

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008) достављам следеће податке.

Обавезни подаци:

Аутор/аутори решења: Бурањ Нандор, Миодраг Милутинов, Неда Пекарић-Нађ

Назив техничког решења: Уређај за излагање малих течних узорак магнетском пољу
У оквиру пројекта ТР 18043 Прорачун, визуелизација и мониторинг електромагнетских поља

Категорија техничког решења (према одредбама *Правилника* садржаним у НАПОМЕНИ*): **M85** - Прототип

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта МНТР

У оквиру пројекта ТР18043: Прорачун, визуелизација и мониторинг електромагнетских поља. Урађено је техничко решење за потребе Факултета техничких наука, ФТН, Нови Сад.

Ко решење користи тј. ко је прихватио –примењује решење

Примењује Лабораторија за Биотехнологију, Технолошки факултет, Нови Сад.

Година када је решење урађено: 2011

Како су резултати верификовани (од стране кога тела)

Техничко решење је реализовано на Факултету техничких наука у Новом Саду. Уз помоћ уређаја је изведен низ експеримената у Лабораторији за Микробиологију и Биотехнологију Технолошког факултета у Новом Саду. Извештај о Техничком решењу су верификовала два рецензента, Проф. Славољуб Алексић, Електронски факултет Ниш и Проф. Мирјана Антов, Технолошки факултет Нови Сад.

На који начин се резултати користе

Реализовано Техничко решење је базирано на феромагнетском колу са три гране. У централној грани у процепу, у зони пресека 12cm^2 и висине 12cm генерише се хомогено магнетско поље за излагање стаклених епрувета са течним узорцима ензима на хранљивој подлози. Простор хомогеног магнетског поља је ограничен керамичком посудом у којој се налази грејач и термостат, што обезбеђује контролисану температуру узорака који се излажу пољу. Магнетско поље је контролисаног правца, смера и интензитета, при контролисаној температури. Уређај се напаја из раздвојног трансформатора, ради повећане безбедности корисника. Документована су својства прототипа, написано је упутство за коришћење прототипа и обучена су одговорна лица за укључење и контролу рада прототипа. Извештаји за документовање тока експеримената, расположиви су за штампање.

Област на коју се техничко решење односи

Енергетика, електромагнетска компатибилност, унапређење квалитета човекове околине и радног окружења, као и примена нових уређаја у биолошким и биотехнолошким експериментима.

Проблем који се техничким решењем решава

Техничко решење обезбеђује генерисање магнетског поља индустријске фреквенције 50 Hz за широки дијапазон интензитета, од 10 до 12000 микротесла. Техничко решење служи за *in vitro* експерименте где се испитује могући утицај магнетског поља на ензиме који разлажу целулозу у течном супстрату. Техничко решење омогућава да се у међугвожђу магнетског кола оствари хомогено поље великог распона интензитета и при жељеној температури.

Стање решености тог проблема у свету

У Европској унији и у свету постоји низ различитих реализација уређаја за изучавање утицаја електромагнетског поља на биолошки материјал. Постојећа решења у литератури обухватају системе намотаја са више група завојака у ваздуху, попут Meritovih калемова [1]. Пошто се експерименти са ензимима изводе у лабораторији заједно са другим експериментима, било је неопходно остварити јако локализовано поље, како се не би ометали остали експерименти. Овакав уређај, према нашем сазнању, није до сада могао да се набави.

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже

Uvod

Tehničko rešenje predstavlja prototip sistema za generisanje homogenog magnetskog polja frekvencije 50Hz. Sistem za generisanje polja u osnovi čini feromagnetsko kolo sa tri grane čije su dimenzije 30cm×20cm×15cm. Kako je sistem namotaja deo aparature za izvođenje biomagnetskih eksperimenata, neophodno je da magnetsko polje bude odredjenog, unapred definisanog intenziteta. Sistem namotaja, smešten na bočnim granama feromagnetskor jezgra, treba da u međjugvožđu centralne grane obezbedi intenzitete vektora magnetske indukcije u rasponu od 10μT do 12000μT. Navedeni nivoi se spominju u literaturi kao efikasni za ubrzavanje enzimske aktivnosti [2]. Realizovan sistem namotaja prikazan je na Sl. 1.

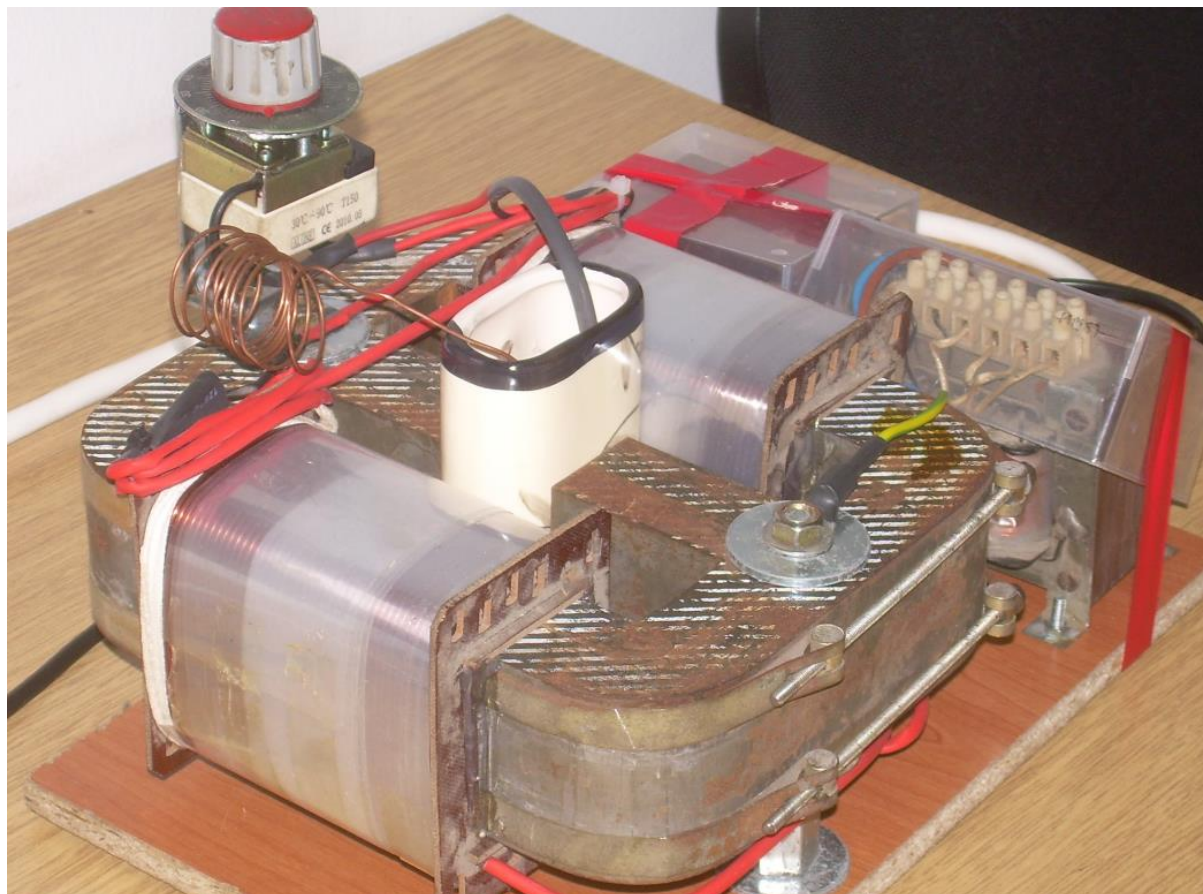
Teorijski proračun

Vektor magnetske indukcije za sistem namotaja sa Sl. 1 određen je i korišćenjem metode konačnih elemenata programskog paketa COMSOL Multiphysics [3]. Veza između vektora magnetske indukcije, $\vec{B}$, i magnetskog vektor potencijala, $\vec{A}$, data je izrazom $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$. Kompleksni magnetski vektor potencijal, $\vec{A}$, zadovoljava jednačinu

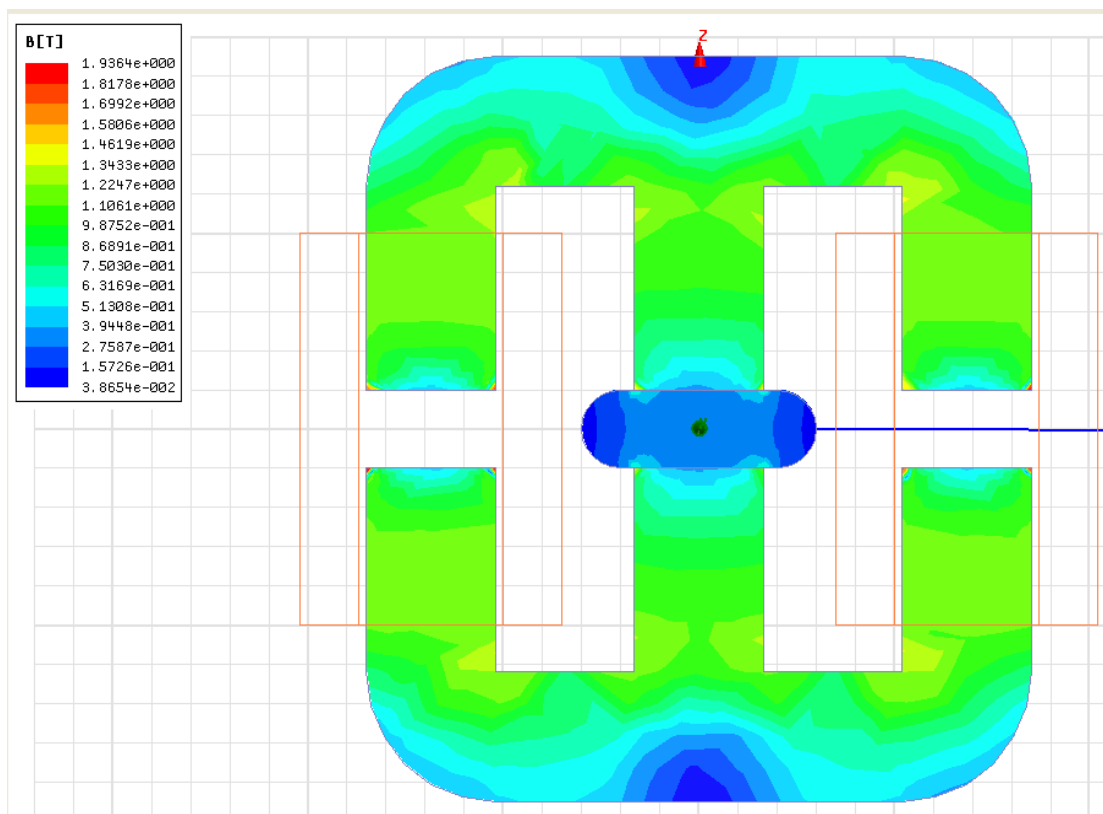
$$(j\omega\sigma - \omega^2\varepsilon)\vec{A} + \nabla \times (\mu\nabla \times \vec{A}) = \vec{J},$$

gde je μ permeabilnost, ε permitivnost, σ specifična provodnost materijala u kome se uspostavlja magnetsko polje, a $\vec{J}$ kompleksni vektor spoljašnje gustine struje.

Određivanje magnetskog vektor potencijala u programskom paketu COMSOL se sastoji iz nekoliko koraka: crtanje geometrije sistema, definisanje početnih i graničnih uslova, pravljenje mreže i rešavanje sistema jednačina dobijenih primenom FEM. U našem slučaju, korišćen je AC/DC Modul "Quasi-statics magnetic field" sa graničnim uslovom "Magnetic insulation", opisanim izrazom $\vec{n} \times \vec{A} = 0$. Rezultati dobijeni korišćenjem FEM su prikazani na slici 2. Rezultati proračuna su saglasni sa vrednostima koje su kasnije dobijene merenjem.



Sl. 1. Fotografija realizovanog uređaja.



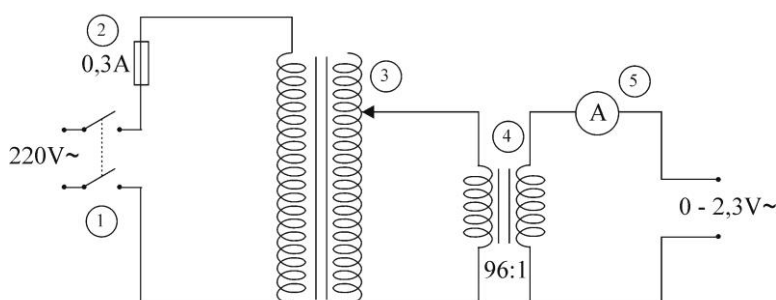
Sl. 2. Proračunata efektivna vrednosti z- komponente vektora magnetske indukcije u horizontalnoj ravni simetrije sistema.

Realizacija sistema namotaja i napajanja

Realizacija sistema namotaja je izvedena u skladu sa teorijski izračunatim vrednostima, koje su izračunate pod pretpostavkom da nepoznati feromagnetski materijal za magnetsko kolo ima karakteristike transformatorskog gvožđa iz biblioteke programa.

Na sl. 3 je prikazana električna šema za napajanje feromagnetskog kola. Uređaj se priključuje na mrežu preko razdvojnog transformatora Iskra Elektronika ločilni nastavljivi transformator 4800 i drugog transformatora koji dodatno snižava napon. U odnosu na napon razdvojnog transformatora izmerene su vrednosti vektora magnetske indukcije u procepu feromagnetskog kola. Ove vrednosti su navedene u Tabeli 1. Namotaji feromagnetskog kola su vezani na razdvojni transformator preko dodatnog transformatora zbog bezbednosti rukovaoca.

Na gornjoj strani uređaja nalaze se dugme termostata za regulaciju temperature, mrežni prekidač i priključci za povezivanje sistema namotaja. Na zadnjoj strani uređaja nalazi se priključak grejača koji se preko svog transformatora priključuje na gradsku mrežu napona 230V~. Dimenzije samog uređaja su 200mm×300mm×200mm.



Sl. 3. Uređaj za napajanje feromagnetskog kola: 1. mrežni prekidač, 2. osigurač, 3. razdvojni transformator, 4. transformator, 5. ampermetar.

Merenja vektora magnetske indukcije

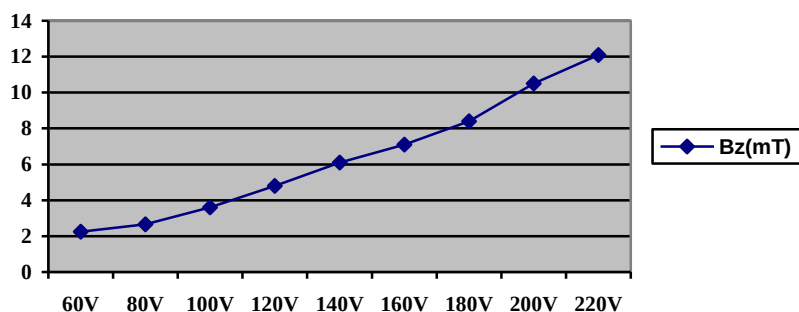
Nakon numeričkog proračuna i realizacije prototipa sistema, izvršena su merenja magnetskog polja u vazduhu, u procepu feromagnetskog kola, unutar keramičke posude. Merenja su urađena 18. 02. 2010. god. Uz pomoć Gaussmetra Bell 640 [4]. Merenja vektora magnetske indukcije povezana su sa očitavanjem napona na razdvojnem transformatoru Iskra Elektronika ločilni nastavljivi transformator 4800. Pozicije prekidača date su u Tabeli 1.

Tabela 1. Pozicije prekidača na voltmetru razdvojnog0 transformatora i odgovarajuća indukcija u procepu feromagnetskog kola

Pozicija na voltmetru uređaja Iskra Elektronika ločilni nastavljivi transformator 4800	B_z [mT]
Min	0.250
Prva oznaka	0.720
Druga	1.250
Treća	1.750
Četvrta	2.250
Peta	2.650
100V	3.600
120V	4.800
140V	6.300
160V	7.000
180V	8.400
200V	10.500
220V	12.100

Zona zadovoljavajuće homogenosti

Ako se kao zona zadovoljavajuće homogenosti definiše prostor unutar keramičke posude, intenzitet vektora magnetske indukcije se u funkciji napona razdvojnog transformatora menja kao na sl.4.



Sl. 4. Efektivna vrednost vektora magnetske indukcije B_z [μ T] u funkciji napona razdvojnog transformatora Iskra Elektronika adjustable transformer 4800.

Promena intenziteta vektora magnetske indukcije unutar keramičke posude ispitivana je Gausmetrom Bell 640. Obzirom na analognu skalu gausmetra, nije uočeno odstupanje intenziteta vektora magnetske indukcije u bilo kom delu keramičke posude, Tab. 2.

Tabela 2. Rezultati merenja efektivne vrednosti vektora magnetske indukcije unutar procepa u različitim mernim tačkama. Mereno Gausmetrom Bell 640

	Mt1	Mt2	Mt3	Mt4	Mt5
B_z [μ T]	720	720	725	720	725

Zaključak

Tehničko rešenje predstavlja prototip sistema za generisanje homogenog magnetskog polja industrijske frekvencije 50Hz.

Merenjem je ustanovljena zavisnost intenziteta vektora magnetske indukcije u centru procepa feromagnetskog kola u koji se postavlja keramička posuda sa tečnim uzorcima. Uređaj se priključuje preko razdvojnog transformatora, a intenzitet vektora magnetske indukcije je meren u odnosu na pokazivanje votmetra transformatora. Zona zadovoljavajuće homogenosti polja (10%) dovoljne je veličine za postavljanje tri staklene epruvete sa tečnim uzorcima. Pomoću ovog tehničkog rešenja, za potrebe biotehnoloških ili biohemijskih eksperimenata, intenzitet vektora magnetske indukcije može se kontrolisano menjati u rasponu 10 μ T – 12100 μ T. Temperatura uzoraka se kontroliše uz pomoć termostata.

Reference

- [1] R. Merritt, C. Purcell, G. Stroink, "Uniform magnetic field produced by three, four, and five square coils", Review of Scientific Instruments, Vol. 54, 1983, pp. 879-882.
 - [2] K.S. Prashanth, T.R.S Chouhan, S. Nadiger, "Effects of 50 Hz electromagnetic fields on ALPHA AMYLASE activity", *Rom. J. Biophys.* 2008 18(3):255-263
 - [3] COMSOL MULTIPHYSICS, CLS 3.5 documentation, 2008.
- F. W. Bell, Inc, Gaussmeter model 640, Operating and maintenance manual, 1988.

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене

Помоћу овог техничког решења може се генерисати магнетско поље и контролисано мењати интензитет вектора магнетске индукције у простору ограниченом керамичком посудом димензија 2x6x15cm, смештеном у међугвожђу феромагнетског кола. У посуду се може улили одређена течност или вода, када посуда служи као водено купатило. У посуди се налази грејач и термостат, што обезбеђује контролисане услове у погледу температуре. Услови излагања течних узорака магнетском пољу за потребе *In vitro* експеримената су идентификовани и описани. Реализовано Техничко решење има идентификовану зону хомогености са варијацијом интензитета испод 10% у односу на централну тачку на оси централне гране магнетског кола. Овим техничким решењем могуће је вршити стимулацију малих течних узорака магнетским пољем фреквенције 50Hz за биотехнолошке и друге сличне експерименте.

Подносилац пријаве



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ДЕПАРТАМАН ЗА
ЕНЕРГЕТИКУ
ЕЛЕКТРОНИКУ И
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Телефон: 021 450-032, 021 485 2558, Факс: 021 4750 572
Рачуноводство: 021 6350 101, 021 485 2557, ПИБ: SR100724720
Жиро рачун: 870-1710666-12, www.deet.ftn.uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 022-22/103.
Ваш број: _____
Датум: 19. април 2011. год.

На захтев проф. др Неде Пекарић-Нађ и Извештаја Комисије за техничка решења
Департамана за енергетику, електронику и телекомуникације број 8/10 од 19. априла 2011.
године, издаје се

УВЕРЕЊЕ О ПРИЗНАЊУ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Техничко решење:

Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу

аутори:

Бурањ Нандор, Миодраг Милутинов и Неда Пекарић-Нађ

испуњава све услове да буде признато као **прототип**, у складу са документом *Стандарди за изборе у звања, докторске дисертације и менторе докторских дисертација (део који се односи на број радова са SCI листе)*, и стандарди за техничка решења.

Кратак опис техничког решења:

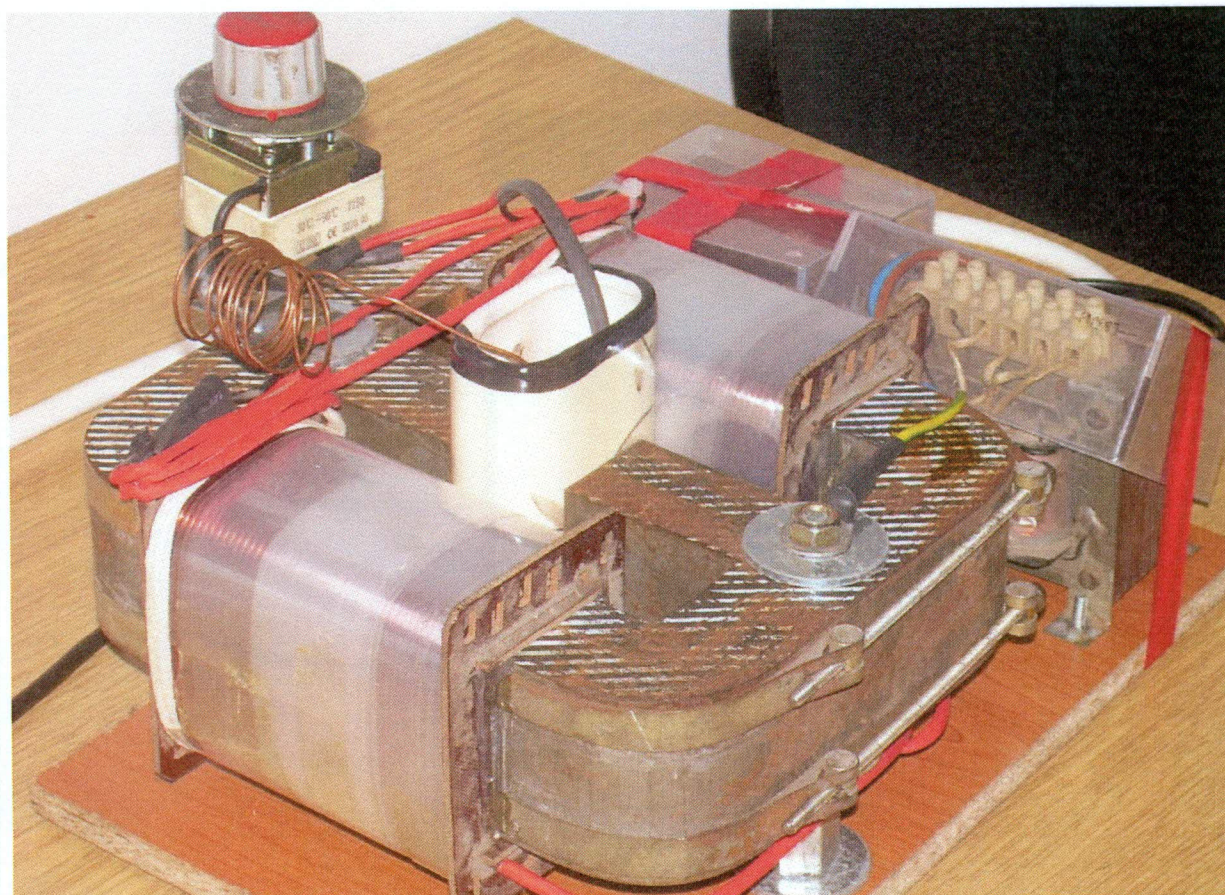
Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу омогућује генерисање хомогеног магнетског поља индустријске фреквенције 50 Hz, у простору основе 12 cm^2 и висине 12 cm, за дијапазон интензитета од $10 \mu\text{T}$ до $12000 \mu\text{T}$. Уграђеним грејачем и термостатом обезбеђује се контролисана температура узорака који се излажу пољу.

Техничко решење служи за *in vitro* експерименте где се испитује могући утицај магнетског поља на ензиме који разлажу целулозу у течном супстрату.

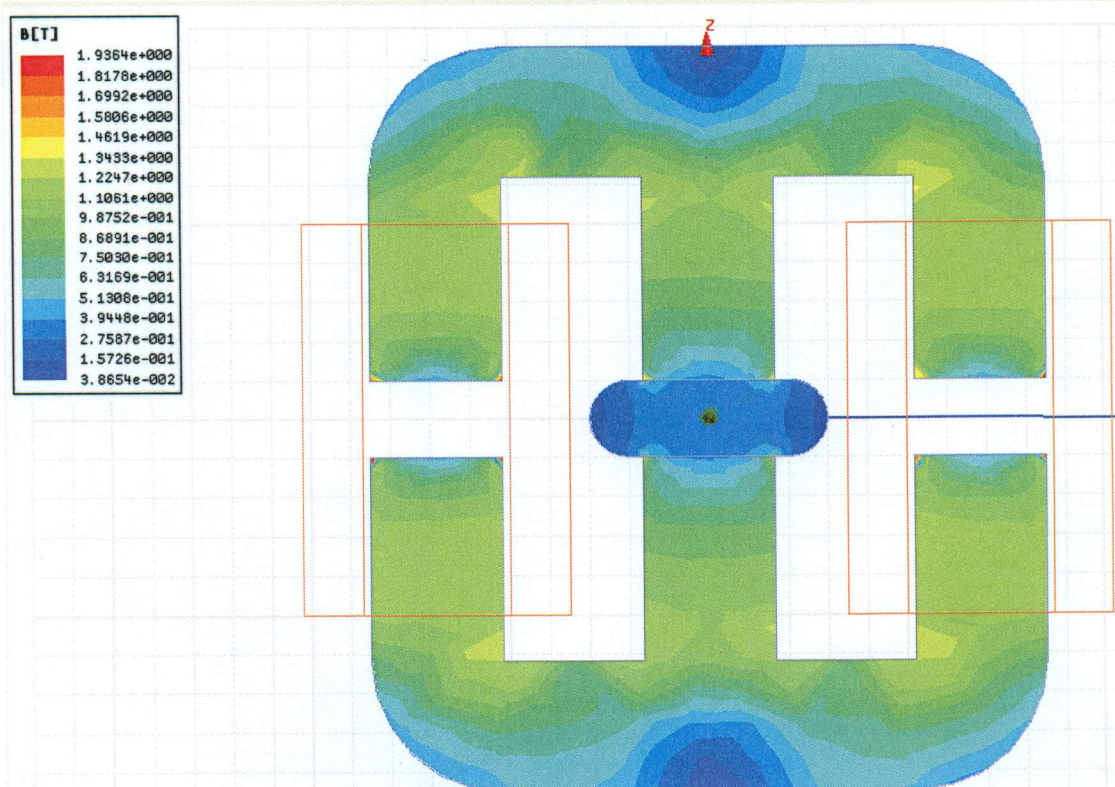
Уређај се налази у употреби у Лабораторији за Биотехнологију, Технолошки факултет, Нови Сад.

Руководилац ДЕЕТ

проф. др Вељко Малбаша



Sl. 1. Fotografija realizovanog uređaja.



Sl. 2. Proračunata efektivna vrednosti z- komponente vektora magnetske indukcije u horizontalnoj ravni simetrije sistema.

МИШЉЕЊЕ О ТЕХНИЧКОМ РЕШЕЊУ

Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу

Аутори,
Нандор Бурањ, Миодраг Милутинов, Неда Пекарић-Нађ

На основу приложене документације, мишљења сам да израђени

Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу

Може да се сврста у Техничко и развојно решење као

M85 – ПРОТОТИП

У Извештају о Техничком решењу је приказан уређај за генерисање локализованог магнетског поља за биохемијске експерименте на течним узорцима, са контролисаном температуром у зони од интереса. На тржишту Србије не постоји могућност куповине оваквог извора магнетског поља. У оквиру овог Техничког решења реализован је извор хомогеног магнетског поља малих димензија и великих могућности промене интензитета, од $10\mu\text{T}$ до $12000\mu\text{T}$. Димензије извора су диктиране димензијама радног простора у заједничкој лабораторији и налазе се унутар коцке ивице 0.3m . Захтевани интензитети вектора магнетске индукције, фреквенције 50 Hz , треба да се остваре поштујући национални стандард ($40\mu\text{T}$) за границе излагања људи нејонизујућим зрачењима. Постојећа решења у литератури обухватају отворене системе намотаја са по две и више група завојака у ваздуху, што би стварало недозвољено поље у простору неколико метара око уређаја. Техничко решење је базирано на феромагнетском језгру са две групе завојака, што представља добро и једноставно решење. У оквиру Техничког решења поље је квантификовано мерењем и мапирано нумеричким прорачунима. Дефинисана је мала зона хомогеног поља. Додатно је уз помоћ грејача и термостата омогућено праћење температуре течног узорка у овој зони. Помоћу овог Техничког решења може се мењати интензитет вектора магнетске индукције и температуре у зони течних узорака, за потребе различитих биохемијских експеримената.

У Нишу,

25. 03. 2011. год.

Проф. др Славољуб Алексић



Електронски факултет Ниш

МИШЉЕЊЕ О ТЕХНИЧКОМ РЕШЕЊУ

Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу

Аутори,
Нандор Бурањ, Миодраг Милутинов, Неда Пекарић-Нађ

На основу приложене документације, мишљења сам да израђени

Уређај за излагање малих течних узорака магнетском пољу

Може да се сврста у Техничко и развојно решење као

M85 – ПРОТОТИП

Последњих година појавио се изванредан број студија које испитују да ли постоје ефекти магнетских поља индустријске фреквенције (50 Hz) на различите ензиме, између осталог и на оне који учествују у разлагању полимерних угљених хидрата. Ова поља су најчешћа су у људском окружењу и било би од изузетног значаја ако би се њихови ефекти могли придодати ефектима повишене температуре. Техничко решење је развијено тако да служи за *in vitro* студије које испитују могући утицај магнетског поља на термостатиране течне узорке, као што су узорци у којима се испитује активност ензима.

Уз помоћ прорачуна и мерења прецизно су дефинисани услови излагања експерименталних узорака магнетском пољу. Део Техничког решења односи се и на мапирање и идентификацију магнетског поља унутар празног термостатираног суда, што је важно с обзиром на повремени рад грејача. На тај начин остварена је уштеда јер није било потребно набављати нови термостат. Реализовано Техничко решење има идентификовану зону задовољавајуће хомогености са варијацијом интензитета испод 10% у односу на централну тачку.

Помоћу овог техничког решења може се контролисано мењати интензитет вектора магнетске индукције и температура у течним узорцима. Услови излагања узорака магнетском пољу за потребе *in vitro* студија су идентификовани и описани.

У Новом Саду,
30. 03. 2011. год.



Др Мирјана Антов, ванр. проф.
Технолошки факултет Нови Сад
mantov@uns.ac.rs