

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **мр Жаклине Ј. Манчић** за израду докторске дисертације

На 752. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, одржаној 04.09.2012. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата магистра електротехнике Жаклине Манчић за израду докторске дисертације под насловом **„Јака формулација методе коначних елемената за квазистатичку анализу водова“**.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Жаклина Манчић је рођена 21.09.1963. у Алексинцу, у породици просветних радника. Основну и средњу школу завршила је са одличним успехом, као носилац диплома „Вук Караџић“. Електронски факултет у Нишу уписала је 1982/83 године, а завршила 1987. године са средњом оценом 8,24 и оценом 10 на дипломском испиту, а постдипломске студије са средњом оценом 10. Магистрирала је 1997. године на Катедри за теоријску електротехнику Електронског факултета у Нишу, под менторством проф. др Драгутина Величковића. Назив магистарске тезе је „Примена метода еквивалентне електроде на прорачун тракастих водова“. Као стипендиста ЕИ-ИРИН-а радила је, по дипломирању, од септембра 1987. до октобра 1989. године у ЕИ-ИРИН-у као истраживач и истовремено у току 1988. године изводила рачунске вежбе на Електронском факултету у Нишу из предмета Теорија електричних кола. Од 1989. до 1997. године радила је најпре као асистент-приправник, а затим као асистент при Катедри за теоријску електротехнику Електронског факултета у Нишу на предметима Основи електротехнике, Теорија електричних кола и Електромагнетика. Стицајем ванредних околности, децембра 2000. године прелази у Рачунски центар Електронског факултета, где ради и данас као виши стручни сарадник, веб-програмер.

Коаутор је једног уџбеника (Збирка задатака из Теорије електричних кола) који се користи на редовним студијама на Електронском факултету у Нишу. Аутор је или коаутор 32 рада на домаћим и међународним конференцијама, као и у међународним часописима. Учествовала је на пројектима МНТР.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У својој магистарској тези, „Примена метода еквивалентне електроде на прорачун тракастих водова“, Електронски факултет, Ниш, 1996., област Електромагнетика, Ж. Манчић се бавила квазистатичком анализом тракастих водова отворене структуре применом методе еквивалентне електроде (МЕЕ), коју је ментор, проф. др Драгутин Величковић, засновао неколико година раније. Магистарска теза се бави рачунањем ефективне пермитивности и карактеристичне импедансе водова за изотропне,

анизотропне и биизотропне материјале Телегеновог типа. Како је за примену методе еквивалентне електроде потребно познавање Гринове функције за дводимензионални електростатички потенцијал, најпре је приказана одговарајућа Гринова функција у двослојној изотропној, анизотропној и биизотропној средини. Дводимензионална Гринова функција у двослојној биизотропној средини Телегеновог типа, као и у ваздуху изнад ње, је оригиналан допринос аутора. Прорачунате конфигурације су микротракасти вод и спрегнути тракасти водови са изотропним, анизотропним и биизотропним Телегеновим материјалом. Развијен је рачунарски програм за цртање линија поља у оваквој средини и изнад ње. Добијени резултати били су први те врсте добијени овом методом, која се од тада веома често употребљава на Катедри за теоријску електротехнику Електронског факултета у Нишу, што им даје посебан значај. Најважнији рад који је произашао као резултат магистарске тезе кандидата је рад у међународном часопису са *impact* фактором наведен под бројем 1.1.

Списак објављених радова мр Жаклине Ј. Манчић

Радови у међународним часописима са *impact* фактором

- 1.1 D. VELICKOVIC, B. MILOVANOVIC, Z. MANČIĆ, "New approach for equalising phase velocities in coupled microstrip lines", [Electronics letters](#), Vol. 33, Issue 17, pp. 1444-1445, 1997. (ISSN:0013-5194, INSPEC Accession Number: 5692988, DOI [10.1049/el:19970965](#), IF=1.152 (1998. god), M21)
- 1.2 MANČIĆ, Ž. J. and PETROVIC, V. V., "Strong and Weak FEM Formulations of Higher Order for Quasi-Static Analysis of Shielded Planar Transmission Lines", [Microwave and Optical Technology Letters \(MOTL\)](#), Vol. 53, No. 5, pp. 1114-1119, May 2011. (DOI [10.1002/mop.25917](#), IF=0,618 (2011.god), M23)
- 1.3 MANČIĆ, Ž. J. and PETROVIC, V. V., "Strong FEM Formulation for Quasi-Static Analysis of Shielded striplines in Anisotropic Homogeneous Dielectric", [Microwave and Optical Technology Letters \(MOTL\)](#), Vol. 54, No. 4, pp. 1001-1006, April 2012. (DOI [10.1002/mop.26676](#), IF=0,618 (2011.god), M23)

Радови у међународним часописима

- 2.1 VELIČKOVIĆ D. M., MANČIĆ Ž. J., ZULKIĆ D. G., "Axial Slit on Two Wire Line with Rectangular Shield", *Analele Univrsitatii din Oradea, Fasciola ELECTROTEHNICA*, 30. Mai–1.Juni, 1998., Baile Felix, Romania, pp. 18-23. (M59)

Радови у домаћим часописима

- 3.1 MANČIĆ, Ž. J. i PETROVIC, V. V, "Analiza kvadratnog koaksijalnog voda sa anizotropnim dielektrikom metodom konačnih elemenata", [Telfor Journal](#), Vol. 3, No. 2, pp. 125-127, 2011.

Радови саопштени на скуповима међународног значаја

- 4.1 VELIČKOVIĆ D. M. and MANČIĆ, Ž. J., "Low frequencies Electromagnetic Field Analysis in Bianisotropic Media", Proc. Of The International Magnetic Conference INTERMAG '93, Stockholm, Sweden, April 1993.
- 4.2 VELIČKOVIĆ D. M., RAIČEVIĆ N., MANČIĆ, Ž. J., "Design of Ellipsoidal Form Permanent Magnets" Proc. 20th International Conference on Microelectronic MIEL '95, Vol 2, Niš, Serbia, 12-14 September 1995, pp. 805-808.
- 4.3 VELIČKOVIĆ D. M., RAIČEVIĆ N., MANČIĆ, Ž. J., "Design of Ellipsoidal Form Permanent Magnets" Compumag Berlin, Germany, July 10-13, 1995, pp. 520-521.
- 4.4 VELIČKOVIĆ D. M., MANČIĆ, Ž. J., "General computer program for strip lines analyses", 7th International IGTE Symposium Graz, Austria, 23-26 sept. 1996.
- 4.5 VELIČKOVIĆ D. M., MANČIĆ, Ž. J., ZULKIĆ D. G., "Rectangular Coax with Slit and with Rectangular or Circular Center Conductor", *EMC '98 ROMA, Roma*, 14-18. September 1998., pp. 384-389.
- 4.6 VELIČKOVIĆ D. M., MANČIĆ, Ž. J., ZULKIĆ D. G., "Rectangular coax with axial slit and with rectangular or circular center conductor", *TELSIKS 1997*, Niš

- 4.7 **MANČIĆ, Ž. J.**, ILIĆ S., ALEKSIĆ S., "Strip Lines on the Cylindrical Dielectric Substrate", ICEST 2007, Ohrid, Makedonia, 24-27 June 2007, Vol.1, pp. 221-224.
- 4.8 ILIĆ S., **MANČIĆ, Ž. J.**, ALEKSIĆ S., "One type of Strip Lines on the Surface of Anisotropic Cylindrical Dielectric", TELSIKS 2007, Vol. 2, pp. 635-638.
- 4.9 **MANČIĆ, Ž. J.** and PETROVIĆ, V. V., "Accurate algorithm for calculating characteristic impedance of a square coaxial line", Proc. ICEST 2009, pp. 3-6, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 25.-27. 6. 2009.
- 4.10 **MANČIĆ, Ž. J.** and PETROVIĆ, V. V., "Strong FEM solution for the square coaxial line", Proc. TELSIKS 2009, pp. 343-346, Niš, 7.-9.10. 2009.
- 4.11 PETROVIĆ, V. V. and **MANČIĆ, Ž. J.**, "Strong FEM Formulation for Quasi-Static Analysis of Shielded Planar Transmission Lines in Anisotropic Media", ECCSC2010, Beograd.
- 4.12 **MANČIĆ, Ž. J.** and PETROVIĆ, V. V., "Quasi-Static Analysis of the Square Coaxial Cable with Tellegen Bi-isotropic Material", Proc. of TELSIKS 2011 conference, pp. 533-535, Niš, 2011. (IEEE Catalog number CFP11488-PRT, ISBN 978-1-4577-2016-1, 978-86-6125-045-3, COBISS.SR-ID 186476300)
- 4.13 **MANČIĆ, Ž. J.** and PETROVIĆ, V. V., "Strong FEM Calculation of the Influence of the Conductor's Position on Quasi-Static Parameters of the Shielded Stripline With Anisotropic Dielectric", Proc. of the ICEST 2011 conference, pp. 191-194, Niš, 2011. (ISBN 978-86-6125031-6).

Радови саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини

- 5.1 **MANČIĆ, Ž. J.**, "Prilog analizi trakastih vodova sa konačnom debljinom provodne trake na jednoslojnoj biizotropnoj podlozi Telegenovog tipa", Telsiks '95, pp. 79-82.
- 5.2 RAIČEVIĆ N., **MANČIĆ, Ž. J.**, "Proračun stalnih magneta elipsoidnog oblika", Zbornik XXXVI Jugoslovenske konferencije za ETRAN, Beograd, juni 1993.
- 5.3 VELIČKOVIĆ D. M., **MANČIĆ, Ž. J.**, "Trakasti vodovi sa bianizotropnom podlogom" II Telekomunikacioni forum Telfor '94, Beograd.
- 5.4 **MANČIĆ, Ž. J.**, "Grinove funkcije podužnog naelektrisanja iznad magnetoelektrične podloge". Zbornik XXXVIII Jugoslovenske konferencije za ETRAN, Niš, juni 1994.
- 5.5 **MANČIĆ, Ž. J.**, "Uticaj biizotropije na karakteristike trakastih linija sa konačnom debljinom provodne trake", Zbornik XXXIX Jugoslovenske konferencije za ETRAN, Zlatibor, juni 1995.
- 5.6 VELIČKOVIĆ D. M., **MANČIĆ, Ž. J.**, "General computer program for strip lines analyses" , Proceedings of Abstract PES '96, Niš, 22-24.5.1996, pp. 15.
- 5.7 **MANČIĆ, Ž. J.**, "Strip line with Chiral substrate", PES '96, Elektronski fakultet Niš 1996, pp. 48.
- 5.8 VELIČKOVIĆ D. M. i **MANČIĆ, Ž. J.**, "Image theorems in biisotropic media", PES '96, Niš, pp. 15.
- 5.9 **MANČIĆ, Ž. J.** i VELIČKOVIĆ D. M., "O analizi trakastih vodova", XL konferencija za ETRAN, Budva 4-7. Juna 1996., sveska II, pp. 419 - 422.
- 5.10 VELIČKOVIĆ D. M., **MANČIĆ, Ž. J.**, ZULKIĆ D. G., "Oklopljeni prorezani dvožični vodovi sa košuljicama pravougaoanog poprečnog preseka", 125 Simpozijum o merenjima i mernoj opremi, Beograd, 1998.
- 5.11 **MANČIĆ, Ž. J.**, "Prilog 3D kvazistatičkoj analizi trakastih linija", IX Telekom. forum TELFOR 2001, Belgrade, Serbia, 20-22. November 2001., pp. 520 - 523.
- 5.12 **MANČIĆ, Ž. J.**, ILIĆ S., ALEKSIĆ S., "One type of strip lines on the surface of biisotropic cylindrical dielectric", PES 2007, Niš, September 3.-5. 2007, pp. 59 - 60.
- 5.13 **MANČIĆ, Ž. J.**, ALEKSIĆ, S. R. i PETROVIC, V. V., "Comparison of FEM, MoM and EEM in solving a benchmark 2D electrostatic problem", Proc. 8th International Conference On Applied Electromagnetics – PES 2007, September 3-5, 2007, Niš (ISBN 978-86-85195-47-0), 2007.
- 5.14 **MANČIĆ, Ž. J.** i PETROVIĆ, V. V., "Analiza konvergencije i tačnosti metoda konačnih elemenata za proračun vodova sa TEM talasom", Zbornik konferencije YU INFO 2009, na CD-u, Kopaonik, 8.-11. 3. 2009.
- 5.15 PETROVIĆ, V. V. i **MANČIĆ, Ž. J.**, "Jedno referentno (benchmark) rešenje za dvodimenzionalne elektrostatičke probleme", Zbornik konferencije YU INFO 2009, na CD-u, Kopaonik, 8.-11. 3. 2009.
- 5.16 PETROVIĆ, V. V. i **MANČIĆ, Ž. J.**, "Konceptiono jednostavan metod FEM-MOM hibridizacije za otvorene statičke probleme", 56. Konferencija Etran 2012, Zlatibor, 11.-14. 6. 2012.

Проекти

- 6.1 Развој нових модела и микроталасних склопова и уређаја за примену у системима бежичних комуникација, (учесник) 2008-2010.
- 6.2 Истраживање и развој решења за побољшање перформанси бежичних комуникационих система у микроталасном и милиметарском опсегу фреквенција, (учесник) од 2011, у току.

Уџбеници

7.1 **MANČIĆ, Ž. J.:** Mreže sa dva pristupa, (Poglavlje 6 u udžbeniku Teorija električnih kola, M. Gmitrović, R. Petković, zbirka zadataka za studente Elektronskog fakulteta u Nišu).

2. Предмет истраживања

Предмет истраживања у овој дисертацији је јака формулација методе коначних елемената (*Finite Element Method*, FEM) примењена на дводимензионалне електростатичке и квазистатичке електромагнетске (ЕМ) проблеме, а посебно на квазистатичку анализу водова са ТЕМ таласима. У раду прво треба да буду проучени затворени проблеми – проблеми код којих су гранични услови дати експлицитно. Типичан пример оваквих проблема су оклопљени водови. Метода коначних елемената је за овакве проблеме применљива без икаквих модификација, што је идеално за заснивање и развој нове формулације. У раду треба да буду анализирани системи са хомогеним и нехомогеним, изотропним и анизотропним диелектриком. Треба испитати специфичности примене предложене формулација на све ове случајеве. Посебан фокус истраживања у раду биће формирање специјалних дводимензионалних јаких функција базиса. Оне ће бити формиране полазећи од једnodимензионалних јаких функција базиса приказаних у литератури. Посебно ће бити формиране функције базиса које обезбеђују задовољење граничних услова између правоугаоних елемената на које ће просторна област анализе (рачунски домен, *computational domain*) бити издељена. Биће уочен основни (најнижи) ред апроксимације и одговарајући минималан скуп јаких функција базиса, за који се очекује да буде знатно различит од оних за слабу FEM формулацију. Функције базиса ће бити дефинисане тако да чине хијерархијски скуп. Пажња ће бити посвећена концепционој једноставности. У раду треба да буде проучена могућност да се јака формулација примени и на отворене проблеме, тј. на проблеме чији је рачунски домен теоријски бесконачан. При томе ће за његово ограничавање бити проучена могућност примене егзактних граничних услова који су интегралног типа. Таква допуна методе би резултирала методом која је хибрид FEM и методе момената (*Method of Moments*, MoM).

3. Циљ истраживања

Основни циљ истраживања је

- теоријско и практично заснивање јаке FEM формулације за затворене дводимензионалне електромагнетске проблеме.

Осим тога, појединачни циљеви истраживања су:

- креирање софтвера на основу засноване нумеричке методе,
- проучавање карактеристика нове формулације и
- примена нове формулације на прорачун водова са ТЕМ таласом.

4. Значај истраживања

Нумеричко моделовање електромагнетских (ЕМ) система је у савременој инжењерској пракси незаобилазно приликом анализе и пројектовања компоненти као што су водови, антене, пасивне и активне микроталасне компоненте и интегрисана кола, али и све остале структуре код којих је од интереса ЕМ поље. Моделују се ЕМ поља почев од статичких, па све до брзопроменљивих поља фреквенција реда терахерца. Без обзира на то што је област нумеричке електромагнетике у данашње време зрела научна област, истраживање нових нумеричких метода је стално актуелно, како би се ефикасност, тачност и применљивост ових метода побољшала, а тиме скратило време анализе и пројектовања.

Метода коначних елемената је једна од неколико основних нумеричких метода за анализу електромагнетских система. У практично свим објављеним књигама и радовима из ове методе (укључујући ту и примене у областима као што су механика, теорија еластичности и динамика флуида) приказана је такозвана слаба FEM формулација, која се заснива на функцијама базиса које су ван домена оператора који описује анализирану појаву, а који је типично диференцијални оператор другог реда. Осим тога, највећи број приказаних метода се заснива на апроксимацији ниског (првог) реда. Такозвана јака FEM формулација је у литератури врло мало проучена. Број радова посвећен њој је врло мали, а област толико нова, да се тек формира одговарајућа терминологија. Пионирски радови из ове области показали су да ова формулација може, у односу на слабу формулацију, имати одређене предности, нарочито у концепционој једноставности, инхерентној примени апроксимације вишег реда (минимално трећег), као и једноставнијем и природнијем дефинисању граничних услова. Како је развој јаке FEM формулације тек у зачетку, природно је да се она прво развије за дводимензионалне статичке и квазистатичке ЕМ проблеме. Одличан тест-пример за то је анализа водова са ТЕМ таласима, код којих параметри одређени електростатичком (квазистатичком) анализом у потпуности карактеришу простирање ЕМ таласа дуж ових структура.

5. Осврт на релевантне библиографске изворе

Литература из области методе коначних елемената је обимна, па ће овде бити дат само најосновнији део, релевантан за предложено истраживање.

- [1] O.C.Zienkiewicz, *The Finite Element Method*, McGraw-Hill, 3rd edition, 1977.
- [2] P.P.Silvester, R.L.Ferrari, *Finite Elements for Electrical Engineers*, Cambridge university press, 3rd edition, 1996.
- [3] J.Jin, *The Finite Elements Method in Electromagnetics*, John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [4] J.Volakis, A.Chatterjee, L.Kempel, *Finite Element Method For Electromagnetics (Antennas, Microwave Circuits, and Scattering Applications)*, IEEE Press, New York; Oxford University Press; 1998.
- [5] B.M.Kolundzija, V.V.Petrovic, "Power Conservation in Method Of Moments and Finite-Element Method for Radiation Problems", *IEEE Trans. on AP*, Vol.53, No.8 (part 2), pp.2728-2737, August 2005.
- [6] M.M.Ilic, B.M.Notaros, "Higher Order Hierarchical Curved Hexahedral Vector Finite Elements for Electromagnetic Modeling", *IEEE Trans. on MTT*, Vol.51, No.3, pp.1026-1033, March 2003.
- [7] B.M.Kolundzija, "Comparison of a Class of Subdomain and Entire Domain Basis Functions Automatically Satisfying KCL", *IEEE Trans. on AP*, Vol.44, No.10, pp. 1362-1366, October 1996.

- [8] H.E.Green, "The Characteristic Impedance of Square Coaxial Line", *IEEE Trans. on MTT*, Vol.11, No.6, pp.554-555, November 1963.
- [9] M.Trlep, A.Hamler, M.Jesenik, B.Stumberger, "The FEM-BEM Analysis of Complex Grounding Systems", *IEEE Trans. on Magnetism*, Vol.39, No.3, pp.1155-1158, May 2003.
- [10] M.M.Ilic, M.Djordjevic, A.Z.Ilic, B.M.Notaros, "Higher Order Hybrid FEM-MoM Technique for Analysis of Antennas and Scatterers", *IEEE Trans. on AP*, Vol.57, No.5, pp.1452-1460, May 2009.
- [11] R.Trobec, G.Kosec, M.Sterk, B.Sarler, "Comparison of Local Weak and Strong Form Meshless Methods for 2-D Diffusion Equation", *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Vol.36, pp.310-321, 2012.
- [12] V.V.Petrovic, B.D.Popovic, "Optimal FEM Solutions of One-Dimensional EM Problems", *Int. Jour. of Numerical Modelling*, Vol.14, No.1, pp.49-68, January-February 2001.
- [13] Z.J.Mancic, V.V.Petrovic, "Strong and Weak FEM Formulations Of Higher Order for Quasi-Static Analysis of Shielded Planar Transmission Lines", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol.53, No.5, pp.1114-1119 (DOI 10.1002/mop.25917, online ISSN 1098-2760), May 2011.
- [14] Z.J.Mancic, V.V.Petrovic, "Strong FEM Formulation for Quasi-Static Analysis of Shielded Striplines in Anisotropic Homogeneous Dielectric", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol.54, No.4, pp.1001-1006 (DOI 10.1002/mop.26676), April 2012.

Референца [1] је једна од најпознатијих општих књига о FEM. Референце [2]-[4] се најчешће узимају као основне када је у питању примена FEM за ЕМ проблеме. У [5] су дата разјашњења неких делова FEM процедуре која недостају у литератури. Референце [6] и [7] су изванредан приказ различитих хијерархијских скупова функција базиса. У [8] је дато аналитичко решење једног каноничног дводимензионалног проблема, идеалног за тестирање нумеричких метода. У [9] и [10] су дата одлична објашњења хибридизације FEM за отворене проблеме. Референца [11] је једна од ретких која се уопште бави јаким формулацијом неке нумеричке методе. У [12] је заснована јака FEM формулација за једнодимензионалне, а у [13] и [14] за дводимензионалне ЕМ проблеме.

6. Полазне хипотезе

Основне полазне хипотезе у раду су:

- Могуће је формирати скуп јаких хијерархијских дводимензионалних функција базиса за затворене статичке ЕМ проблеме у хомогеној средини.
- За нехомогену и/или анизотропну средину, а која се састоји од хомогених делова, потребно је модификовати скуп јаких функција базиса.
- Могуће је засновати методу коначних елемената за скуп функција базиса из прве хипотезе (јака FEM формулација).
- Јака FEM формулација се може успешно применити на прорачун оклопљених водова са TEM таласом, у хомогеној и нехомогеној, изотропној и анизотропној средини.
- Јака FEM формулација концепционо поједностављује примену FEM и омогућава једноставније укључивање граничних услова.
- За отворене проблеме је могућа концепционо једноставна хибридизација јаке FEM формулације и методе момената, једноставнија у односу на слабу FEM формулацију.

7. Методе истраживања

У раду прво треба да буде спроведена прегледна критичка анализа досадашњих FEM формулација, укључујући ту и формулације за отворене проблеме са егзактним задовољавањем граничних услова. Посебна пажња треба да буде посвећена уочавању извесних недостатака постојећих формулација и могућностима за унапређење тих формулација. Затим треба да буде спроведена прегледна анализа функција базиса које су у литератури до сада коришћене за решавање ЕМ проблема, са посебним нагласком на функције базиса које се стандардно користе у FEM и функције базиса вишег реда. У раду ће бити предложен нов тип јаких дводимензионалних функција базиса. Ове функције ће бити темељ за заснивање јаке FEM формулације. Полазећи од услова јединствености решења електростатичких проблема, математичким извођењем доћи ће се до израза за матричне елементе система линеарних алгебарских једначина, карактеристичног за FEM, чијим се решавањем добијају непознати коефицијенти расподеле потенцијала, тј. апроксимативно нумеричко решење полазног проблема. На основу добијених израза биће формиран алгоритам и софтвер за решавање затворених проблема. На низу примера биће проучене конвергенција и тачност методе. За почетно тестирање биће коришћени канонички примери, чије је аналитичко решење познато. За даље тестирање биће коришћени примери из литературе. Осим поређења са резултатима из литературе, биће обављено и поређење са резултатима које дају други софтвери. Биће критички сагледане карактеристике нове формулације и уочени могући недостаци и ограничења. На крају ће бити донети закључци и дате идеје за даљи рад.

8. Очекивани научни доприноси

Оригинални научни допринос дисертације би био у следећем:

- Заснивање нове формулације методе коначних елемената за анализу дводимензионалних квазистатичких проблема, са применом на анализу водова.
- Заснивање новог типа дводимензионалних функција базиса (јаке функције базиса) за примену у нумеричкој електромагнетици.

9. План истраживања и структура рада

У првој фази рада биће проучена одговарајућа литература из области примене FEM у електромагнетици, са посебним акцентом на одређене тешкоће у примени широко коришћене слабе FEM формулације. У наредној фази ће бити анализиране функције базиса које се најчешће користе у нумеричкој електромагнетици. Затим ће бити формиране дводимензионалне јаке функције базиса (као хијерархијски скуп) и одређен начин за уношење граничних услова једноставним фиксирањем непознатих коефицијената за функције базиса на рубу рачунске области. Стандардним FEM поступком биће изведени изрази за матричне елементе, а тиме и језгро алгоритма за решавање дводимензионалних затворених проблема. На основу овог алгоритма биће начињен одговарајући софтвер. Формулација, алгоритам и софтвер ће бити тестирани прво на каноничким примерима, а затим на примерима из литературе, укључујући поређења са резултатима других софтвера. Биће проучена могућност хибридизације FEM-МоМ за отворене проблеме. Приказана формулација биће критички сагледана. Добијени резултати ће бити дискутовани и донети одговарајући закључци. Биће дати могући правци даљег истраживања у овој области.

Оквирна структура рада садржаваће следеће делове:

- Увод (преглед примене методе коначних елемената у нумеричкој електромагнетици)
- Преглед функција базиса коришћених у нумеричкој електромагнетици
- Јаке хијерархијске дводимензионалне функције базиса
- Јака FEM формулација за дводимензионалне затворене проблеме у хомогеној средини
- Јака FEM формулација за нехомогене и анизотропне средине
- Могућност хибридизација јаке FEM формулације са методом момената за отворене проблеме
- Нумерички резултати и дискусија
- Закључак
- Литература

10. Закључак и предлог

На основу изложеног, комисија констатује да магистар електротехнике **Жаклина Ј. Манчић** испуњава све потребне услове да може приступити изради докторске дисертације под насловом **„Јака формулација методе коначних елемената за квазистатичку анализу водова“**. Осим испуњавања формалних услова, кандидат је у свом досадашњем раду показао изразите квалитете пресудне за научноистраживачки рад, као што су схватање и проширивање теоријских концепата, оригиналност, способност да теоријске методе преточи у алгоритме и рачунарске програме и да критички анализира добијене резултате. Предложена тема је научно заснована, припада ужој научној области Електромагнетика, антене и микроталаси и представља заснивање нове методе у нумеричкој електромагнетици. Тема је и од практичног значаја, јер омогућава прорачун широке класе водова са ТЕМ таласима.

Стога комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да одобри Жаклини Ј. Манчић израду докторске дисертације под руководством др Антонија Р. Ђорђевића, редовног професора, и др Владимира В. Петровића, ванредног професора, оба са Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 31. 01. 2013.

Чланови комисије

Др Антоније Ђорђевић, редовни професор
Електротехничког факултета Универзитета у Београду (ментор)

Др Владимир Петровић, ванредни професор
Електротехничког факултета Универзитета у Београду (ко-ментор)

Др Братислав Миловановић, редовни професор
Електронског факултета Универзитета у Нишу

Др Милан Илић, ванредни професор
Електротехничког факултета Универзитета у Београду