



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •
Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

725/5
01. 4. 2011.
БЕОГРАД

Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл. 128. Закона о високом образовању (Сл.гласник РС бр.76/2005) дате сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом:

„Систем за супресију тремора руке у реалном времену помоћу површинске функционалне електричне стимулације” коју је пријавила **Лана Поповић-Манески**, дипл.инж.електротехнике.

Научна област: **електротехника и рачунарство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата

ЛАНА (ЗОРАН) ПОПОВИЋ-МАНЕСКИ

Назив и седиште факултета на коме је стечено високо образовање

Електротехнички факултет у Београду

Година дипломирања: **2007. године**

Назив факултета на коме је кандидат уписао докторске студије:

Електротехнички факултет у Београду

Модул: **Управљање системима и обрада сигнала**

Година уписа докторских студија: **школске 2007/2008. године**

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 29.3.2011.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ПРЕДСЕДНИК
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
Проф. др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •
Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

БР. 857

ДАТУМ 29. 3. 2011
БЕОГРАД

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 29.3.2011.године, донело је

ОДЛУКУ

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом: „Систем за супресију тремора руке у реалном времену помоћу површинске функционалне електричне стимулације“ коју је пријавила Лана Поповић-Манески, дипл.инж.електротехнике.

За ментора је именована др Мирјана Поповић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

ДЕКАН

Електротехничког факултета



Проф. др Миодраг Поповић

НАСТАВНО- НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На 728. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду одржаној 22.02.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације **Лане Поповић-Манески**, дипл. инг. под насловом „Систем за супресију тремора руке у реалном времену помоћу површинске функционалне електричне стимулације“. Након увида у достављени материјал подносимо Наставно-научном већу Електротехничког факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

Подаци о кандидату

Лана Поповић-Манески је рођена у Београду 1983. године. Тринаесту београдску гимназију завршила је 2002. године, а дипломирала на Електротехничком факултету у Београду 2007. године, смер Аутоматика са средњом оценом током студија 8,86. Тема дипломског рада је “Реализација секвенцијалног управљања лифтом употребом PLC-а AllenBradley ML1100” (ментор – проф. Србијанка Турајлић, оцена 10).

Кандидаткиња се одмах након дипломирања запослила на Електротехничком факултету Универзитета у Београду као сарадник у лабораторији за Биомедицинско инжењерство и технологије, где и сада ради. Истовремено се уписала на докторске студије на Електротехничком факултету, урадила је све обавезе и положила све испите са оценом 10.

Лана Поповић-Манески је укључена у два међународна пројекта: 1) Програм билатералне сарадње Павле Савић #8 између Србије и Француске (IMSI и CNRS) „Методe за ресторацију моторних образаца после цереброваскуларног инсульта“, којим је руководила проф. Мирјана Поповић (2008-2009); и 2) EU FP7 пројекат „An ambulatory BCI-driven tremor suppression system based on functional electrical stimulation – TREMOR“ (2009-2011), и два национална пројекта које финансира Министарство за науку и технолошки развој Србије: #ТР 11019 (2008-2010) „Развој програмске подршке за управљање ходањем и управљање манипулацијом и хватањем“ који је водио проф. Дејан Поповић и #ОИ 175016 (2011-2014) „Ефекти асистивних система у неурореабилитацији: опоравак сензорно-моторних функција“, којим руководи проф. Мирјана Поповић.

Од октобра 2009. године Лана Поповић-Манески је такође сарадник у предузећу „Фатроник Србија“, које је део шпанске фондације Фатроник-Текналиа из Сан Себастијана. У Фаторнику се Лана бави истраживачким и развојним радом у области нових система за асистенцију људима са посебним потребама.

Лана Поповић-Манески је изабрана у научно звање истраживач приправник 15. јуна. 2010. и затим у звање истраживач сарадник 17. новембра 2010. на Институту за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду.

Лана Поповић-Манески је у својој пријави навела да је аутор или коаутор три рада објављена у међународним часописима који су на ISI WoS листи [1-3], први аутор на једном раду који је у процесу рецензије у међународном часопису који је на ISI WoS листи [4], пет радова и једног апстракта [5-10] који су приказани на међународним конференцијама и два рада који су презентирани на националним конференцијама [11-12]. Имали смо све радове на увид и можемо да кажемо да су сви директно повезани са темом докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Тремор је појава невољног подрхтавања делова тела и он смањује могућност обављања дневних функција и умањује квалитет живота. Осцилације у зглобовима руке су у фреквенцијском опсегу од 2-10 Hz [1], и могу да имају велике амплитуде. Тремор се манифестује при покрету (интенциони тремор), као одраз става или положаја (постурални тремор), или у стању мировања (тремор у миру). Не постоји консензус, али већина истраживача и клиничара подржава мишљење да је тремор последица поремећаја ритмичке активности централног нервног система (ЦНС) [2]. Постоје и индиције да одређене етиологије тремора настају услед промене осетљивости и кашњења у оквиру сензорно-моторних рефлексних петљи [3]. Сматра се да постоје три основне локације могућег утицаја на промену моторних шема тремора: централне мождане структуре, кичмена можина и периферне нервно-мишићне структуре.

Стандардни третман тремора подразумева фармаколошку терапију. Један од проблема је дозирање, а други што након неког времена употребе једног лека настаје резистенција. Последњих година се све чешће примењује електрична стимулација дубоких можданих структура (Deep Brain Stimulation - ДБС). ДБС делимично блокира тремор и пратеће моторне дефиците. Имплантација је инвазивна техника, а ова метода може да има и последице које нису пожељне [4].

Алтернативно, могуће је смањити ефекте тремора директним деловањем на скелетно-мишићни систем. Једна могућност су механички системи као што је „вискозна ортоза“ [5] или роботски систем са моторним погонима у зглобовима [6]. Ова решења се нису показала довољно практичним и за сада нису прихваћена у пракси. Директно деловање на периферији је могуће и функционалном електричном стимулацијом (ФЕС). ФЕС је техника којом се електричним импулсима активирају мотоневрони или сензорно-рефлексни путеви, чиме се постиже контролисана активација мишића [8]. Прво практично решење супресије тремора је приказала група из Едмонта, Алберта, Канада 1992. године. Систем који је развијен је тестиран на пацијентима и показано је да се амплитуда тремора може смањити ФЕС-ом (дејство на антагонистичке парове мишића у супротној фази са тремором) [7]. Развој стимулационог система који је примењен у неурореабилитацији пацијената после можданог удара [9,10] је процењен да може да буде основа за развој система за контролу тремора применом ФЕС-а [11].

Са инжењерског аспекта, тремор је нелинеарни динамички процес променљив у времену. Испољавање тремора је различито у суседним зглобовима руке (раме, лакат, ручни зглоб и прсти) и мења се у времену. Тремор у једном зглобу зависи од тремора у другим (суседним) зглобовима. Тремор зависи од (а)синхроности патолошке активације мишића. Амплитуда тремора зависи од тренутног положаја тела и целокупног психо-физичког стања организма. Фреквенција је споро променљива у току времена [13], може да показује особину скалирања и може да зависи од оптерећења [14]. Процена стања система у присуству тремора захтева примену сензорског система који је практичан (једноставан за постављање на пацијента, не захтева посебну калибрацију, робустан је и аутономан), а даје поновљиву информацију која је довољна за управљање ФЕС системом. Две најважније информације о процесу су кинематика (амплитуда и фреквенција патолошког покрета) и мишићна активност коју можемо посматрати кроз електромиографски запис (ЕМГ) са мишића који производе тремор. С обзиром да поред патолошког покрета постоје и вољни покрети, који не смеју да буду угрожени, неопходно је процесирати сигнале са сензора тако да се добије раздвојена информација о патолошким и вољним покретима и мишићним активностима. Ово процесирање је могуће применом адаптивног филтрирања [15] које не уносе фазни помак. Проблем који је важно минимизирати је релативно брз замора мишића услед не-физиолошке побуде при примени ФЕС-а [16]. У предлогу теме докторске дисертацији је тежиште стављено на развој алгоритма за управљање који је пре свега базиран на кинематичким информацијама и познавању различитих облика тремора, примени селективне стимулације која минимизира непожељне утицаје ФЕС-а, и анализи ефеката новог система на пацијенте. У предлогу истраживачког рада је указано да ће функција новог система бити пре примене на пацијентима, тестирана на здравим испитаницима, са циљем провере да ли систем може да генерише осцилације дела тела које су сличне тремору, а да истовремено не спречава вољне покрете.

3. Хипотеза и основна питања које разматра предложена дисертација

Основна хипотеза овог рада је да систем који користи: више-каналну, сензорки управљану електричну стимулацију и површинске електроде, може да смањи амплитуду тремора у границама које омогућују обављање моторних функција карактеристичне за дневне активности. У циљу провере ове хипотезе разматрају се три важна питања: 1) да ли је сензорски систем базиран на инерцијалним сензорима (акцелерометри и жirosкопи) довољно осетљив за детекцију тремора; 2) који адаптивни алгоритам филтрирања треба применити да би систем довољно брзо и стабилно пратио природне промене у фреквенцији, пре свега у тренуцима заустављања и јављања тремора; 3) како обезбедити побуду мишића која је слична физиолошкој побуди примењујући површинске матричне електроде (електроде са више индивидуално адресибилних контактних поља) и тиме обезбедити селективну побуду и смањити замор споља активираних мишића.

4. Садржај предложених истраживања

Предложена истраживања обухватају неколико научних проблема: 1) Проучавање карактеристика различитих типова тремора и ограничења постојећих метода за контролу тремора; 2) Мерење и анализу карактеристика тремора помоћу инерцијалних сензора и ЕМГ-а; 3) Решавање проблема селективне стимулације мишића; 4) Проучавање механизма мишићног замора и предлог новог метода стимулације ради смањења истог; 5) Развој алгоритма за филтрирање тремора без фазног кашњења из сигнала снимљених инерцијалним сензорима и помоћу ЕМГ-а; 6) Развој алгоритма за контролу тремора у реалном времену електричном стимулацијом антагонистичких парова мишића; 7) Тестирање на здравима; 8) Клиничко тестирање развијених метода на узорку од 10 или више пацијената са различитим патологијама; 9) Сумирање резултата и статистичка анализа утицаја електричне стимулације на тремор различитих етиологија.

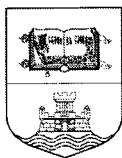
Циљна група пацијената предвиђа популацију субјеката која испуњава следеће критеријуме: 1) дијагноза Паркинсонове болести, есенцијалног тремора или церебеларног тремора; 2) тремор изражен у горњим екстремитетима (прсти, шака, подлактица и надлактица), тј. у следећим зглобовима: зглобови прстију, зглоб шаке и лакат; 3) тремор је јасно уочљив и релативно регуларне фреквенције (што директно искључује групу оболелих од психогеног тремора).

Предвиђени систем ће садржати следеће елементе: инерцијалне сензоре за детекцију покрета у зглобовима: жirosкопи и акцелерометри; појачаваче за електромиографске (ЕМГ) сигнале; електронски стимулатор и површинске матричне електроде; преносиви рачунар за софтверску подршку целокупног система који је повезан са сензорима преко аналогно-дигиталне (АД) картице и специјалног хардвера за синхронизацију свих компоненти.

У пријави се наводи да ће бити размотрене могућности адаптивног филтра пропусника опсега учестаности за издвајање тремора и вољних компоненти покрета из сигнала снимљених инерцијалним сензорима или ЕМГ-ом. У истраживању ће бити упоређене предности предложеног алгоритма у односу на метод филтрирања који је опште прихваћен у области контроле тремора у реалном времену.

У истраживању ће бити анализирани физиолошки механизми одговорни за убрзани настанак замора мишића при ФЕС-у, као и методологија делимичног опонашања тих механизма помоћу дистрибуиране површинске стимулације. Очекује се да ће резултати показати да овакав приступ доводи до значајног продужења периода у коме је могуће одржати вредност произведене мишићне силе изнад задате граничне вредности.

У предлогу истраживања је наведено да ће бити анализиран метод за аутоматско формирање положаја, облика и величине електроде. Овако формирана електрода, названа „оптимална електрода“ се формира применом матричне електроде на којој се независно активирају поједина поља, а одабирање поља је на основу сигнала са инерцијалних сензора који показују резултат стимулације. Аутоматски избор оптималне електроде омогућава коришћење система без присуства експерта за постављање електрода.



Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: **Мирјана Б. Поповић**

Звање: **редовни професор Електротехничког факултета
Универзитета у Београду**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Popović MB.** Control of Neural Prostheses for Grasping and Reaching. *Med Eng Phys*, 25(1): 41-50, **2003** ISSN:1350-4533 **IF= 0.949**
2. Iftime SD, Egsgaard LL, **Popović MB.** Automatic Determination of Synergies by Radial Basis Function Artificial Neural Networks for Control of a Neural Prosthesis, *IEEE T Neur Sys Reh Eng*, 13(4): 482-489, **2005** ISSN:1534-4320 **IF=1.678**
3. **Popović DB, Popović MB,** Automatic determination of the optimal shape of a surface electrode: Selective Stimulation, *J Neurosci Meth*, 178(1):174-181, **2009** ISSN:0165-0270 **IF=2.295**
4. **Popović DB, Sinkjaer T, Popović MB.** Electrical stimulation as a means for achieving recovery of function in stroke patients, *Neurorehabilitation*, 25(1):45-58, **2009** ISSN:1053-8135 **IF= 1.953**
5. **Popović LZ, Šekara TB, Popović MB.** Adaptive band-pass filter (ABPF) for tremor extraction from inertial sensor data, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 99 (3)3: 298-305, **2010** ISSN:0169-2607 **IF=1.144**
6. **Kojić J, Djurić-Jovičić M, Došen S, Popović MB, Popović DB.** Sensor-driven four-channel stimulation of paretic leg: Functional electrical walking therapy, *Journal Of Neuroscience Methods*, 181 (1):100-105, **2009** ISSN:0165-0270 **IF= 2.295**
7. **Eder C, Popović MB, Popović DB, Stefanović A, Schwirtlich L, Jović S.** The drawing test: a tool for assessing motor coordination in post-stroke hemiplegic subjects. *Arch Phys Med Rehab*, 86(2):289-295, **2005** ISSN:0003-9993 **IF= 1.734**
8. **Mijović B, Popović MB, Popović DB.** Synergistic control of forearm based on accelerometer data and artificial neural networks. *Braz J Med Biol Res*, 41(5):389-97, **2008** ISSN:0100-879X **IF= 1.215**
9. **Popović MB, Džoljić E, Kostić V.** A Method to Assess Hand Motor Blocks in Parkinson's Disease with Digitizing Tablet. *Tohoku J Exp Med*, 216(4):317-324, **2008** ISSN:0040-8727 **IF= 1.286**
10. **Popović MB, Popović DB, Sinkjaer T, Stefanović A and Schwirtlich L.** Clinical Evaluation of Functional Electrical Therapy in Acute Hemiplegic Subjects. *J Rehabil Res Dev*, 40(5):443-453, **2003** ISSN: 0748-7711 **IF= 0.707**

Код навођења радова са SCI листе, потребно је да **наведу потпуне референце објављеног рада** и да се упише IF за годину када су радови објављени и тачни ISSN бројеви.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА