

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.08.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Владимир Вујчић под насловом „Аутоматско одређивање броја парцијала тонова музичких инструмената". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Владимир Вујчић је рођен 23.06.2001. године у Пожаревцу. Завршио је основну школу „Краљ Александар I" у Пожаревцу као вуковац. Затим је уписао природно-математички смер у Пожаревачкој гимназији, коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2020. године. Дипломирао је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Аудио и видео технологије, са просечном оценом 8,76. Дипломски рад одбранио је у октобру 2025. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу за Аудио и видео технологије, уписао је у новембру 2025. године. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Владимир Вујчић је као припрему за израду мастер рада проучио релевантну литературу из области анализе музичких сигнала, спектралног састава тонова жичаних инструмената и процене коефицијента инхармоничности. Посебно су анализирани алгоритам заснован на девијацији фреквенција парцијала (PFD) и алгоритам заснован на инхармоничном чешљастом филтру (ICF), као и поступци неопходни за њихову примену: Фуријеова трансформација, процена основне фреквенције, одређивање прага нивоа парцијала и кратковремена Фуријеова трансформација. Кандидат је затим анализирао базу која обухвата снимке реалних тонова клавира, чембала и харфе, као и претходно формиране синтетизоване тест-сигнале са фантомским парцијалима и без њих. На основу спроведеног истраживања дефинисани су услови за аутоматско одређивање фреквенцијских позиција и броја парцијала и план верификације алгоритма у програмском пакету MATLAB.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 40 страна, са укупно 33 слике, 4 табеле и 10 референци. Рад садржи увод, четири поглавља и закључак (укупно шест поглавља), списак коришћене литературе, списак слика и списак табела. У уводу су објашњени значај парцијала за висину и боју тона, појава инхармоничности и потреба за аутоматским одређивањем броја и фреквенцијских позиција парцијала. Представљени су предмет и циљ рада, који обухватају процену коефицијента инхармоничности применом PFD и ICF алгоритма.

У другом поглављу изложена је методологија рада. Описани су коришћени реални и синтетизовани улазни сигнали, примена Фуријеове трансформације, поступак процене основне фреквенције, аутоматско одређивање прага нивоа парцијала и формирање спектрограма применом кратковремене Фуријеове трансформације.

У трећем поглављу приказани су PFD и ICF алгоритми за процену коефицијента инхармоничности. За оба алгоритма описани су принцип рада, поступак реализације, критеријуми избора спектралних компонената и услови завршетка, а приказани су и одговарајући дијаграми тока.

У четвртном поглављу описана је реализација алгоритма за аутоматско одређивање фреквенцијских позиција и броја парцијала. Описани су поступци формирања опсега претраге и избора локалних максимума, примена прага нивоа и минималног растојања између прихваћених компонената, као и услови за заустављање претраге.

У петом поглављу приказани су и анализирани резултати добијени применом реализованог алгоритма на синтетизоване тонове без фантомских парцијала, синтетизоване тонове са фантомским парцијалима и реалне тонове клавира, чембала и харфе. Испитан је и утицај броја парцијала коришћених при процени коефицијента инхармоничности.

У шестом поглављу сумирани су резултати рада и предложени правци даљег унапређења, који обухватају поузданију процену основне фреквенције и смањење утицаја фантомских парцијала на избор спектралних компонената.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Владимира Вујчића бави се аутоматским одређивањем фреквенцијских позиција и броја парцијала тонова музичких инструмената. У раду су обједињени поступци претходне обраде сигнала, процена коефицијента инхармоничности применом PFD и ICF алгоритма и претрага спектра на основу добијених процена.

Реализовани алгоритам најпре процењује основну фреквенцију тона, одређује праг нивоа на основу кумулативне енергије спектра и проналази локалне максимуме. За почетне парцијале користе се резултати PFD или ICF алгоритма, док се позиције виших парцијала предвиђају моделом инхармоничности. Кандидати се прихватају на основу положаја, нивоа и минималног растојања од већ пронађених парцијала, а претрага се прекида након пет узастопних неуспешних покушаја или достизања Никвистове фреквенције. Испитивање је спроведено на синтетизованим тоновима са фантомским парцијалима и без њих, као и на 88 тонова клавира, 61 тону чембала и 45 тонова харфе. Резултати показују да оба поступка поуздано процењују коефицијент инхармоничности и одређују парцијале када у спектру нема фантомских компонената. У присуству фантомских парцијала грешке процене се повећавају, али је у већини испитаних случајева укупан број парцијала правилно одређен. Код реалних тонова резултати PFD и ICF алгоритма углавном се добро подударају, док су већа одступања уочена код виших тонова клавира и при сувише малој вредности параметра који одређује број парцијала коришћених за процену.

Основни доприноси рада су: 1) реализација алгоритма за аутоматско одређивање фреквенцијских позиција и броја парцијала на основу резултата PFD и ICF алгоритма; 2) систематична провера реализованог алгоритма на синтетизованим тоновима и тоновима клавира, чембала и харфе; 3) анализа утицаја фантомских парцијала и избора броја почетних парцијала на тачност процене коефицијента инхармоничности и коначни број пронађених парцијала.

5. Закључак и предлог

Кандидат Владимир Вујчић је у свом мастер раду успешно реализовао аутоматски поступак за одређивање броја парцијала музичких инструмената. Кроз имплементацију овог поступка реализовао је два алгоритма за одређивање коефицијента инхармоничности који се користе као међукорак у поступку одређивања броја парцијала. Предложени поступак тестирао је над базом синтетизованих музичких тонова и базом реалних сигнала три жичана музичка инструмента. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у раду, као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 12.09.2026. године

Чланови комисије:

др Милош Бјелић Ванредни професор
сагласан, 12.09.2026.

др Јелена Ћертић Ванредни професор
сагласан, 12.09.2026.