



ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Втора меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во
областа на правото, економијата, културата,
образованието и безбедноста во
Република Македонија“



Скопје 30-31 октомври 2014

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ: Втора меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во областа на правото,
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република Македонија“

Организатор: Институт за дигитална форензика
Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје

Уредник: Проф.д-р Сашо Гелев

Издавач: Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“ Скопје
Република Македонија
www.euba.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

001.3:330/378(497.7)(062)

МЕЃУНАРОДНА научна конференција (2 ; 2014 ; Скопје)

Влијанието на научно-технолошкиот развој во областа на правото,
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република
Македонија : зборник на трудови / Втора меѓународна научна
конференција, Скопје 30-31 октомври, 2014 ; [уредник Сашо Гелев]. -
Скопје : Универзитет "Евро-Балкан", 2014. - 575 стр. : илустр. ; 24см

Дел од трудовите на англиски јазик. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-4714-11-8

а) Научен развој - Општествени науки - Македонија - Собири
COBISS.MK-ID 97406218

Сите права ги задржува издавачот и авторите

Програмски одбор

- Проф. Д-р Митко Панов, Универзитет Евро Балкан - Претседател
- проф. Д-р Сашо Гелев – Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
копретседател
- проф. Д-р Павлина Стојанова, Универзитет Евро Балкан
копретседател
- Проф. Д-р Влатко Чингоски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Божо Крстајиќ, Електротехнички факултет - Подгорица,
Црна Гора
- Доц. д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Аристотел Тентов, Факултет за електротехника и
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –
Скопје, Република Македонија
- Доц. Д-р Марија Календар, Факултет за електротехника и
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –
Скопје, Република Македонија
- Доц. Д-р Атанас Козарев, Европски универзитет Република
Македонија- Скопје
- Проф. Д-р Атанас Илиев, Факултет за електротехника и
информациски технологии, Универзитет Св. Кирил и Методиј –
Скопје, Република Македонија
- Проф. Д-р Тони Стојановски, Австралија
- Д-р Зоран Нарашанов, Винер осигурување, Скопје, Република
Македонија
- Проф. д-р Лада Садиковиќ, Факултет за криминалистика,
криминологија и безбедност, Универзитет во Сараево;
- Проф. д-р Здравко Скакавац, Факултет за правне и пословне
студије, Универзитет УССЕ, Нови Сад;
- Доц. д-р Марјан Николовски, Факултет за безбедност,

Универзитет Св. Климент Охридски, Битола, Република Македонија
➤ Проф. д-р Гордан Калаџиџев, Правен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј – Скопје, Република Македонија
➤ Д-р Никола Протрка, Полициска академија, Загреб, Република Хрватска
➤ Проф. Д-р Стефан Сименов, Академија за внатрешни работи на Република Бугарија
➤ Доц. Д-р Оџаков Фердинанд, Министерство за одбрана на Република Македонија
➤ Доц. д-р Лидија Раичевиќ, Основно јавно обвинителство за борба против организиран криминал

СОДРЖИНА

<i>д-р Роман Голубовски Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Автоматизирање на ЕКГ дијагностика.....	14
<i>д-р Роман Голубовски Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Технички аспекти на автоматизација на биаксијална вибро-платформа.....	22
<i>Atanas Kozarev, PhD, European University - Republic of Macedonia</i>	
DEMOCRATIC CONTROL OVER THE SECURITY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA – CURRENT SITUATIONS AND CHALLENGES.....	31
<i>д-р Василија Шарац Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Примена на софтверски пакети во проектирање на електрични инсталации.....	37
<i>д-р Василија Шарац Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
ПРИМЕНА НА ЛОГО КОНТРОЛЕР ВО УПРАВУВАЊЕ НА МАШИНА АБКАНТПРЕСА СТО-400 ОД АПСПЕКТ НА ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ДОВЕРЛИВОСТА И БЕЗБЕДНОСТА НА ПОГОНОТ.....	45
<i>м-р Маријана Хрисфов, Универзитет "ЕВРО-БАЛКАН" - Скопје</i>	
Новите медиуми и политичките револуции.....	53
<i>м-р Татјана Уланска, м-р Даниела Коцева, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Промените во општеството како причина за семантичка екстензија во современиот македонски јазик.....	64
<i>М-р Александра Ангеловска, Правен факултет „Јустинијан Први“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје</i> <i>М-р Нада Донева, Правен факултет „Јустинијан Први“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје</i>	
Развојот на современите комуникациски технологии и нивното	69

влијание на проблемот на сексуална злоупотреба на деца.....	
<i>Танкица Таукова, Горан Сачевски, Ѓорѓи Тасев, Прв Приватен Универзитет ФОН</i>	
Компјутерски криминал, како нова форма на криминал во Република Македонија.....	81
<i>Д-р Сергеј Цветковски, Д-р Ванчо Кенков, Институт за безбедност, одбрана и мир-Филозофски факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје</i>	
Осиромашен ураниум: добивање, карактеристики и примена.....	89
<i>М-р Јасмина Мишоска</i>	
Платежни картички како инструмент за плаќање во електронското банкарство.....	99
<i>М-р Тане Димовски, Агенција за млади и спорт-Влада на РМ</i>	
Интервјутото и наградувањето на вработените како дел од менаџментот на организацијата.....	104
<i>д-р Олга Кошевалиска, д-р Лазар Нанев, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Правен Факултет</i>	
Информатичкиот систем на Европол.....	113
<i>Кире Николовски, Универзитет „Евро-Балкан“ Александар Петровски, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“</i>	
Употребата на ласерската технологија во форензиката.....	121
<i>Aleksandar Nacev, MA – Directorate for Security of Classified Information,</i>	
The Internet as a terrorist tool for recruitment and radicalization.....	130
<i>д-р Олга Кошевалиска, м-р Елена Иванова, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Правен Факултет</i>	
Шенгенски информациски систем и заштита на податоците во него...	138
<i>Д-р Ванчо Кенков, Д-р Сергеј Цветковски, Институт за безбедност, одбрана и мир-Филозофски факултет Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје</i>	
Операции поинакви од војна- облик на загрозување на безбедноста на малите земји.....	146

<i>Biljana Jakimovska, Ministry of Defence</i>	
INTERNATIONAL COOPERATION IN THE FIELD OF RESCUE AND PROTECTION - PRECONDITION FOR SUCCESSFUL DEALING WITH NATURAL DISASTERS.....	157
<i>Мирјана Маневска, Република Македонија</i>	
Симбиотската поврзаност на националниот-безбедносен систем и националниот дипломатски апарат- гаранција за ефикасна заштита на националните интереси.....	162
<i>д-р Ирена Андрееска, Комерцијална банка АД Скопје</i>	
Технологијата, глобализацијата и феноменот на сиромаштија во современиот свет.....	170
<i>Daniela Koteska Lozanoska, MSc and Dimitar Stojkovski UIST "St. Paul the Apostle" – Ohrid</i>	
E-banking in the Republic of Macedonia.....	177
<i>Anka Trajkovska-Petkoska, PhD, University St. Kliment Ohridski-Bitola, R. Macedonia Anita Trajkovska-Broachb), PhD, The Egg Factory, LLC., VA, USA</i>	
Learning Agility - is this really important nowadays?	184
<i>Илија Насов, МИТ Универзитет- Скопје Анка Трајковска Петкоска, Универзитет Св. Климент Охридски-Битола</i>	
Од идеја до реализација – искуства од ЕУ проекти.....	191
<i>Гзим Цамбази</i>	
Новите технологии и односот на учениците кон книжевната уметност.....	197
<i>м-р Шутова Милица, ФОН универзитет</i>	
Начини на решавање на претходното прашање во парничната постапка.....	207
<i>Borka Tushevska, PhD, Faculty of law University Goce Delcev – Stip</i>	
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SEADOCS AND	218

BOLERO SYSTEMS IN ELECTRONIC TRANSFER OF BILL OF LADING.....	
<i>Borka Tushevska, PhD, Faculty of law University Goce Delcev – Stip</i>	
BASIC CAPITAL: COMPARATIVE ASPECTS IN EUROPEAN UNION AND MACEDONIAN LAW.....	228
<i>м-р Зоран Златев , Факултет за информатика – Штип д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет - Радовиш д-р Владо Гичев , Факултет за информатика – Штип Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Дизајн и анализа на експеримент со употреба на Labview.....	237
<i>м-р Зоран Златев , Факултет за информатика – Штип д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет - Радовиш д-р Владо Гичев , Факултет за информатика – Штип Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Мониторинг и процесирање на сеизмички сигнали користејќи Labview.....	245
<i>Д-р Татјана Николова Маневска</i>	
Трендови во опкружувањето и нивното влијание во менаџментот на човечки ресурси во Република Македонија.....	253
<i>Д-р Татјана Николова Маневска</i>	
Стратегиски системи за оценување на перформансите на вработените.....	261
<i>Изет Хусеин, Селма Биберовиќ, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Извори на сајбер закани.....	270
<i>Селма Биберовиќ, Изет Хусеин, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Етичко хакирање и зголемување на компјутерската безбедност.....	277
<i>Зорица Каевиќ, ОУ „Горѓија Пулевски“, Скопје Д-р Ненад Крстевски, МЕПСО – Македонски електро преносен систем оператор</i>	

<i>Д-р Сашио Гелев, Универзитет „Гоце Делчев“, Македонија – Штип,</i>	
Дигитална форензија на мобилни телефони.....	284
<i>м-р Марија Амповска, Универзитет "Гоце Делчев" Штип</i>	
Правна и институционална рамка на нуклеарната енергија во Р.Македонија.....	297
<i>Ass.Prof. Aleksandar Tudzarov "Goce Delcev" University – Shtip</i>	
5G Mobile Networks: the User-side Approach.....	310
<i>Ass.Prof. Aleksandar Tudzarov "Goce Delcev" University – Shtip,</i>	
Next Generation Mobile Networks Architecture.....	322
<i>Д-р Гордан Јанкуловски, Универзитет Евро-Балкан</i>	
Влијанието на научно - технолошкиот развој во областа на правото, економијата во Република Македонија од областа на електронско банкарство.....	328
<i>Д-р Гордан Јанкуловски, Универзитет Евро-Балкан</i>	
Влијанието на научно - технолошкиот развој во областа на правото, економијата во Република Македонија од областа на е - бизнис.....	336
<i>М-р Маја Кукушева Панева, М-р Билјана Читкушева Димитровска, Томче Велков, Проф. Д-р Влатко Чингоски, Електротехнички Факултет- Радовиш Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија</i>	
FEMM како Едукативна Алатка за Решавање на Проблеми од Електромагнетизам.....	344
<i>Стоилен Стоилов, Горан Боримечковски, Николче Петковски, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Значење на компјутерската форензија при собирање на дигитални докази и справување со сајбер криминалот.....	351
<i>Мимоза Клековска, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје Цвета Мартиновска, Факултет за информатика – Штип</i>	
Одредување на личниот идентитет врз основа на ракописот како биометриска идентификација.....	359

<i>Д-р Ненад Крстевски, МЕПСО Зорица Каевик, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје д-р Фердинанд Оџаков Министерство за одбрана</i>	
Методи на идентификација на маскирани непознати сторители на казниви дејства.....	367
<i>м-р Марија Амповска, м-р Димитар Анасиев Универзитет "Гоце Делчев" Штип, Правен Факултет Кочани</i>	
Еволуција на ноксалната одговорност од римското право во одговорност за друг во современото македонско право.....	378
<i>Васко Милевски, АД Електрани на Македонија, Скопје, Македонија Влатко Чингоски, Електротехнички Факултет, Универзитет Гоце Делчев- Штип,</i>	
Енергетски Пасивни Објекти за Домување.....	389
<i>д-р Зоран Димитровски, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип</i>	
Технички решенија за зголемување на безбедноста и сигурноста при експлоатација на тракторите во јавниот сообраќај.....	397
<i>д-р Зоран Димитровски, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип</i>	
Трагични последици при сообраќајни несреќи со трактори во Р.Македонија.....	405
<i>м-р Александар Соколовски, Неотел д-р Сашо Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" – Штип Електротехнички факултет - Радовиш</i>	
Мобилна автентификација на корисници со модерни криптографски методи.....	413
<i>д-р Ана Дамјановска</i>	
Научно – технолошкиот развој како компонента од Европскиот буџет и значењето на истиот за Република Македонија како земја со статус кандидат за членство во Европската унија.....	423
<i>д-р Методија Дојчиновски, Воена академија „Генерал Михаило Апостолски“ Скопје, Република Македонија м-р Ивица Даневски, Министерство за одбрана на Република Македонија</i>	

Регионализам и социјален идентитет во контекст на националната безбедност.....	430
<i>Ивана Гелева, Република Македонија</i> <i>Д-р Ристо Христов, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Дизајн и 3D печатење.....	441
<i>д-р Костадин Дуковски</i>	
Форензика во сметководство.....	450
<i>д-р Александар Даштевски, Универзитет „Евро- Балкан“ – Скопје</i>	
Традицијата обичаите и менталитетот како основ за дискриминација во дел од земјите во југоисточна европа.....	457
<i>м-р Силвана Жежова, д-р Ацо Јаневски, д-р Киро Мојсов, д-р Дарко Андроников, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Технолошко-технички факултет</i>	
Мода и брендирање на текстилните производи.....	465
<i>Филип Пејоски, Бујар Хусеини, Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“</i> <i>д-р Сашо Гелев, Универзитет Гоце Делчев -Штип</i>	
Можности и предизвици од влијанието на Cloud Computing врз Дигиталната Форензика.....	475
<i>Ана Кировска, Владимир Ончески, Универзитет „Евро-Балкан“ – Скопје</i>	
Идентификација преку физиолошки биометриски карактеристики....	484
<i>Aleksandar Grizhev, PhD, Ministry of defense, Republic of Macedonia</i>	
The Religious Fundamentalism and the Role of the Internet.....	495
<i>м-р Марјана Хрисафов , м-р Игор Панев, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Е-владеење-предизвик на модерните демократии.....	502
<i>Ѓорѓи Лазаревски, Елена Лазарова, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Користење GPRS технологија во спречување злоупотреба на фискалните уреди.....	510

<i>Ѓорѓи Лазаревски, Елена Лазарова, Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје</i>	
Банкарски аспекти во борбата против злоупотреба на платежни картички во Република Македонија.....	519
<i>д-р Лидија Раичевиќ Вучкова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i>	
Јавниот обвинител во кривично-правниот систем.....	527
<i>Д-р Павлина Стојанова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i> <i>Д-р Ленче Петреска, Република Македонија</i> <i>Д-р Сашио Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Влијание на информационите технологии врз подобрување на конкурентноста на претпријатијата.....	537
<i>Д-р Ленче Петреска, Република Македонија</i> <i>Д-р Павлина Стојанова, Универзитет „Евро Балкан“ - Скопје</i> <i>Д-р Сашио Гелев, Универзитет "Гоце Делчев" - Штип</i>	
Развојот на социјалните медиуми и нивното влијание врз е-бизнисот.....	547
<i>Драган Караџовски, Европски Универзитет Република Македонија, Скопје</i> <i>Лорита Оџакова, Универзитет ЕВРО-БАЛКАН, Скопје</i>	
Дигитален потпис.....	555
<i>Miroslava Kortenska, Ph.D.</i> <i>South-Western University "Neofit Rilski", Blagoevgrad</i>	
Bulgarian Poet Peyo K. Yavorov (1878–1914) – Broadening his Cultural and Historical Legacy.....	565
<i>Валентина Гоцевска</i>	
Неолибералниот концепт во време на информациската револуција во Република Македонија после осамостојувањето.....	568

удк: 004.942:537.8

М-р Маја Кукушева Панева,*Електротехнички Факултет- Радовиш
Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија***М-р Билјана Читкушева Димитровска***Електротехнички Факултет- Радовиш
Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија***Томче Велков,***Електротехнички Факултет- Радовиш
Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија***Проф. Д-р Влатко Чингоски***Електротехнички Факултет- Радовиш
Универзитет Гоце Делчев- Штип, Р. Македонија*

FEMM како Едукативна Алатка за Решавање на Проблеми од Електромагнетизам

Апстракт - Во овој труд претставена е употребата на софтверскиот пакет FEMM како комплетна софтверска алатка за решавање на електромагнетни проблеми за едукативни цели. FEMM (Finite Element Method Magnetics) е бесплатен софтверски пакет за симулација и анализа на магнетно и електростатичко поле, топлинско поле и проток на индуцирани струи. Симулациите се вршат со користење на Методот на конечни елементи што на студентите им овозможува да анализираат лесно и брзо разни проблеми од овие области и визуелно и графички да ги анализираат и презентираат добиените нумерички решенија. Со споредба на нумерички добиените решенија студентите може да ги потврдат резултатите кои аналитички ги добиваат со помош на математички пресметки.

Клучни зборови: електрично поле, магнетно поле, линиски проводник, соленоид, Метод на конечни елементи.

Abstract - Utilization of the software package FEMM as a complete software tool for solving electromagnetic problems for educational purposes is presented in this paper. FEMM (Finite Element Method Magnetic) is free software package for simulation and analysis of magnetic and electrostatic fields, heat flow and current flow problems. Simulations are performed using the Finite element method which allows students easily and quickly to solve various problems in these areas and visually and graphically analyze and grasp the obtained numerical solutions. By comparison of numerical solutions, the students can confirm the analytically obtained results by means of mathematical calculations.

Keywords: electric fields, magnetic fields, line conductor, air- cored solenoid, Finite element method.

Вовед

Анализите со FEMM 4.2 се вршат во 2Д простор во Декартов координатен систем ($X - Y$) или во аксијално- симетричен координатен систем каде z - оската е оската на ротација, а промените се на радиусот (R) и аголот (φ). Проблемите се решаваат со пресметување на парцијални диференцијални равенки од втор ред, најчесто Лапласови и Поасонови. Методот на конечни елементи користи три

чекори за решавање на парцијалните диференцијални равенки. Најпрво, доменот во кој се решава парцијалната диференцијална равенка се разложува на голем број на подрегиони со едноставна геометрија (триаголници, четириаголници, петоаголници итн.) врз кои се применува методот на конечни елементи. По процесот на дискретизација за секој подрегион се добива приближно решение (полиномна функција) на диференцијална равенка. Коефициентите на полиномите треба да се определат така што границите на подрегионите кои се поклопуваат мора да го одржат континуитетот на доменот. Ако се употребат доволно мали подрегиони тогаш приближното решение се совпаѓа со точното решение. Предност на овој метод е тоа што на овој начин проблемот се трансформира од мал, но тежок за решавање во голем, но релативен лесен за решавање.

Овој труд е организиран на следниов начин: Во првиот дел ќе биде дадена теоретска позадина за електричните и магнетните полиња. Понатаму се разгледани два примери од електрични и магнетни полиња преку кои е дадена илустрација на примената на програмскиот пакет FEMM во едукативни цели. Трудот завршува со заклучок во кој се наведени придобивките од користењето на овој пакет.

Теоретска позадина

Електростатичките проблеми го разгледуваат однесувањето на векторот на јачина на електрично поле \vec{E} и векторот на електрично поместување \vec{D} . Во електростатиката постојат два закона кои мора да бидат исполнети. Првиот услов е Гаусовиот закон според кој флуksот кој излегува од било која затворена површина е пропорционален со вкупниот полнеж во таа површина, односно:

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$$

каде ρ е специфична густина на електричен полнеж. Вториот услов е диференцијалната форма на Амперов закон:

$$\nabla \times \vec{E} = 0$$

Електрично поместување и јачината на електричното поле се поврзани со равенката $\vec{D} = \epsilon \vec{E}$, каде ϵ е електрична пермеабилност. Иако некои електростатички проблеми може да имаат нелинеарна зависност помеѓу \vec{D} и \vec{E} , FEMM ги разгледува само проблемите кај кои оваа зависност е линеарна. Исто така за да се поедностават пресметките FEMM го користи скаларниот вектор потенцијал кој со јачината на електричното поле е поврзан со релацијата:

$$\vec{E} = -\nabla V$$

Од овде се добива основната равенка за пресметка на просторната распределба на електричното поле $-\epsilon \nabla^2 V = \rho$. Програмот ја решава равенката за даден потенцијал V над дефинираната област и граничните услови, односно распределбата и интензитетот на електромагнетните полиња се добива со решавање на диференцијални равенки од втор ред. Но, со нивно решавање се добива цела фамилија на решенија кои ја задоволуваат диференцијалната равенка. За да се определи точното решение потребно е да се дефинираат гранични услови. Граничните услови може да се поделат во пет групи. Според Дирихлетовите гранични услови, вредностите на електричниот скаларен потенцијал и/или вредностите за магнетниот вектор потенцијал \vec{A} експлицитно се дефинираат за сите точки на граничната линија. Нојмановите гранични услови во секоја точка ги дефинираат вредностите на нормалата на магнетниот вектор потенцијал на таа површина односно $\partial \vec{A} / \partial n = 0$. Робиновите гранични услови се комбинација од претходните два услова и ја дефинираат врската помеѓу магнетниот вектор потенцијал и неговата нормална компонента на граничната површина

$\frac{\partial \vec{A}}{\partial n} + c\vec{A} = 0$. Периодичните гранични услови поврзуваат две граници при што вредностите на точката која ги поврзуваат овие две граници се поставуваат да бидат исти за двете граници. Антипериодичните гранични услови исто така поврзуваат две граници, но магнитудата на точката во која се соединуваат е иста, но со спротивен знак. Ако експлицитно не се дефинираат гранични услови, тогаш FEMM ги користи Нојмановите гранични услови.

Временски променливите магнетни полиња се опишуваат со јачина на магнетно поле \vec{H} и магнетна индукција (густина на магнетен флуks) \vec{B} и се дефинираат со Максвеловите равенки:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

Од овде се добива врската помеѓу јачината на магнетното поле и магнетната индукција $\vec{B} = \mu \vec{H}$, каде μ е магнетна пермеабилност на средината. FEMM ги решава овие равенки со помош на магнетен вектор потенцијал $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$. Со замена на последнава равенка во првата Максвелова равенка се добива:

$$\nabla \times \left(\frac{1}{\mu(B)} \nabla \times \vec{A} \right) = \vec{J}$$

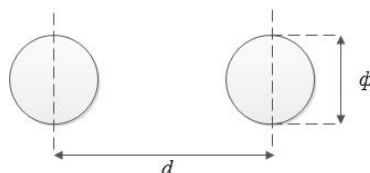
Доколку на оваа равенка се примени Кулуновиот закон $\nabla \cdot \vec{A} = 0$ се добива поопшт облик односно равенката се сведува во нејзината конечна пресметковна форма:

$$-\frac{1}{\mu} \nabla^2 \vec{A} = \vec{J}$$

Практични примери

За да ја прикажеме употребата на софтверскиот пакет FEMM 4. 2 во едукативни цели ќе приложиме детална анализа на два проблеми од електрични и магнетни полиња.

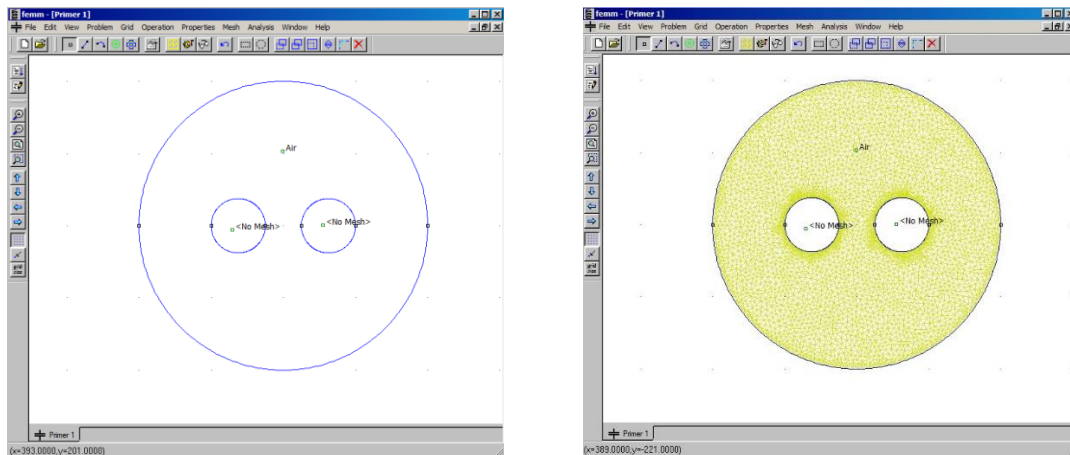
Проблем 1: Да се определи подложната капацитивност на два проводници со должина 1m и дијаметар 75mm поставени во воздух ($\epsilon = \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m$) на различен потенцијал на растојание 200mm (слика 1). Да се определи попречната распределба на електростатичко поле околу проводниците.



Слика 1. Предложен геометриски модел за системот

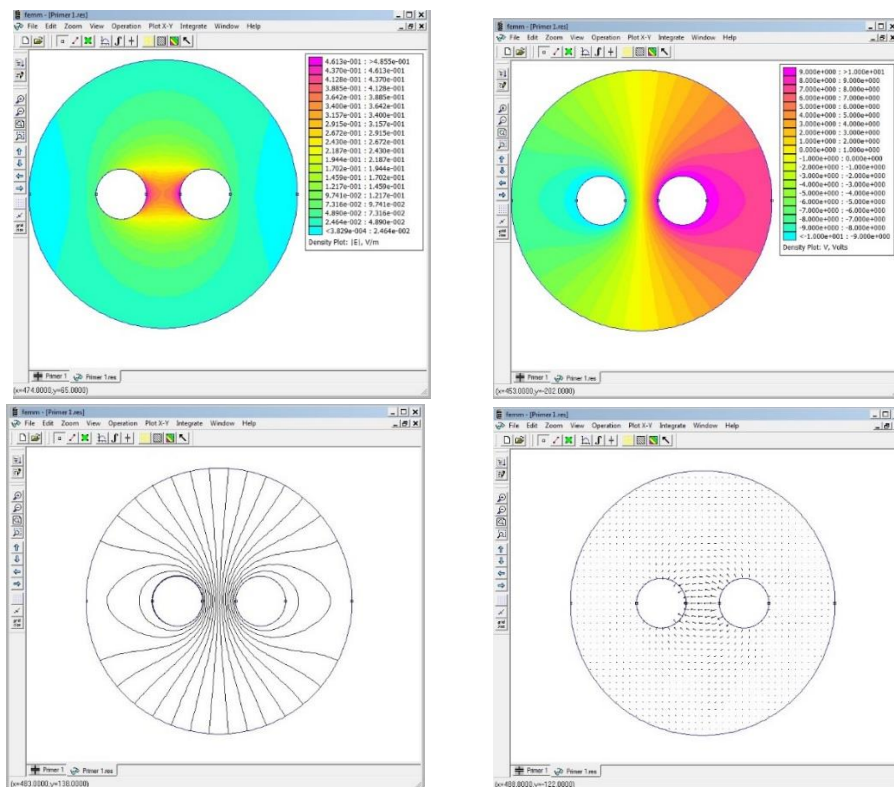
Најпрво се креира геометрискиот модел на системот (слика 2а) кој го сочинуваат два бескрајно долги проводници поставени на различен електричен потенцијал 1 и -1. Проблемот е од електростатика и е

планарен, а како единица мерка се избира метар. Потоа се внесуваат материјалните својства на сите елементи од овој систем.



Слика 2. (а) Модел во софтверскиот пакет FEMM (б) генерирана мрежа од конечни елементи во форма на триаголник

По креирањето на моделот за анализа во програмскиот пакет FEMM, програмот се извршува при што се креира мрежа од конечни елементи во форма на триаголник како што е прикажано на слика 2б. Вкупниот број на јазли кај сите конечни елементи кои автоматски се генерираат е 5992 јазли. Следна фаза е постпроцесирањето во која се вршат пресметки на сите електромагнетни големини во било која точка од просторот. На слика 3 визуелно се прикажуваат просторната распределба на електричното поле (слика 3а) и електричниот напон (слика 3б), еквипотенцијалните линии (слика 3в) и векторот на јачината на електричното поле (слика 3г)



Слика 3. Резултати од анализата на моделот а) јачина на електрично поле б) електричен напон в) еквипотенцијални линии г) вектор на јачина на електрично поле

Математички подложната капацитивност на овој модел се определува со користење на емпириската формула:

$$C = \frac{\pi \epsilon l}{\ln \left[\frac{d}{2r} + \sqrt{\left(\frac{d}{2r} \right)^2 - 1} \right]}$$

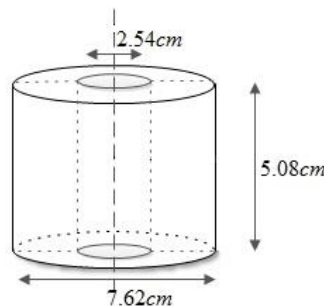
Со замена на вредностите дадени во примерот аналитички се добива вредноста на капацитетот која изнесува $C = 16.98 \cdot 10^{-12} F/m$.

За да нумерички ја определеме подложната капацитивност на моделот, потребно е да ја прочитаеме вредноста на енергијата W_e на системот која програмот автоматски ја пресметува. За овој систем складираната енергијата е $W_e = 8.50433 \cdot 10^{-12} J$. Тргувајќи од врската помеѓу капацитетот и складираната енергија добиваме:

$$C = \frac{2W_e}{U^2} = \frac{2 \cdot 8.50433 \cdot 10^{-12}}{1^2} = 17.00866 \cdot 10^{-12} F/m$$

Со споредба на аналитички и нумерички добиените вредности за капацитетот на системот се гледа дека резултатите кои се добиваат од математичките формули лесно можат да се потврдат со резултатите кои се добиваат од симулациите.

Пример 2. Шуплив соленоид поставен во воздух. Намотката е со димензии: внатрешен дијаметар 2.54cm, надворешен дијаметар 7.62cm и должина 5.08cm. Намотката има 1000 навивки од бакарна жица 18 AWG (линеарен магнетен материјал, со еднаква релативна пермеабилност по z и r -оските и електрична спроводливост $\sigma = 58MS/m$). Низ навивките тече струја од 1A.



Слика 4. Предложен модел за системот

Ова е аксисиметричен проблем од областа на магнетизмот. Моделот за овој систем е прикажан на слика 4. Откако ќе се креира геометрискиот модел потребно е да се дефинираат границите на системот. Регионот во кој се поставува соленоидот е сфера со радиус 7.62cm. Потоа за овој регион се дефинираат асимптотски гранични услови за кои важи:

$$\frac{1}{\mu_r \mu_o} \frac{\partial \vec{A}}{\partial n} + C_o \vec{A} + C_1 = 0$$

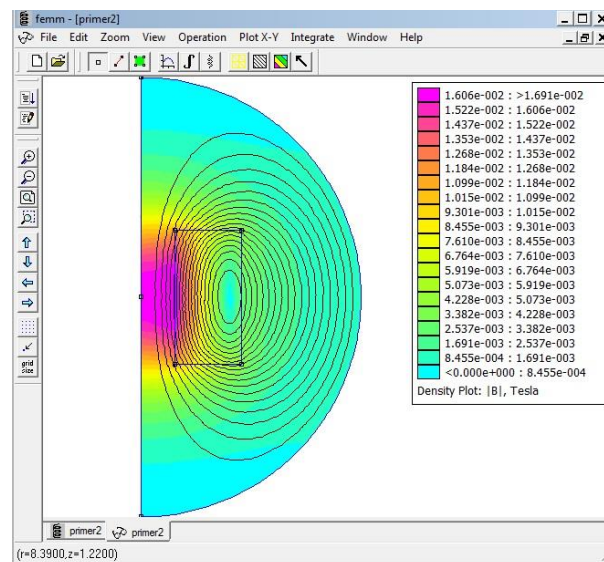
Каде μ_r е релативна магнетна пермеабилност на регионот во непосредна близина на границата, додека n ја прикажува насоката на нормалата на границата. Коefициентите C_o и C_1 се определуваат како:

$$C_o = \frac{1}{\mu_r \mu_o R}$$

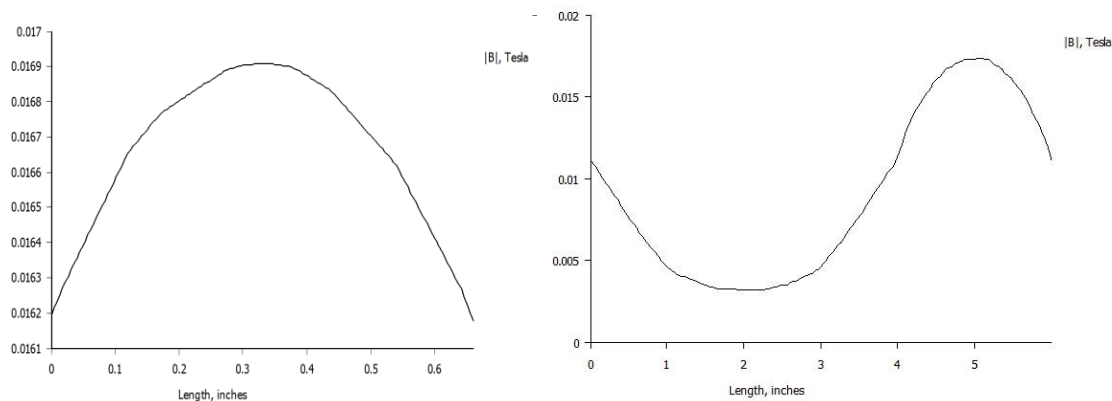
$$C_1 = 0$$

Каде R е надворешниот радиус на регионот во кој е зададен проблемот.

Откако моделот ќе биде креиран и ќе бидат внесени неговите карактеристики, програмот се извршува. FEMM го дели просторот на мрежа од голем број триаголници врз кои се применува методот на конечни елементи. Вкупниот број на јазли кои автоматски се генерираат е 3647. Во фазата на постпроцесирање можни се претставувања на голем број магнетни големини. Во овој труд се претставени густина на магнетен флуks (слика 5а), магнетната индукција на внатрешната површина на соленоидот (слика 5б) и варијациите на густина на флуks на внатрешната површина на соленоидот (слика 5в).



Слика 5. Резултати од анализата на моделот а) густина на магнетен флуks б) магнетна индукција на внатрешната површина на соленоидот в) варијација на густина на флуks



Софтверскиот пакет FEMM овозможува и серија на други пресметки, па така вкупните загуби во намотката се 3.413W, додека пак индуктансата е 22.9mH.

Заклучок

Софтверскиот пакет FEMM е прецизна алатка за решавање на ниско фреквентни електромагнетни проблеми. FEMM овозможува решавање на линиски интегрални низ дадени контурни линии и решавање на волуменски интегрални над даден волумен дефиниран со затворени контурни линии. Со овие интегрални се решаваат серија на карактеристики на електричните и магнетните полиња кои се корисни во процесот на учење на овие области. Во овој труд преку демонстрација на два едноставни примери беа прикажани можностите на софтверскиот пакет FEMM како дополнителна алатка во процесот на учење, односно дека FEMM може да се користи како алатка која може да им помогне на студентите во изучување на проблеми од електромагнетизмот.

Conclusion

FEMM package is accurate tool for solving low frequency electrostatic and magnetic problems. FEMM provides calculations of line integrals along specified counter line and calculations of volume integrals defined from specified closed contour line. This integrals allow solving of numerous characteristics of electrostatic and magnetic fields. This paper trough demonstration of two simple examples shows the capabilities of software package FEMM as a complementary tool in learning process that may help students to understand electromagnetics in depth.

Користена литература

- [1] D. Meeker, *Finite Element Method Magnetics Version 4.3*, User's Manuel, October 16, 2010
- [2] Влатко Чингоски, *Основи на CAD/CAM во електротехниката*, Универзитет Гоце Делчев, Штип 2013
- [3] A. Verma, R. Mishra, I. Singh, *Analysis of Magnetic Field of Air Cored Solenoid using FEMM*, MIT International Journal of Electrical and Instrumentation Engineering, Vol. 2 No.1. January 2012, pp (37-40)