри усмену одбрану.

Београд, 10.09.2026. године

Чланови комисије:

др Никола Петровић Доцент
сагласан, 10.09.2026.

др Јелена Поповић Божовић Доцент
сагласан, 10.09.2026.