

10. Prezentarea proiectului in limba romana: (Max. 10 pagini)

10.1. Importanta si relevanta continutului stiintific

Prezentarea creaza referentialul cercetarii; va demonstra gradul de informare documentare al directorului de proiect

Evolutia constanta si spectaculoasa a medicinei a condus la descoperiri importante, ce au ca rezultat cresterea *sperantei de viata* sau imbunatatirea *metodelor de diagnoza* si a *calitatii vietii* – de exemplu pentru persoanele cu handicap. Acest lucru nu ar fi fost insa posibil fara largirea “frontierelor” traditionale ale acestei stiinte prin aportul semnificativ al ingineriei, matematicii, informaticii etc.

Una din noile directii de cercetare interdisciplinara a primit denumirea de *stimulare functionala*. Ea porneste de la constatarea faptului ca raspunsul neuronului la un stimul extern este de natura electrica. Apare astfel ideea stimulării artificiale (pe cale electrica sau magnetica) a tesutului nervos. Cercetarile in acest domeniu apar destul de recent [Hodgkin, Huxley – 1952], [McNeal – 1976], [Barker – 1985], si se bazeaza pe modele electrice echivalente ale fibrei nervoase, care iau in calcul atat proprietatile neuronului, cat si modul real (constatat experimental) de producere si propagare a impulsului nervos.

Stimularea pe cale magnetica conduce la producerea unui potential de actiune in celulele excitabile prin crearea unui curent care determina ionii incarcati cu sarcina electrica sa traverseze membrana celulara. Fenomenul fizic al *stimularii pe cale magnetica* a patruns recent in neurologie. Acesta se bazeaza pe inducerea unui curent electric in tesutul nervos datorita plasarii unei bobine parcursa de un curent electric variabil in timp in apropierea fibrei de stimulat. Principiul este prezentat in figura 1:

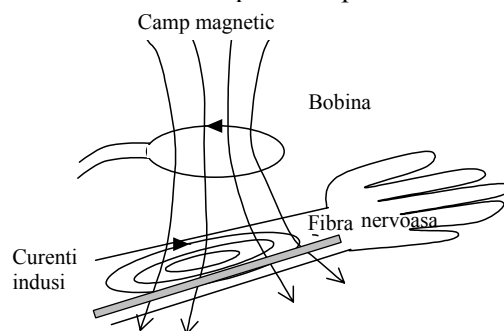


Figura 1: Aplicarea legii lui Faraday pentru stimularea magnetica a fibrelor nervoase

Avantajele stimulării magnetice, fata de tehnicile de stimulare traditionale (pe cale electrica), constau in posibilitatea unei stimulării lipsita de durere, datorita faptului ca nu exista un curent electric care sa traverseze pielea, fiind prin aceasta o *metoda neinvasiva*. De asemenea, campul electromagnetic poate traversa si straturi cu rezistivitate ridicata, cum ar fi craniul, permitand in acest fel stimularea atat la nivel cortical cat si a nervilor periferici plasati la mare „adancime” fata de suprafata pielii.

In ultimii ani, interesul pentru stimularea pe cale magnetica a crescut considerabil, intrucat aceasta si-a dovedit utilitatea si aplicabilitatea atat ca *instrument de diagnostic* cat si *de tratament*. Astfel, pe plan international, aceasta metoda este aplicata clinic (sau se afla in stadiu avansat de testare) in situatii precum:

- diagnosticarea precoce a unor boli neurologice degenerative (scleroza in placi, Parkinson);
- obtinerea unei harti de functionare a creierului, prin stimularea diferitelor puncte din cortex si inregistrarea raspunsurilor permite. In prezent aplicarea SMT (Stimularea Magnetica Transcraniana) se dovedeste utila mai ales in cercetarea unor afectiuni neurologice si psihiatrice. SMT este importanta pentru ca poate demonstra cauzalitatea in domeniul neurostiintelor si reprezinta un instrument puternic de cartografiere a functiilor creierului. Poate fi utilizata pentru a studia cum organizeaza creierul diferite functii cum sunt limbajul, memoria, atentia si altele. Spre deosebire de

rezonanța magnetică funcțională care permite evidențierea regiunilor care sunt folosite în timpul unei activități, dar nu dovedește că acestea sunt utilizate pentru sarcina respectivă, SMT poate suprima activitatea în regiunile asociate ducând la o performanță redusă în îndeplinirea sarcinii, ceea ce demonstrează mult mai evident implicarea zonei respective în rezolvarea sarcinii. Deosebit de interesantă ar fi aplicarea SMT la subiecți sănătoși pentru a confirma /infirma supoziția conform căreia tehnica ar crește anumite deprinderi mintale și chiar creativitatea.

- determinarea integritatii traseelor nervoase. Prezentam in figura 2 experimentul realizat in acest sens de 2 dintre membrii echipei de cercetare la Universitatea de Medicina din Viena. Figura 2-a) explica principiul experimentului: se plaseaza o bobina de stimulare in zona capului, realizandu-se astfel o stimulare transcraniana. Impulsul nervos generat in aceasta zona este condus prin intermediul traseelor nervoase din corp pana in zona mainilor si picioarelor, comandand contractii musculare ale membrilor. Raspunsul muscular a fost inregistrat cu ajutorul unui electromiograf. In figura 2-b) se poate observa modul de amplasare al electrozilor de masura pe corpul pacientului. Raspunsul muscular inregistrat in zona muschiului *tibialis anterior stang* este reprezentat in figurile 2-c si d). Pacientul investigat avea o leziune a maduvei spinarii, ceea ce face ca raspunsul muscular inregistrat in urma stimulării transcraniene sa fie nul – figura 2-c). In schimb, in urma stimulării lombare (bobina de stimulare plasata in aceasta zona), raspunsul muscular este prezent – figura 2-d). In acest mod se poate identifica zona in care traseele nervoase sunt lezate si se poate de asemenea determina viteza de conductie a fibrelor nervoase – un alt important indicator al starii de sanatate a pacientului;

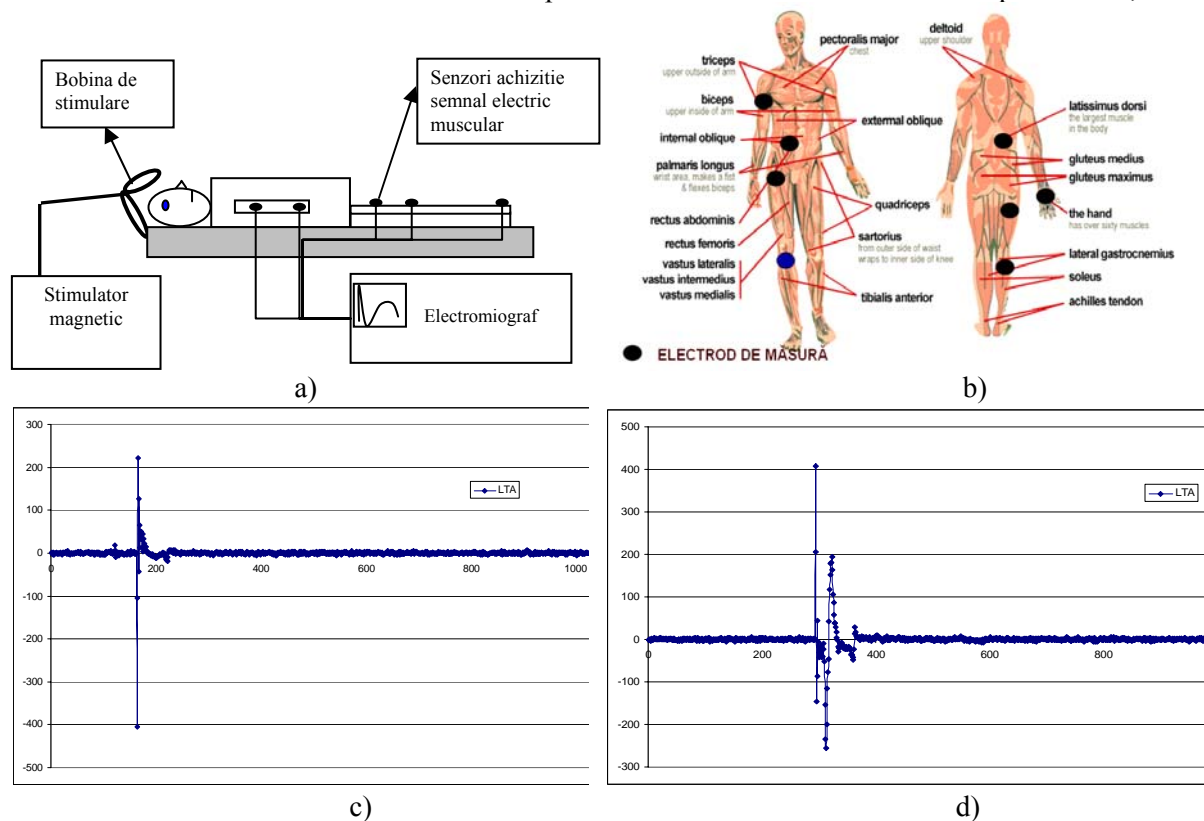


Figura 2: Experiment realizat in vederea determinarii integritatii traseelor nervoase ale unui pacient

- tratament (tratamentul unor afecțiuni psihiatrice (depresia majoră, tulburarea afectivă bipolară, schizofrenia, tulburarea obsesiv-compulsivă, tulburarea de stress posttraumatic, tulburarea anxioasă generalizată) și neurologice (boala Parkinson, insomniile, stimularea unor arii corticale pentru recuperarea pacienților ramasi cu diferite disfunctii in urma unor accidente vasculare, migrena, epilepsiile rezistente la tratament, stimularea nervilor toracelui superior si a celor cervicali, in vederea

maririi volumului de aer inspirat si astfel ameliorarea functiei respiratorii pentru pacienti cu tetraplegie cervicala; tratarea pacientilor cu probleme de urinare si de defecare ca urmare a unor leziuni ale maduvei spinarii, etc.)

Fiind inasa un "instrument" medical mai nou, cercetarea stiintifica in acest domeniu continua sa aduca imbunatatiri substantiale, in special prin controlul parametrilor stimulului (amplitudine, durata) si prin precizia localizarii stimulului. Desi in Romania aceasta tehnica nu a patruns inca in unitatile sanitare, cercetatori romani, participanti la acest proiect de cercetare, au studiat si propus solutii in ceea ce priveste proiectarea si dimensionarea bobinelor utilizate, in scopul imbunatatirii focalizarii si a transferului energetic de la stimulator la tesutul tinta.

Figura 3 reda cea mai simpla configuratie a unui circuit de stimulare pe cale magnetica: bobina de stimulare este plasata intr-un plan paralel cu mediul tisular, aproximat la forma unui semispatiu conductor - considerat omogen, iar structurile neuronale de excitat sunt inglobate in acest mediu. Se prezinta, de asemenea, modelul cablului pentru fibra nervoasa, in care proprietatile membranei celulare sunt modelate ca un circuit electric cu parametri distribuiti.

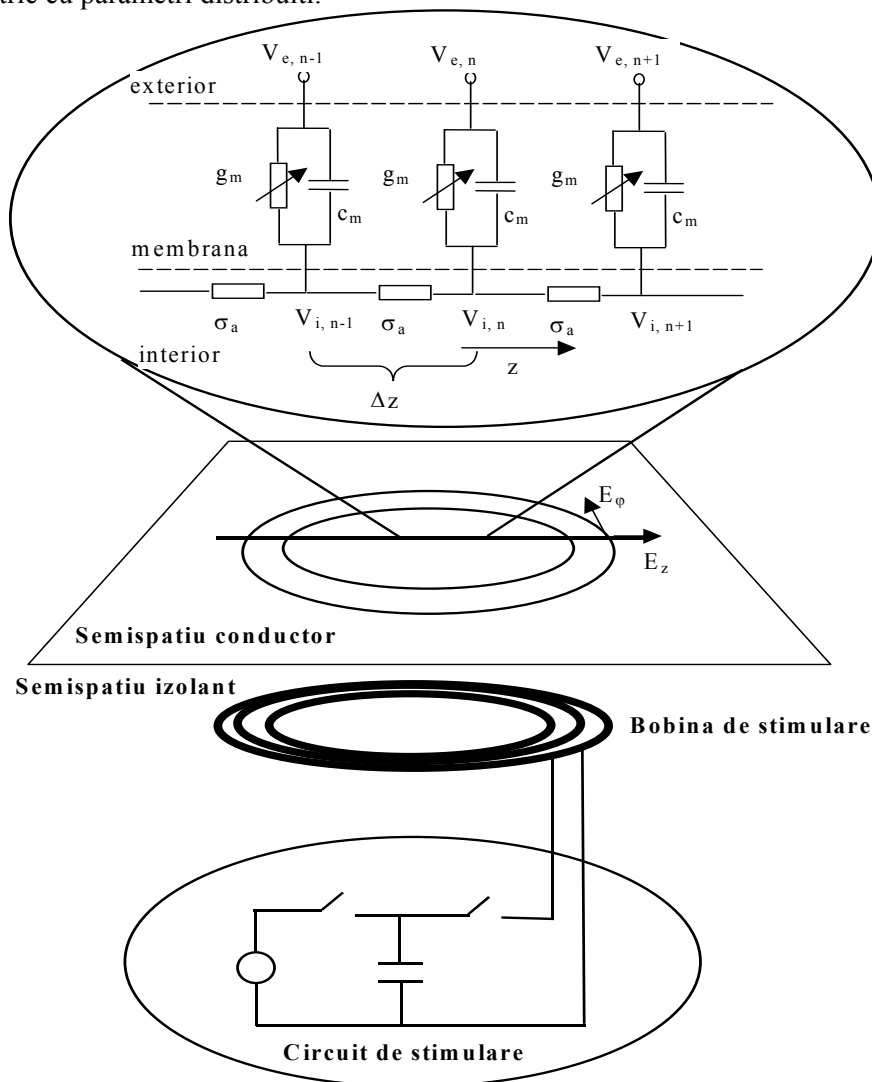


Figura 3: Circuitul de stimulare [Nagarajan S, 2000]

Modelarea stimulării magnetice a fibrelor nervoase poate fi realizată ca o combinație de 3 pași:

1. Calculul distribuției spațiale a câmpului electric indus prin variația în timp a câmpului magnetic produs de solenoida bobinei. Distribuția câmpului electric depinde de geometria bobinei, iar

determinarea sa prin calcul se poate efectua utilizand metodele analizei campului electromagnetic [Esselle, 1992], [Morega, 1996, 2000].

2. Calculul distributiei in timp a campului de stimulare din analiza regimului tranzitoriu al circuitului sursa. Bobina este excitata de circuitul de stimulare, care mai contine: condensatorul – element de stocare a energiei electrice de la sursa – precum si comutatoarele ce controleaza incarcarea si descarcarea condensatorului. Campul magnetic variabil in timp – datorat curentului care circula prin bobina in timpul descarcarii condensatorului – produce campul electric indus in mediul conductor.
3. Modelarea materiei neuronale utilizand structurarea pe compartimente si reprezentand proprietatile membranei prin intermediul unei scheme electrice echivalente. In functie de aspectul fibrei nervoase (mielinizata sau nemielinizata), modelul si ecuatiile cablului se modifica adecvat.

Mediul biologic modelat, relativ la aplicatia medicala propriu-zisa, poate avea diverse forme idealizate: semispatiu conductor - pentru torace sau spate, cilindru - in cazul membrilor, sfera - in cazul capului. In functie de complexitatea modelului, determinarea campului electromagnetic indus in tesut se realizeaza analitic sau numeric.

Variatia temporala a campului electric indus poate fi separata de cea spatiala. Acest fapt porneste de la premisa ca tesutul este pur rezistiv, o aproximare corecta la frecventa de operare. Caracteristica temporala a campului indus este descrisa de viteza de variatie a curentului din circuitul de stimulare, depinzand deci de parametrii acestuia (stimulatorul poate fi modelat ca un circuit RLC serie – vezi fig. 3). Efectul distributiei spatiale si temporale a campului indus poate fi determinat prin combinarea acestor calcule de camp cu modelele structurilor neuronale, incorporand calculul de camp in “ecuatia cablului”, a carei solutie reprezinta potentialul transmembranar de-a lungul fibrei nervoase.

In ceea ce priveste modelarea fibrei nervoase, ea se realizeaza prin folosirea unei structuri compartimentate. Aceasta modelare depinde si de aspectul structurii neuronale: mielinizata sau nu. In fig. 3 este redat modelul fibrei nemielinizate. Spre deosebire de aceasta structura, nervul mielinizat contine reprezentarea nodurilor Ranvier si a zonei internodale inglobata in teaca de mielina (considerata a fi un strat izolator perfect [McNeal, 1976], sau, in alte articole bibliografice [Frijns, 1994], un izolator cu pierderi).

Principalele directii de cercetare in domeniu pornesc de la anumite neajunsuri ale tehnicii, constatate experimental. Se aminteste astfel: o slaba focalizare a campului indus, costul ridicat al stimulatorului – nevoit sa produca intensitati ale curentului de ordinul kA (impulsuri), pierderi semnificative de energie datorita incalzirii bobinei si un transfer energetic de la stimulator la tesut care se realizeaza cu un randament scazut. **Tendintele** curente de cercetare **pe plan mondial** sunt deci axate in principal pe:

- Design optim al bobinei de stimulare in vederea atingerii dezideratului de activare selectiva a fibrelor
- Modernizarea circuitului de stimulare si sporirea eficientei bobinelor de stimulare din punct de vedere al transferului de energie de la acestea catre tesutul de stimulat (prin proiectare)
- Modelarea cat mai fidela a mediului biologic (neliniar si neomogen) in scopul obtinerii unor solutii analitice si numerice corecte, care sa se apropie cat mai mult de rezultatele determinate experimental

Departate de a fi incheiate, cercetarile din domeniul stimulării functionale se indreapta spre rezultate semnificative, legate de:

- Recastigarea uzului membrilor pentru persoane afectate de accidente;
- Ameliorarea tulburarilor psihiatrice (panica, tulburari posttraumatice, depresie, diverse fobii, manii, schizofrenie) [Mantovani, 2004], [Gershon, 2003]
- Eficienta SMT în formele de depresie majoră rezistente la tratamentul medicamentos și/sau electroconvulsivant, în tulburarea afectivă bipolară ca terapie de întreținere, ca și în schizofrenie (mai ales asupra tulburărilor de percepție reprezentate de halucinații auditive) și în tulburarea obsesiv-compulsivă contribuie la îmbunătățirea calității vieții acestor categorii de pacienți, la reintegrarea familială și profesională. Prin faptul că nu este o metodă de tratament invazivă, în anumite cazuri se poate aplica intermitent pe o perioadă mai lungă de timp și nu are efecte adverse semnificative SMT contribuie la creșterea complianței la tratament, esențială la cei cu afecțiuni psihiatrice.
- Aplicatii de mare precizie, care impun activarea selectiva a unei anumite fibre nervoase dintr-un

manunchi (urologie).

In ceea ce priveste aplicabilitatea practica a metodei descrise, apare evident faptul ca principalii beneficiari sunt institutiile medicale si pacientii pe care acestea ii trateaza. Daca metoda isi va dovedi eficienta si in cazurile imposibil de tratat in momentul de fata, ea va reprezenta un important pas inainte in medicina!

Bibliografie selectiva:

1. Esselle K.P., Stuchly M.A. - "Neural Stimulation with Magnetic Fields: Analysis of Induced Electric Fields", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 39, No. 7, p. 693 - 700, 1992
2. Morega Mihaela, Morega Al. M. – “Procedeu tehnic și model matematic pentru stimularea pe cale magnetică a sistemului nervos”, *Rev. EEA Electrotehnica*, vol. 44, nr. 9-10, p. 14-20, 1996
3. Morega Mihaela – “Design of coils for magnetic neural stimulation. Efficiency criteria and technical solutions”, *ACTA Electrotehnica*, vol. 41, nr. 1, p. 133-138, 2000
4. Mantovani A., Lisanby Sarah – “Applications of Transcranial Magnetic Stimulation to Therapy in Psychiatry”, *Psychiatric Times*, Vol. XXI, Issue 9, 2004
5. Gershon A.A., Dannon P.N., Grunhaus L. – “Transcranial magnetic stimulation in the treatment of depression”, *Am. J. Psychiatry*, vol. 160, nr. 5, p. 835-845, 2003
6. **Laura CRET, Radu CIUPA**, Dan D. MICU, „Mathematical models for magnetic nerve stimulation”, ANCME Gent, Belgia, 2003, pg. 156-163, ISBN 973-686-460-X;
7. **Laura CRET, Mihaela PLESA, Radu CIUPA**, Dan D. MICU, „Remarks on the optimal design of coils for magnetic stimulation, ISEM-Bad Gastein, Austria, 12-14 Sept. 2005, pp. 352-354, ISBN 3-902105-00-1

10.2. Obiectivele proiectului

(se specifica clar obiectivele proiectului in contextul stadiului cunoasterii in domeniu, elementele originale vizate si importanta pentru domeniu, impactul estimat al proiectului; daca este cazul se va face referire la caracterul interdisciplinar)

Principalul obiectiv al proiectului de cercetare il reprezinta implementarea, in tara noastra, a unei tehnici noi de diagnoza si tratament: stimularea magnetica a tesutului nervos si crearea unui prim laborator specializat in domeniu.

In Romania, aceasta tehnica nu a fost deloc aplicata pana in momentul de fata. Pe **plan international**, lucrarile stiintifice studiate mentioneaza diferite studii clinice efectuate si aplicarea metodei descrise in: detectia unor boli nervoase; determinarea integritatii traseelor nervoase; tratament (tratarea depresiilor, insomniilor; ameliorarea functiei respiratorii; stimularea unor arii corticale pentru recuperarea pacientilor ramasi cu diferite disfunctii in urma unor accidente vasculare; etc.)

Trebuie mentionat ca majoritatea tehnicilor expuse se afla inca in stadiu experimental chiar si in strainatate, lucrandu-se in continuare la rezolvarea anumitor aspecte tehnice, a caror solutionare o urmareste si proiectul de fata. In acest sens, **obiectivele cercetarii** ce urmeaza a fi intreprinsa pot fi **sintetizate** dupa cum urmeaza:

- Calculul distributiei spatiale a campului electric indus prin stimulare magnetica. In acest sens, se urmareste modelarea cat mai fidela a mediului biologic, pentru diferite forme ale zonei anatomice tinta (semispatiu conductor – modelarea toracelui, a spatelui; sfera – modelarea capului, mergand pana la reprezentarea realista – de exemplu reconstructia capului din imagini CT; cilindru – membre). Modelul ce include neomogenitatile tesutului uman va constitui un pas inainte fata de modelele existente in prezent.
- Modelarea activarii selective a zonei corticale si a fibrelor nervoase periferice. Pe cale magnetica,

activarea selectiva se face fie, dupa cum aminteste Grandori [4] prin amplasarea optima a uneia sau mai multe bobine – in special in cazul stimulării corticale, fie, dupa alti autori [10], [11] prin designul optimal al bobinei de stimulare si studierea influentei pe care geometria bobinei o are asupra locului care va fi excitat. Astfel, in proiectul de fata se urmareste proiectarea unor bobine de stimulare in diverse configuratii geometrice, care sa permita o mai buna focalizare a campului electric indus, prin controlul amplitudinii si focalizării stimulului. Desigur, design-ul optimal al bobinei este o problema destul de dificila, ce implica rezolvarea problemei inverse electromagnetice si utilizarea unor algoritmi de optimizare a formei (de tipul algoritmilor genetici).

- Studiul comparativ al performantelor diferitor tipuri de stimuloare, prin calculul inductivităților, dimensionarea generatorului de impulsuri pentru a obtine o cat mai buna rata de repetitie a stimulului, determinarea energiei electrice consumate de circuit si a energiei magnetice disipata de bobina, controlul incalzirii bobinei. Experienta a trei dintre membrii echipei de cercetare in acest domeniu este vasta, acestia aducandu-si contributia si pana in prezent la indeplinirea acestui obiectiv - fapt ce poate fi remarcat prin analiza listei articolelor prezentate si publicate la diverse manifestari stiintifice de prestigiu in domeniul bio-ingineriei.
- Actualizarea modelului cablului prin luarea in considerare a modificării proprietăților membranei celulare de-a lungul fibrei nervoase si a ondulatiei naturale a acesteia si utilizarea unei functii de activare modificata. De asemenea, pentru fibra nervoasa mielinizata, teaca de mielina va fi modelata ca un izolator cu pierderi, studiindu-se si un model dublu-strat pentru aceasta.

Atunci cand a fost propus modelul cablului [Hodgkin, Huxley – 1952], [McNeal – 1976], s-au luat in calcul cateva ipoteze simplificatoare, care sa permita trecerea de la structurile nervoase tridimensionale la acest model unidimensional. Reevaluarea acestor ipoteze, in lumina ultimelor determinari experimentale, constituie premisa de plecare in incercarea de a imbunatati acest model.

In primul rand, ondulatia naturala a fibrelor nervoase – desi este cunoscuta de aproximativ 200 de ani este in general neglijata. Putinele mentiuni bibliografice ale acestui fapt considera aceasta ondulatie ca “ o sinusoida de frecventa si amplitudine variabila”, cu lungimea de unda de la 0,1 la 0,4mm [Haninec, 1986], sau o unda sinusoidala, cu lungimea de unda a ondulatiei cuprinsa intre 0,1 si 0,3 mm si o amplitudine intre 0,02 si 0,05mm [Zachary, 1993]. Cea mai recenta mentiune bibliografica intalnita in acest domeniu [1] mentioneaza modelarea structurii nervoase pornind de la o fiba perfect dreapta si ajungand treptat la o forma sinusoidala, cu amplitudini ajungand pana la 0,2mm si lungimi de unda variind intre 0,2 si 5mm. Aceasta ondulatie este modelata in plan, sugerandu-se ca studiu de viitor modelarea fibrei nervoase ca o spirala tridimensionala.

O alta noutate aparuta in studierea structurilor neuronale a pornit de la constatarea experimentală a aparitiei unui potential de actiune in celula nervoasa chiar si atunci cand aceasta este stimulata cu un camp electric pur transversal (figura 4).

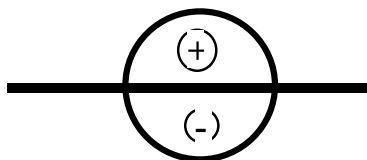


Figura 4: Amplasarea electrozilor sau a bobinei de stimulare care duce la crearea unui camp electric pur transversal

Functia de activare utilizata pana in prezent in modelul cablului prezice ca fibra nervoasa nu ar putea fi activata in aceasta situatie. In lumina noilor constatari, se impune deci utilizarea unei functii modificate, care a fost propusa initial de Ruohonon [1996]:

$$f_m(z) = -\lambda^2 \frac{\partial E_z}{\partial z} + 2aE_{\perp}$$

Termenul aditional $2aE_{\perp}$ reprezinta potentialul transmembranar maxim – in regim permanent – a unei celule nervoase cilindrice de raza a , datorat stimulării cu un camp electric constant E_{\perp} perpendicular pe axa cilindrului.

Inglobarea acestor doua modificari in modelul cablului duce la scaderea pragului de activare al celulei nervoase de pana la 5 ori fata de modelul clasic [2].

Alte doua ipoteze care se impun a fi reconsiderate, legate de modelarea fibrei nervoase ca fiind infinit lunga si a avea proprietatile membranei uniforme de-a lungul sau.

Prima ipoteza poate fi desigur considerata corecta in cazul nervilor periferici, intrucat lungimea acestora este mai mare decat cel putin 5 ori distanta dintre fibra si bobina de stimulare. Problema apare cand se studiaza stimularea corticala. Astfel, Nagarajan in [7] precizeaza ca este absolut necesara utilizarea a doua ecuatii diferentiale suplimentare care sa descrie potentialul transmembranar la capetele cablului.

Cat priveste considerarea proprietatilor membranei ca fiind constante de-a lungul fibrei, [Struijk, 2000] ajunge la concluzia ca pragul de excitare la modele care includ si modificarea parametrilor membranei difera cu pana la 20% fata de modelul standard (pentru variatia unui singur parametru).

In ceea ce priveste fibra nervoasa mielinizata, in plus fata de modificarile amintite, ultimele publicatii in domeniu [5], [6] specifica faptul ca nu mai este suficienta considerarea mielinei ca un izolator perfect (presupunere care a stat la baza construirii modelului si ecuatiei cablului pentru acest tip de structura). Teaca de mielina se impune a fi modelata ca un izolator cu pierderi, ca in figura 5:

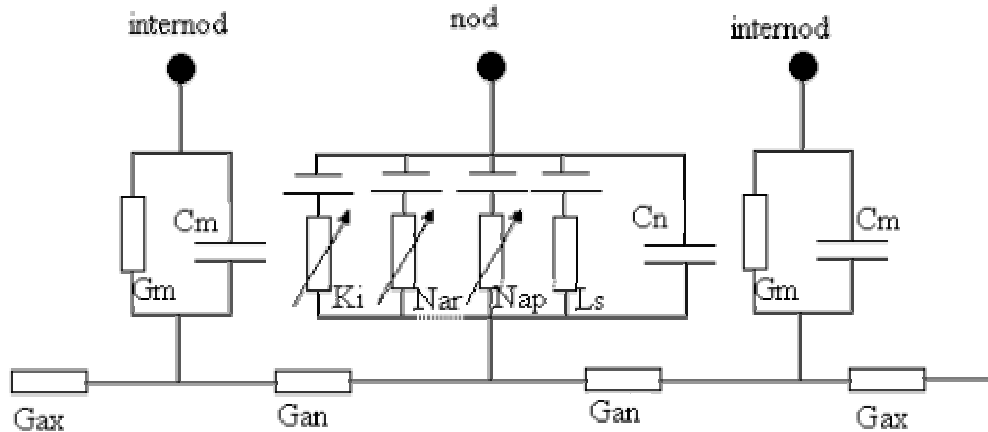


Figura 5: Circuitul electric echivalent al al fibrei nervoase mielinizate [6]

Nodul Ranvier contine 3 conductante neliniare reprezentand: canalul incet al ionilor de K^+ (K_i), canalul rapid si cel persistent al ionilor de Na^+ (Nar si Nap), precum si conductanta liniara de scapari (L_s) si capacitatea membranara in zona nodului (C_n). Zona internodala contine modelul stratului de mielina, considerat a fi un izolator cu pierderi, precum si conductantele axoplasmatic.

De asemenea, autorul sugereaza ca un proiect de viitor modelarea mielinei ca un dublu strat, care sa permita si modelarea conductantelor periaxonale.

- Realizarea practica a unui stand experimental, care sa permita evaluarea campului electric indus in mediul biologic de diversele configuratii de bobine de stimulare proiectate. Datele obtinute prin simulare pot fi astfel comparate cu determinarile experimentale (mediul biologic poate fi substituit, in cazul masuratorilor, de o solutie salina avand permitivitatea si conductivitatea acestuia).
- Introducerea tehnicii de stimulare magnetica in clinicile clujene de profil si diseminarea rezultatelor cercetarii in mediul medical.
- Din punct de vedere medical, medicii psihiatrii din clinicile clujene si-au exprimat interesul in cuantificarea rezultatelor terapeutice în bolile psihice și neurologice amintite prin studii clinice și evaluări psihometrice, care va aduce date despre modul de acțiune și eficacitatea SMT ca metodă de tratament. SMT repetitivă va fi comparată cu SMT în privința efectului asupra excitabilității căilor cortico-spinale și cortico-corticale care este în funcție de intensitatea stimulării, orientarea câmpului și

frecvența stimulării.

Prin obiectivele expuse, proiectul de cercetare se inscrie in seria eforturilor conjugate ale medicinei si ingineriei pentru imbunatatirea starii de sanatate a populatiei (depistarea precoce a unor afectiuni, prin recuperarea, ameliorarea accelerata in urma unor accidente sau procese degenerative, cat si prin tratarea afectiunilor datorate inaintarii in varsta). Proiectul raspunde astfel unui **deziderat major**, fixat ca si **prioritate absoluta de catre Comisia Europeana**. Potențialii beneficiari ai rezultatelor obtinute sunt si medicii psihiatri din clinică și din serviciile ambulatorii de psihiatrie și centrele de zi (un aspect deosebit de important al SMT fiind acela că poate fi efectuat fără internarea pacientului, acesta netrebuind să-și întrerupă activitatea socială) ca și medicii neurologi cu care ne propunem o colaborarea activă.

Abordarea temei de cercetare propuse implica un puternic caracter multidisciplinar al activitatilor. Sunt necesare cunostinte de teoria campului electromagnetic, programare (elaborare soft), medicina (cunostinte anatomice), metode numerice, inginerie (realizare practica).

Lista bibliografica (selectiva) a titlurilor consultate:

1. Schnabel V., Struijk J., *Magnetic and Electrical Stimulation of Undulating Nerve Fibres: A Simulation Study*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 37, nr. 6, 1999;
2. Schnabel V., Struijk J., *Calculation of Electric Fields in a Multiple Cylindrical Volume Conductor Induced by Magnetic Coils*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 48, nr. 1, jan. 2001;
3. Nyenhuis J. *Et al.*, *Energy Considerations in the Magnetic (Eddy-Current) Stimulation of Tissues*, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 27, nr. 1, jan. 1991;
4. Grandori F., Ravazzani P., *Magnetic Stimulation of the Motor Cortex – Theoretical considerations*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 38, nr. 2, febr. 1991;
5. Frijns J., Kate J., *A Model of Myelinated NerveFibres for Electrical Prosthesis Design*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 32, nr. 4, 1994
6. Richardson A, *et al.*, *Modelling the Effects of Electric Fields on Nerve Fibres: Influence of the Myelin Sheath*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 38, nr. 4, 2000;
7. Nagarajan S. *et al.*, *Effects of Induced Electric Fields on Finite Neuronal Structures: A stimulation Study*, National Science Foundation grant #BCS91-11503, 2000;
8. Durand D. *et al.*, *Effect of Surface Boundary on Neuronal Magnetic Stimulation*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 39, nr. 1, jan. 1992;
9. Rijkhoff N. *Et al.*, *Modelling Selective Activation of Small Myelinated Nerve Fibres Using a Monopolar Point Electrode*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 33, nr. 6, 1995;
10. Roth B., *et al.*, *Algorithm for the Design of Magnetic Stimulation Coils*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 32, nr. 2, 1994;
11. Mouchwar G., *et al.*, *Influence of Coil Geometry on Localization of the Induced Electric Field in Magnetic (Eddy-Current) Stimulation of the Excitable Tissue*, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 26, nr. 5, sept. 1990;
12. Morega, Mihaela, *Bioelectromagnetism*, București, MATRIX ROM, 1999;
13. Malmivuo, J., Plonsey, R., *Bioelectromagnetism*, CRC Oxford University Press, 1995;
14. Polk, C., Postow Elliot, *Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields*, CRC Press, New York, 1996;
15. Ciupa R., *Inginerie medicala. Notiuni introductive*, Casa Cartii de Stiinta, Cluj-Napoca, 2000;
16. Laura CRET, R. CIUPA, Dan D. MICU, *Mathematical models for magnetic nerve stimulation*, ANCME Gent, Belgium, May 2003.

10.3. Metodologia cercetarii

Fata de stimulatorile magnetice existente, echipa isi propune aducerea unor **imbunatatiri** prin efectuarea in prealabil a unei intense activitati de cercetare.

In acest sens se preconizeaza **crearea unui instrument de calcul de camp**, specific aplicatiei medicale pentru care va fi utilizat stimulatorul. Acest instrument va permite evaluarea in functie de

configuratia bobinei de stimulare, a campului electric indus in tesutul uman, atat ca localizare cat si ca amplitudine. In acest fel se va putea aprecia cat de focalizat este stimulul produs, si daca acesta are durata si intensitatea necesara pentru a produce activarea fibrei nervoase. Comportarea fibrei nervoase se va studia utilizand modelul cablului, caruia echipa preconizeaza sa-i aduca cateva imbunatatiri specificate deja in obiectivele proiectului.

Alte contributii stiintifice pe care proiectul isi propune sa le aduca se refera in principal la **realizarea dezideratului de focalizare** a campului electric indus; astfel, se vor testa diferite **noi configuratii ale bobinei de stimulare** si se vor **determina geometrii optime** in functie de aplicatia medicala vizata.

De asemenea, in functie de evaluarea performantelor stimulatorului, se va putea finaliza dimensionarea circuitului de stimulare. Rezultatele cercetarilor teoretice obtinute vor fi validate experimental prin **teste de laborator**. In functie de concluziile acestor teste, se urmareste **brevetarea** configuratiilor optime de bobine stabilite, si apoi **diseminarea** informatiilor in intreaga comunitate stiintifica in vederea implementarii solutiilor obtinute pe scara larga in clinicile medicale.

Gradul ridicat de complexitate al proiectului (calcul de camp electromagnetic, modelare de probleme cuplate camp-circuit, camp electric-termic, proiectare de bobine aplicatoare, proiectarea circuitelor electrice ale stimulatorului in faza de model, teste de laborator, identificarea criteriilor de aplicabilitate a tehnicii in medicina) necesita o experienta si pricepere de care echipa de cercetare a dat deja dovada.

Pentru dezvoltarea noii tehnologii in Romania, se vor utiliza:

- dotarea existenta a universitatii cu echipamente de calcul, procesare a datelor numerice si instrumente medicale performante;
- programe de calcul dedicate modelarii, calcularii si vizualizarii campului electromagnetic dezvoltate de membrii echipei in medii de software stiintific (MATLAB, MATHEMATICA) si modele implementate in medii de calcul ingineresc (ex. FEMLAB COMSOL, MAXWELL 3D)
- experienta efectiva si complementaritatea competentelor membrilor echipei de cercetare care au lucrat in acest domeniu si au obtinut pana in prezent rezultate notabile, publicate la conferinte in tara si strainatate. Pe parcursul unor stagii de studiu efectuate in strainatate, o parte din membrii echipei au lucrat in domeniul stimulării magnetice, avand si o experienta practica in domeniu.

Noutatea absoluta a implementarii acestei tehnici in tara noastra va implica necesitatea instruirii cadrelor medicale in vederea adoptarii metodei si a folosirii sale pe scara larga.

Proiectul de fata isi propune sa aduca in Romania un instrument nou, neinvaziv, de diagnostic si tratament. Inaintea implementarii practice a acestuia, sunt prevazute o serie de activitati de cercetare si testare, care vor spori cunostintele existente in domeniul medical, electrotehnic, al metodelor numerice si informaticii, reprezentand prin aceasta un adevarat proiect de cercetare si dezvoltare complexa, cu impact puternic asupra sanatatii.

Conform desfasurarii in timp a proiectului, rezultatele intermediare pot fi verificate pe baza unor **criterii („indicatori”)**. Printre acestea:

- confruntarea rezultatelor calculului campului electric indus cu cele obtinute de colectivele de cercetare in domeniu, recunoscute in lume (CWRU Cleveland – SUA, University of Sheffield – Anglia);
- configuratie imbunatatita si geometrie optima a bobinelor de stimulare, focalizare superioara;
- realizarea, in premiera nationala, a unui model constructiv de stimulator in vederea validarii rezultatelor teoretice;
- acceptarea spre publicare, in reviste sau la manifestari stiintifice internationale, a unui numar mediu de 4 lucrari/an (ceea ce ar confirma caracterul de noutate al lucrarilor).

10.4. Resurse necesare:

10.4.1 Resursa umana

10.4.1.1. Directorul de proiect

10.4.1.1.1 Competenta stiintifica a directorului de proiect

Se va face referire la:

- Domenii de competenta si rezultate semnificative, atat rezultate teoretice cat si rezultate practice
- Lucrari stiintifice publicate
- Carti stiintifice in domeniu (monografii, tratate, alte carti) indexate ISI, recenzate in baze de date internationale, si/sau publicate in edituri internationale si nationale de prestigiu
- Brevete de inventie/ descoperiri/ contributi esentiale la dezvoltarea cunoasterii
- Produse concepute/realizate si valorificate in mediul socio-economic :
- Membru in colective de redactie ale unor reviste internationale (cotate ISI sau incluse in baze de date internationale) sau in colective editoriale ale unor edituri internationale recunoscute
- Premii nationale si internationale acordate de asociatii profesionale si institutii de prestigiu in urma unui proces demonstrabil de evaluare

Tema de cercetare propusă are un puternic **caracter inter-disciplinar**.

La baza acestui proiect de cercetare va sta experienta stiintifica acumulata de directorul de proiect in domeniul ingineriei biomedicale, precum si o serie de rezultate si publicatii anterioare, in ariile tematice convergente temei propuse (teoria campului electromagnetic si a circuitelor electrice, masurarea marimilor biomedicale, compatibilitate electromagnetica).

Teoria campului electromagnetic si a circuitelor electrice

- Analiza numerica a campului electromagnetic si a circuitelor electrice cu aplicatii in ingineria medicala
- Lucrari stiintifice publicate
 1. **CIUPA R.V.**, KRÖSL P., CIUPA Alexandra, *Study of Magnetic Field of the Electromagnetic Blood Flow Transducers*, Medical & Biological Engineering & Computing, vol.35, supplement part I, 245, 1997.
 2. CROICU Ana Maria, **CIUPA R.V.**, *Optimization in Electrotechnics through the Descending Methods. Example*, Proceedings of the 1st International Workshop CAD in Electromagnetism and Electrical Circuits-CADEMEC '97, 5-7 August '97 Cluj-Napoca, Romania, 102-107, 1997.
 3. **CIUPA R.V.**, CIUPA Alexandra, MUNTEANU R., *The influence of the electromagnetic field on the human body*, Proceedings of the Second International Conference on Renewable Electro-Technologies, May 27-30 1998, Felix-Spa, Romania, pp.158-163, 1998.
 4. **CIUPA R.V.**, ROMAN N.M., COSMA D.I., *The study of the arterial hemodynamics using a synthesised electric circuit*, Medical & Biological Engineering & Computing, Vol.37, supplement2, pp.1426-1427, 1999.
 5. CRET Laura, **CIUPA R. V.**, MICU D. D., *Numerical Computation of the Electric Field Induced in Human Tissues During Magnetic Stimulation*, ICATE, Baile Herculane, pg. 22-25, ISBN 973-8043-554-4, 2004.
 6. CRET Laura, PLESA Mihaela, MICU D. D., **CIUPA R. V.**, *Analysis of the electric field induced in human tissues by magnetic stimulation*, Analele Universitatii din Oradea, pg. 19-21, ISSN 1223-2106, 2005.
 7. PLESA Mihaela, CRET Laura, **CIUPA R. V.**, CRETU T., RACASAN Adina, RACASAN

Claudia, *About the Determination of the Spatial and Temporal Distribution of the Electric Field Induced in Human Tissue During Magnetic Stimulation*, Buletinul Stiintific al Universitatii "Politehnica" din Timisoara, Seria Energetica, Tom 50(64), Fascicola 1-2, ISSN 1582-7194, pg. 451-456, 2005.

8. PLESA Mihaela, CRET Laura, **CIUPA R. V.**, ANTONESCU Oana, *Remarks on the electric field induced in the nerve fibers by magnetic stimulation*, Acta Electrotehnica, Volum 46, Nr. 4/2005, ISSN 1841-3323, pp. 225-231.

Masurarea marimilor biomedicale

- Lucrari stiintifice publicate

1. **CIUPA R.V.**, COSMA D., *Măsurarea semnalelor magnetice ale inimii și ale creierului*, Buletin Informativ nr.2/2000, Inginerie și fizică medicală, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, pp. 88-104.
2. Dragomir N.D., **Ciupa R. V.**, *Educational and technical interdisciplinarity – basic concepts of the modern instrumentation systems and metrology*, Proceedings, 19th International Metrology Symposium, 26-28 September 2005, Opatija, Croatia, pp. 160-163, ISBN 953-95179-0-7.

- Carti stiintifice in domeniu

CIUPA R.V., Cosma Dan, *Măsurarea mărimilor biomedicale*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, ISBN 973-9358-55-1, 2001.

- Brevete de inventie

CIUPA R.V., unic autor, *Traductor electromagnetic de debit*, brevet de inventie nr. 111874/31.01.1997.

Compatibilitate electromagnetica

- Carti stiintifice in domeniu

CIUPA R.V., *Compatibilitate electromagnetica în aparatura electromedicala.*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, ISBN 973-686-017-5, 1999.

Inginerie biomedicala

- Lucrari stiintifice publicate

1. **CIUPA R.V.**, *Telefoanele celulare și organismul uman*, Buletin Informativ nr.1/1999, Inginerie și fizică medicală, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, pp. 56-67.
2. RAFIROIU D., **CIUPA R.V.**, *Computational analysis of the hydrodynamic parametrs involved in blood clotting*, Rev.Roum.Sci. Techn. – Electrotechn. et Energ., Tome 47, no.3, Editura Academiei Române, pp. 341-366, 2002.
3. RAFIROIU D., MUNTEANU M., **CIUPA R.V.**, LAWFOR P., HOSE D.R., *Investigations of Hydrodynamic Parameters Involved in Blood Clotting by Computational Analysis*, Proceedings of the 2nd European Medical & Biological Engineering Conference, EMBEC'02, Viena, Austria, pp. 1222-1223, December 2002.
4. MUNTEANU M., MOGA D., MUNTEANU R.A., **CIUPA R.V.**, FLOCA L., *Optimal Coil Geometry for Transcutaneous Power Transfer to Implanted Medical Devices*, Proceedings of the 2nd European Medical & Biological Engineering Conference, EMBEC'02, Viena, Austria, pp. 976-977, December 2002.
5. CRET Laura, **CIUPA R. V.**, MICU D. D., *Mathematical models for magnetic nerve stimulation*, ANCME Gent, Belgia, pg. 156-163, ISBN 973-686-460-X, 2003.
6. CRET Laura, PLESA Mihaela, **CIUPA R. V.**, MICU D. D., *Remarks on the optimal design of coils for magnetic stimulation*, International Symposium on Interdisciplinary Electromagnetic, Mechanic and Biomedical Problems, ISEM-Bad Gastein, Austria, pp. 352-354, ISBN 3-902105-00-1, 12-14 Sept. 2005.

7. PLESA Mihaela, CRET Laura, RAFIROIU D., **CIUPA R. V.**, SIMION E., *Numerical and analytical modeling of the subthreshold response of the membrane cell*, Buletinul Institutului Politehnic din Iasi, Seria Electrotehnica. Energetica. Electronica, Fascicola 5B, Tomul LII(LVI), ISSN 1223-8139, pp. 737-742, 2006.
8. CRET Laura, **CIUPA R. V.**, PLESA Mihaela, MICU D. D., NICU Anca-Iulia, *Design of Special Coils for Focal Magnetic Stimulation*, Proceedings of the 5th European Symposium on Biomedical Engineering, ESBME, Patras, Grecia, 7 – 9 iulie, pp. 32 35, ISBN 4-890578-00-3, 2006.
9. MUNTEANU M., **CIUPA R.V.**, RUSU C., *Filtering the ECG Signals for Removing the Outliers Values Induced by Interferences*, pp.267-270, Acta Electrotehnica, Vol.47, no.4, ISSN 1841-3323, 2006.
10. RAFIROIU D., VLAD Simona, **CIUPA R.V.**, *The Mechanical Heart Valves' Cavitation Potential: Experimental and Computational Approach*, pp. 287-292, Acta Electrotehnica, Vol.47, no.4, ISSN 1841-3323, 2006.
11. ROMAN M., **CIUPA R.V.**, GLIGOR E., ABRUDEAN M., ROMAN F., *New Design of pH/Blood Gas Analyser*, IEEE Intl Conf on Automation, Quality and Testing, IEEE Number 06-EX-1370, ISBN 1-4244-0360-X, 2006.
12. Munteanu M., Rafiroiu D., Chindris G., Munteanu Jr. R., **Ciupa R. V.**, Roman M., Flueraş Anca, *ECG Signal Filtering Using the Virtual Instrumentation*, in Proc. EMBEC' 05, November 20-25, 2005, Prague, Czech Republic, ISSN: 1727-1983.
13. Rafiroiu D., **Ciupa R. V.**, *An Improved Method for Blood Flow Measurement*, in Proc. ICMP 2005, 14th-17th September 2005, Nuremberg, Germany, pp: 865-866, ISSN 0939-4990.
14. Rafiroiu D., Giurgea C., Vlad A., Munteanu M., Popa C., Manea P., **Ciupa R. V.**, *Numerical Modelling of Mechanical Heart Valve Closure Dynamics. The Cavitation Potential of Medtronic-Hall and Omniscience MHV's*, in Proc. ICMP, 14th-17th September 2005, Nuremberg, Germany, pp: 1581-1582, ISSN 0939-4990, 2005.
15. Rafiroiu D., **Ciupa R.V.**, Munteanu M., Flueraş Anca, Roman A., *Stress Analysis of Mild Arterial Stenosis*, Xth MEDICON and HEALTH TELEMATICS 2004, Napoli, Italy, ISSN: 1727-1983.
16. Rafiroiu D., Manea P., **Ciupa R.V.**, Munteanu M., Flueraş Anca, Roman M., *Actual State and Future of Biomedical Engineering Education in Romania*, Xth MEDICON and HEALTH TELEMATICS 2004, Napoli, Italy, ISSN: 1727-1983.
17. **CIUPA R.V.**, MUNTEANU M., RAFIROIU D., ROMAN M. N., *Hi-tech in hospitals: Impairment of patient-physician relationship ?* Proceedings of the International Symposium on Psychosomatic Medicine - Recent progress and current trends, 27-29 March 2003, Cluj-Napoca, Romania, "Iuliu Hatieganu" University Publishing House Cluj-Napoca, ISBN 973-8385-62-8, pp. 245-249.
18. MUNTEANU M., MOGA D., MUNTEANU R. I., **CIUPA R. V.**, RAFIROIU D., ROMAN M., *Interfacing Solutions for PC based Medical Instruments* Proceedings of the 2nd Flemish-Romanian Workshop – Advances in Numerical Computation Methods in Electromagnetism – ANCME 2003, May 15-16, 2003, Gent, Belgium, pp. 164-168, ISBN 973-686-460-X.
19. **CIUPA R.V.**, RAFIROIU D., MUNTEANU M., ROMAN M. N., *Blood Flow Waveform Quantification*, Proceedings of the 1st MEDINF International Conference on Medical Informatics & Engineering, MEDINF2003, October 9-11, 2003, Craiova, Romania; in "Craiova Medical Journal", ISSN 1454-6876, vol.5, sup.3 (2003), pp.199-202.
20. RAFIROIU D., **CIUPA R. V.**, *Premises for Computational Analysis of Hydrodynamic Parameters Involved in Blood Clotting*, Proceedings of the 8th Int. Conference on Optimisation of Electrical and Electronic Equipments – OPTIM, Brasov, May 16-17, 2002, pp.571-576.

- Carti stiintifice in domeniu
CIUPA Alexandra, **CIUPA R.V.**, *Modele matematice in biomedicina*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, ISBN 973-686-169-4, 2001.
- 5 carti publicate in domeniul electrotehnicii si electronicii;
- conducator a 3 teze de doctorat sustinute si a altor 5 in curs de elaborare;
- referent oficial la 9 teze de doctorat;
- membru al asociațiilor profesionale: Societatea Europeana de Biomecanica, Societatea Nationala de Inginerie Medicala si Tehnologie Biologica (secretar general)
- expert evaluator al Comisiei Europene (in cadrul programului FP6)– directia cercetare stiintifica.

De remarcat ca cele mai importante lucrări științifice din lista directorului de proiect au fost realizate în cooperare cu membrii actualei echipe de cercetare. Multe dintre acestea sunt pe direcția stimulării magnetice funcționale, in acest sens cercetarile fiind indreptate in doua directii. Prima directie se refera la analiza si calculul distributiei campului electric indus in tesut si influenta acestuia asupra tesuturilor biologice. A doua directie se refera la optimizarea bobinelor de stimulare. Astfel, se urmareste proiectarea unor bobine de stimulare in diverse configuratii geometrice, care sa permita o mai buna focalizare a campului electric indus, prin controlul amplitudinii si focalizarii stimulului.

In cadrul Laboratorului de control neuronal aplicat, la Case Western Reserve University, Cleveland, SUA directorul de proiect a dobandit o bogata experienta in domeniul stimulării magnetice functionale. Aici a contribuit la proiectarea stimulatorului magnetic, la realizarea masuratorilor de cimp electric indus si a testelor asupra unor modele de fibre nervoase. Lucrarile publicate ulterior au inclus in parte si experienta acumulata in SUA: cartile mentionate mai sus (*Compatibilitate electromagnetica în aparatura electromedicală*, *Măsurarea mărimilor biomedicale*, *Modele matematice in biomedicina*), precum si articolele amintite pot constitui o baza de cercetare. In plus, 3 dintre doctoranzii pe care ii coordoneaza au ca teme subiecte legate de stimularea magnetica: Curta Catalin „*Cercetari privind stimularea magnetica transcraniana*”, Flueraș (Nicu) Anca – „*Contributii la studiul privind influenta campului electromagnetic asupra organismelor vii*”, Plesa Mihaela – „*Contributii la studiul teoretic si experimental al stimulării magnetice functionale*”.

10.4.1.1.2. Competenta manageriala a directorului de proiect

Se va face referire la:

- Proiecte si contracte de cercetare nationale si/sau internationale castigate prin competitie in calitate de director (se va preciza - titlul, anul castigarii, sursa de finantare, suma aprobata)
- Infiintarea (coordonarea) de laboratoare, centre si/sau institute de cercetare

Proiectul este de mare amploare și presupune o activitate complexă.

In acest sens, directorul de proiect considera ca experienta pe care o are in functii de conducere - director de contracte de cercetare si membru in echipe (inclusiv internationale) de cercetare, coordonator de proiecte educationale (Tempus) (a se vedea tabelul de mai jos), prodecan (1992-2004), decan (2004-prezent), expert evaluator al Comisiei Europene in domeniul cercetarii stiintifice - poate constitui un argument pertinent privind capacitatea de a finaliza cu succes si acest proiect de cercetare.

Tabelul 1.

Proiecte de cercetare	Funcția	Perioada: de la... până la...
INCO - Copernicus, 960113, BRAPORT.	Cercetator	1996 - 1999

BRAPORT – <i>BRA</i> ille Printer on Reusable Thermoplastic sheets.		
Monitor ambulator cu inregistrare ECG (Holter,) tema 40, cod CNCSIS 610	Director proiect	1999 - 2000
Contract de cercetare bilaterală Româno-Flamand, <i>Metode noi de analiză și software de simulare a efectelor interferenței electromagnetice dintre liniile de înaltă tensiune și conductele metalice subterane</i> , BILA 2000/37.	Cercetator	2000 - 2004
<i>Metode si instrumente noi de analiza, modelare si proiectare a fenomenelor de interferenta electromagnetica</i> , in cadrul Collaborative Linkage Grants – CLG, no. de proiect: PST.CLG.978487 (proiect NATO).	Cercetator	2002 - 2003
<i>Integrarea imagisticii medicale in societatea informationala</i> , tema nr. A15, cod CNCSIS 1055/217.000 mii lei.	Director proiect	2004 - 2005
<i>Dezvoltarea deaplicatii software si investigatii experimentale pentru studiul fenomenului cavitional in valvele cardiace mecanice</i> , tema A25, cod CNCSIS 966/280.000 mii lei.	Cercetator	2005 - 2008
Proiecte educationale		
Proiect TEMPUS CME 03037-97. Titlul: <i>Higher Education Centre for Medical Engineering and Medical Physics</i> .	Coordonator	1997 - 1998
Proiect TEMPUS S_JEP 13449/98. Titlul: <i>Short-cycle multidisciplinary practically oriented studies in the health care domain</i> .	Coordonator	1998 - 2001

Contractele de cercetare si cele educationale coordonate pana in prezent de **directorul** acestui proiect au atins o valoare de circa 480.000 euro (in perioada 1997-2006). Administrarea bugetelor s-a facut impecabil, fara observatii majore din partea CE sau a organismelor in drept din Romania.

In cadrul Facultatii de Inginerie Electrica a Universitatii Tehnice din Cluj – Napoca exista specializarea de Inginerie Medicala, precum si un **Centru de Inginerie Medicala**, in cadrul Catedrei de Electrotehnica. **Directorul de proiect este fondatorul si coordonatorul acestui centru**, care a fost infiintat in anul 1999. Centrul de Inginerie Medicala este dotat in mare parte datorita fondurilor din cadrul proiectelor TEMPUS si a unor granturi anterioare acordate de CNCSIS (proiecte conduse de **Directorul de proiect** – a se vedea tabelul 1).

In prezent, in cadrul Centrului de Inginerie Medicala exista deja un colectiv de lucru in domeniul stimulării magnetice, printre care si patru doctoranzi, a caror preocupari sunt legate de stimularea magnetica, una dintre teze, axata pe acest subiect, fiind finalizata anul acesta.

Rolul **directorului de proiect** este urmatorul: fixeaza obiectivele, planifica si urmareste realizarea proiectului, coordoneaza activitatile, actualizeaza planul, evalueaza riscurile, stabileste termenele activitatilor. Se va acorda o atentie sporita activitatilor de raportare periodica, astfel incat acestea sa constituie un element de mobilizare pentru executarea in termen a obiectivelor etapelor respective.

Tinand seama de pregatirea profesionala si experienta membrilor implicati in acest proiect, se va organiza LUCRUL ÎN ECHIPĂ – **directorul de proiect** fiind cel care va asigura o legatura permanentă între membri in vederea atât a comunicării imediate a rezultatelor parțiale cât și pentru evitarea paralelismelor.

Saptamanal, **directorul de proiect** va organiza intalniri cu membrii echipei de cercetare cu scopul de control al progresului activitatilor, verificarea respectarii termenelor propuse si, daca este necesar, luarea masurilor de prevenire a unor deviatii majore de la obiectivul propus. Pe durata derularii proiectului, periodic la 3 luni toti cercetatorii implicati in proiect vor participa la luarea deciziilor cu caracter tehnic. La fiecare intalnire periodica, coordonatorul proiectului va prezenta informatii despre progresele realizate, rezultate, materiale predate, probleme intalnite, respectarea (incadrarea) in programul de lucru, etc. In urma acestor prezentari vor avea loc discutii care vor duce la luarea unor decizii asupra actiunilor ce trebuie efectuate pentru infaptuirea si ducerea la bun sfarsit a obiectivelor proiectului. Toate informatiile, completate cu rapoartele corespunzatoare vor fi sistematizate de catre directorul de proiect care intocmeste un raport de progres al proiectului.

Tot **directorul de proiect** este cel care asigura mentinerea colaborarii – deja existente - cu universitati din strainatate in care se efectueaza cercetari in domeniul stimulării magnetice (Case Western Reserve University, Cleveland - SUA, University of Sheffield – Anglia, Universitatea Tehnica si cea de Medicina din Viena - Austria, Universitatea din Stuttgart – Germania, Universitatea din Patras - Grecia) si ia decizii in privinta necesitatii efectuării si programării unor stagii de cercetare (acordurile de colaborare cu universitatile amintite sunt oficiale, fiind publicate pe pagina web a universitatii, la adresa: http://ori.utcluj.ro/acorduri/acorduri_bilaterale.php). Schimburile din domeniul științific (cercetare) și didactic sunt în plină desfășurare, iar prin colaborarea cu aceste instituții se dorește facilitarea accesului la informațiile din laboratoarele proprii, la experiența acumulată de colectivele acestor universitati si colaborarea la realizarea practică a unor masuratori si aplicații in tema proiectului.

10.4.1.2. Echipa de cercetare

Lista membrilor echipei de cercetare: (Fara directorul de proiect)

Nr. crt.	Nume si prenume	Anul nasterii	Titlul didactic stiintific *	Doctorat **	Semnatura
1	RAFIROIU DAN	1961	Conferentiar	Da	
2	CRET LAURA	1976	Lector	Da	
3	PLESA MIHAELA	1980	Cercetator	Doctorand	
4	NICU ANCA	1979	Cercetator	Doctorand	
5	CURTA CATALIN	1980	Cercetator	Doctorand	

* La “Titlu didactic/stiintific” completati cu una din variantele:

Profesor / Conferentiar / Lector / Asistent / CS I / CS II / CS III / Cercetator

** La “Doctorat” completati cu una din variantele: **DA / NU / Doctorand**

10.4.1.2.1. Cercetatori cu experienta

Se va face referire la:

- Experienta anterioara a ficarui membru al echipei, in domeniul temei propuse
- Domenii de competenta si rezultate semnificative - documentate atat prin rezultate teoretice cat si prin rezultate practice.
- Lucrari semnificative publicate (max. 5 lucrari)
- Modalitati de valorificare/diseminare a rezultatelor - publicatii, brevete, participari la conferinte
- proiecte obtinute de catre membrii echipei - titlul, nivel de finantare, sursa de

finantare, durata

Conferentiar dr. ing. Dan RAFIROIU

Experienta anterioara in domeniul temei propuse

Domnul conferentiar are o experienta vasta, acumulata in 15 ani de cercetare în domeniul bioelectromagnetismului, cu orientare către studiul activității bioelectrice a celulelor excitabile (nervoase și musculare), a modelării matematice a potențialelor bioelectrice, respectiv a surselor și conductorilor de volum bioelectrici și a modelării matematice a fenomenelor fizice complexe și a proiectării asistate de calculator în electromagnetism.

Domenii de competenta

Biofizică – Fenomene Bioelectrice; Bioelectromagnetism; Metode de modelare și simulare a sistemelor biomedicale; Informatică medicală.

Cele mai semnificative **rezultate obtinute** constau in:

- redactarea a trei monografii in domeniul bioelectromagnetismului:
 - [1] Dan. Rafiroiu, Electricitate în medicină. Fenomenul Bioelectric, Casa Cărții de Știință, Cluj-2000, ISBN 973-686-031-0.
 - [2] Dan Rafiroiu, Bioelectromagnetism, Casa Cărții de Știință, Cluj-2001, ISBN 973-686-153-8.
 - [3] Dan Rafiroiu, Bioelectromagnetism. Teorie si aplicatii, Mediamira, Cluj-2007.
- elaborarea unui numar de 43 articole stiintifice, publicate si sustinute la diverse conferinte organizate in tara si strainatate sau in reviste de specialitate. Intre acestea, amintim:
 - [1] **D. Rafiroiu**, R. V. **Ciupa**, M. M. Munteanu, Anca Flueraș, Alexandra Roman, “Stress Analysis of Mild Arterial Stenosis”, in Proc. MEDICON 2004, Island of Ischia, Naples, Italy 2004, Biomechanics 04, 083, ISSN: 1727-1983, ISBN: 88-7780-308-8,
 - [2] **D. Rafiroiu**, C. Giurgea, A. Vlad, M. Munteanu, C. Popa, P. Manea, R. **Ciupa**, “Numerical Modelling of Mechanical Heart Valve Closure Dynamics. The Cavitation Potential of Medtronic-Hall and Omniscience MHV’s.”, in Proc. ICMP 2005, Nuremberg, Germany, pp: 1581-1582.
 - [3] **D. Rafiroiu**, R. **Ciupa**, “An Improved Method for Blood Flow Measurement.”, in Proc. ICMP 2005, Nuremberg, Germany, pp: 865-866.
 - [4] **D. Rafiroiu**, C. Giurgea, A. Vlad, M. Munteanu, C. Popa, P. Manea, R. **Ciupa**, “Simularea dinamicii valvelor cardiace mecanice. Potențialul cavitațional al valvelor Medtronic-Hall și Omniscience”. Revista de Economie și Administrație Sanitară, vol. 41-42 (3-4/2005), ed. MEDIAMIRA, ISSN: 1220-5796.
 - [5] **D. Rafiroiu**, Vanessa Diaz-Zuccarini, Patricia Lawford, Rod Hose, Andrew Narracott, Radu **Ciupa**, „The Cavitation Potential of a Single-leaflet Virtual MHV: A Multi-Physics and Multiscale Modelling Approach”, MEDICON 2007, Ljubljana, Slovenia
- participarea ca membru in colectivele de cercetare la un numar de 6 contracte de cercetare, dintre care la unul ca director de contract:
 - [1] **Director grant CNCSIS** No. 27702/2005: Dezvoltarea de aplicatii software si investigatii experimentale pentru studiul fenomenului cavitațional in valvele cardiace mecanice, 98.000 RON (perioada de derulare: 2005-2007)
- efectuarea de stagii doctorale si de cercetare la:
 - 1. Universitatea Joseph Fourier, Grenoble, Franța, 18 luni, doctorat în cotutelă,
 - 2. Unversitatea din Patras, Grecia, stagiul de documentare, 1 lună, în cadrul proiectului Tempus ACJEP 13449-1998
 - 3. Unversitatea din Sheffield, Marea Britanie, stagiul de documentare, 1 lună, în cadrul proiectului Tempus ACJEP 13449-1998
 - 4. Laboratorul de Fizică Medicală și Inginerie Clinică, Unversitatea din Sheffield, Marea Britanie, stagiul de cercetare (2005).

Sef lucrari dr. ing Laura CRET

Experienta anterioara in domeniul temei propuse

Domnisoara s.l. are o experienta de 7 ani in cercetare în domeniul bioelectromagnetismului, cu orientare ferma spre stimularea magnetica a tesutului nervos uman. Munca de cercetare depusa in cadrul grantului CNCSIS de tip Td amintit in continuare a implicat o riguroasa documentare in domeniu, precum si aplicarea metodelor de calcul de camp la aceasta aplicatie specifica. De asemenea, studiile efectuate s-au axat in mare masura pe determinarea geometriei optimale a bobinei de stimulare, in vederea atingerii dezideratului de activare selectiva (una din cele mai importante probleme tehnice ramasa de rezolvat in vederea implementarii practice a acestei noi metode terapeutice).

Domenii de competenta

Bioelectromagnetism; Metode de modelare și simulare a sistemelor biomedicale. Teoria campului electromagnetic

Cele mai semnificative **rezultate obtinute** in domeniul temei proiectului constau in:

- Intocmirea tezei de doctorat cu titlul „**CONTRIBUȚII PRIVIND STUDIUL ȘI OPTIMIZAREA TEHNICII DE STIMULARE MAGNETICĂ A SISTEMULUI NERVOS**” (Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, 2007, conducator stiintific: prof. dr. ing. **Radu CIUPA**. Un rezumat al acestei lucrari poate fi consultat la adresa: http://www.utcluj.ro/download/doctorat/Rezumat_Laura_Cret.pdf)
- Elaborarea unui numar de 23 articole stiintifice in domeniul stimulării magnetice, publicate si sustinute la diverse conferinte organizate in tara si strainatate sau in reviste de specialitate. Intre acestea, amintim:
 - [1] **Creț Laura**, M. Plesa, R. Ciupa, Micu, D.D., *Remarks on the optimal design of coils for magnetic stimulation*, International Symposium on Interdisciplinary Electromagnetic, Mechanic. and Biomedical Problems, ISEM-Bad Gastein, Austria, 12-14 Sept. 2005, pp. 352-354, ISBN 3-902105-00-1;
 - [2] **Creț Laura**, Plesa, M., Micu, D.D., Duma, D., Man, L., Simion, E., *Design Of Coils For Magnetic Stimulation*, 5th International Conference On Electromechanical And Power Systems, Octombrie 2005, Chișinău, Rep. Moldova, pg. 1041-1044, ISBN 973-716-208-0;
 - [3] **Creț Laura**, Plesa, M., Micu, D.D., Stet, D., Simion, E., *Remarks on the optimal design of coils for magnetic stimulation of nerve fibers*, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Seria Electrotehnică. Energetică. Electronică, Fascicola 5B, Tomul LII(LVI), ISSN 1223-8139, pp. 647-652, 2006;
 - [4] **Creț Laura**, Plesa, M., Micu, D.D., *Magnetic Coils for Localized Stimulation of the Central Nervous System*, Acta Electrotehnica, Special Issue, 1st International Conference on Modern Power Systems, MPS Cluj-Napoca, 8-11 noiembrie, 2006, ISSN 1841-3323, Vol. 47, No. 4, pp. 225-228;
 - [5] **Creț Laura**, Ciupa, R., Micu, D.D., *Mathematical models for magnetic nerve stimulation*, ANCME Gent, 2003, pg. 156-163, ISBN 973-686-460-X;
 - [6] **Creț Laura**, Ciupa, R., Plesa, M., Micu, D.D., Nicu, A.I., *Design of Special Coils for Focal Magnetic Stimulation*, Proceedings of the 5th European Symposium on Biomedical Engineering, ESBME, Patras, Grecia, 7 – 9 iulie 2006, pp. 220 - 223, ISBN 4-890578-00-3 (publicat pe CD);
- Participarea ca membru in colectivele de cercetare la un numar de 9 contracte de cercetare (dintre care doua internationale), la unul dintre acestea avand rolul de director de contract:
 - [1] **Director Grant CNCSIS de tip Td**, „Software 3D pentru simularea stimulării electromagnetice a fibrelor nervoase”, Contract 33385/2004, Cod CNCSIS 216, 20.500RON (perioada de derulare: 2004-2006)
- Efectuarea a doua stagii de cercetare in domeniul ingineriei medicale:
 - 2 saptamani la Universitatea de Stiinte Aplicate, Jyväskylä, Finlanda (2006) in domeniul tehnologiei asistive
 - 1 luna la Universitatea de Medicina, Viena, Austria (2006) in domeniul stimulării electrice si

10.4.1.2.2. Cercetatori in formare

Delimitarea clara si credibila a rolului lor in desfasurarea activitatilor de cercetare in cadrul proiectului, specificandu-se denumirea tezelor de doctorat (daca este cazul).

Mihaela PLESA, Anca NICU si Catalin CURTA sunt doctoranzi cu frecventa in cadrul Catedrei de Electrotehnica a Facultatii de Inginerie Electrica la Universitatea Tehnica din Cluj. Ei sunt, toti trei, indrumati de domnul profesor Radu CIUPA, coordonatorul acestui proiect de cercetare. De asemenea, ei au participat si anterior acestui moment la rezolvarea diverselor teme de cercetare ale catedrei, fiind implicati in contracte in domenii bio-ingineresti (conduse fie de domnul profesor Radu CIUPA, fie de domnul conferentiar RAFIROIU).

Mihaela PLESA elaboreaza in prezent teza de doctorat cu titlul "Contributii la studiul teoretic si experimental al stimulării magnetice functionale". In acest scop, ea a efectuat doua stagii de cercetare (in domeniul tehnologiei asistive si al stimulării electrice si magnetice functionale), elaborand si participand cu lucrari stiintifice la diverse conferinte in domeniul bio-ingineriei. Amintim cateva dintre acestea (cele mai semnificative):

- [1] **Plesa M.**, Creț L., Rafiroiu, D.V., Nicu, A.I., Curta, C., *On the Nervous Cell Subthreshold Response. Influence of Electric Parameters Variation*, Proceedings of the 5th European Symposium on Biomedical Engineering, ESBME, Patras, Grecia, 7 – 9 iulie, pp. 232 - 235, ISBN 4-890578-00-3, 2006, (publicat pe CD);
- [2] **Plesa M.**, Creț L., Ciupa, R., Crețu, T., Răcăsan, A., Răcăsan, C., *About the Determination of the Spatial and Temporal Distribution of the Electric Field Induced in Human Tissue During Magnetic Stimulation*, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" din Timișoara, Seria Energetica, Tom 50(64) 2005, Fascicula 1-2, ISSN 1582-7194, pg. 451-456;
- [3] **Plesa M.**, Creț L., Ciupa, R., Rafiroiu, D.V., Curta, C., *Remarks on the propagation wave velocity of the nervous fiber*, Acta Electrotehnica, Special Issue, 1st International Conference on Modern Power Systems, MPS Cluj-Napoca, 8-11 noiembrie, 2006, ISSN 1841-3323, Vol. 47, No. 4, pp. 275-278;

Rol in cadrul proiectului: imbunatatirea modelului cablului pentru fibra nervoasa, luand in considerare anumite neajunsuri constatate experimental, amintite in descrierea proiectului

Anca NICU elaboreaza in prezent teza de doctorat cu titlul "Contributii la studiul privind influenta campului electromagnetic asupra organismelor vii". In acest scop, ea a efectuat un scurt stagiu de cercetare in domeniu la Universitatea Politehnica din Bucuresti, sub indrumarea doamnei prof. dr. ing. Mihaela MOREGA. Cele mai semnificative lucrari stiintifice elaborate de doamna inginer Nicu sunt:

- [1] **Nicu, A.I.**, Plesa, M., Creț L., Curta, C., Rafiroiu, D.V., *Electric circuit representation and numerical simulation of the nerve cells' active behaviour*, XIX Symposium on Electromagnetic Phenomena in Nonlinear Circuits, EPNC 2006, Maribor, Slovenia, 28 – 30 iunie, 2006, ISBN 83 – 9211340 -1 -X, pp. 165 – 166;
- [2] **Anca-Iulia NICU**, Dan D. MICU, *Mathematical models used in bioelectromagnetic problems*, Acta Electrotehnica, 2006

Rol in cadrul proiectului: crearea unor modele realiste ale mediului biologic studiat (care sa ia in considerare neomogenitatile si anizotropiile tesutului uman) si implementarea acestora in programele de calcul de camp electromagnetic.

Catalin Curta lucreaza in prezent la teza de doctorat intitulata „Cercetari privind stimularea magnetica

transcraniana". Pe perioada stagiului doctoral, el a fost detasat timp de o luna la Universitatea Libera din Bruxelles, Belgia, fiind implicat in probleme legate de implementarea unor programe software de calcul de camp electromagnetic. Cea mai semnificativa lucrare elaborata de dansul este:

[1] **Curta C.**, *Magnetic Neural Stimulators – Comparative Study*, Acta Electrotehnica, Special Issue, 1st International Conference on Modern Power Systems, MPS Cluj-Napoca, 8-11 noiembrie, 2006, ISSN 1841-3323, Vol. 47, No. 4, pp. 233-236;

Rol in cadrul proiectului: implementarea algoritmilor genetici la optimizarea formei bobinelor de stimulare, urmata de realizarea practica si testarea acestora.

10.4.2 Alte resurse

10.4.2.1. Resurse financiare

Se detaliaza toate costurile directe (cheltuieli de personal, logistica , mobilitati)
Trebuie sa reiasa foarte clar gradul de implicare a fiecarui membru din echipa in proiectul de cercetare (ponderea dintr-o norma intreaga)

Cheltuieli de personal – total 420.000RON/36 luni

Reprezinta cheltuielile de salarizare a cercetatorilor implicati in proiect (inclusiv cheltuielie salariale: CAS, CASS, Fond pensii, Fond somaj, etc – atat cele datorate de catre angajator cat si cele datorate de angajati). Nici unul dintre **cercetatorii implicati in acest proiect nu sunt cooptati in alte programe de cercetare din Planul National II, realizandu-si intreaga norma de cercetare exclusiv in cadrul acestui proiect.** S-a calculat, in consecinta, un salariu lunar de aproximativ 2900RON/luna pentru profesor si conferentiar, 2300RON/luna pentru sef lucrari si 1300RON/luna pentru doctoranzii cu frecventa. Sumele amintite sunt supuse taxelor aferente si impozitarii conform normelor legale in vigoare in momentul de fata..

Mobilitati – total 135.000 RON/36 luni

Pentru indeplinirea obiectivelor acestui proiect va fi necesara efectuarea unor stagii de cercetare in strainatate, la Universitatile cu care colectivul acestui proiect are stabilite relatii de colaborare (deja amintite in expunere).

Se prevede in medie un stagiul de cercetare de o luna/an pentru fiecare dintre cei 5 membrii ai proiectului si pentru director. Pe parcursul acestui stagiul, se asigura diurna zilnica de 35 euro/zi (pentru statele UE), cheltuielile de transport si cazare. Costul unui astfel de stagiul lunar este de aproximativ 7500RON (acest quantum poate varia in functie de costul transportului – distanta de parcurs, etc.).

Justificarea acestor stagii este urmatoarea: la Universitatea din Sheffield – Anglia, colectivul dispune nu doar de o foarte vasta experienta de cercetare in domeniul stimulării magnetice, ci si de aparatura de stimulare si masurare extrem de performanta. Universitatea de Medicina din Viena dispune in schimb de o baza de animale pentru experimentare completa si de cel mai modern bloc operator pentru aceste animale - la standardul salilor de chirurgie pentru subiecti umani. In aceste locatii pot fi efectuate determinarile experimentale de mare precizie cerute de proiect. De asemenea sunt intrunite conditiile necesare privind testele pe animale de experienta.

Logistica – total 187.500 RON/36 luni

Pentru realizarea proiectului de cercetare-dezvoltare, sunt necesare:

Echipamente de calcul – total 55.000 RON/3 ani

2 Laptopuri.....	15.000RON
Licenta Labview (software achizitie si prelucrare semnale electrice).....	7.000RON
Licenta FEMLAB (software calcul camp electromagnetic).....	28.500RON
1 imprimanta multifunctionala (printer, scanner, xerox, fax).....	1.500RON
Materiale consumabile.....	3.000RON

Instrumente de laborator– total 132.500 RON/3 ani

sonda de camp de mare precizie.....	28.000RON
dispozitive de masurat caracteristicile electrice ale bobinelor (RLC metru).....	1.500RON
tehnologie de realizare a bobinelor cu destinatii speciale.....	25.000RON
stimulator magnetic.....	75.000RON
analizor spectral.....	3.000RON

Este de mentionat ca stimulatorul magnetic achizitionat poate servi pentru terapie in clinicile Clujene, fiind – asa dupa cum s-a mentionat deja – un instrument medical deja omologat pe plan international.

10.4.2.2. Infrastructura disponibila (calitatea infrastructurii de cercetare existente)

Se va face distinctie intre infrastructura de tehnica de calcul si restul infrastructurii de cercetare.

(echipamente si facilitati pentru experimentare, proprii sau disponibile prin relatii de cooperare cu alte institutii)

1. Laboratorul de Inginerie Medicala, realizat prin proiectele **TEMPUS CME 03037/97** si respectiv **TEMPUS S_JEP 13449/98**, proiecte coordonate de catre Directorul de proiect, laborator dotat cu tehnica de calcul si aparatura in valoare de 225.000 EURO. Laboratorul dispune de:

a) Echipament pentru simulare si dezvoltare:

- **1 retea de statii grafice** constand din:
 - ◇ 3 calculatoare SUN Ultra 1, model 140: 128 RAM, HDD 8 GB, monitoare 20, sistem de operare Solaris 2.5;
- **1 retea de calculatoare PC Pentium IV** constand din:
 - ◇ 1 server de retea COMPAQ Server Proliant ML350, Pentium IV - dual processor la 800 MHz, 256 MB RAM, 20 GB HDD, etc.
 - ◇ 1 statie grafica profesionala COMPAQ Workstation AP550 Pentium IV, 866 MHz – dual processor, 256 MB RAM, 18,2 GB HDD, monitor color P19, sistem de operare Windows 2000;
 - ◇ 2 statii grafice profesionale COMPAQ Workstation AP 250 PIII, 900 MHz, 256 MB RAM, 20 GB HDD, monitor color P19, sistem de operare Windows 2000;
 - ◇ 8 calculatoare COMPAQ DeskPro EN, 933 MHz, 265 MB RAM, 20 GB HDD, monitor color 17, sistem de operare Windows 2000;
- **Software** pentru:
 - ◇ **statii grafice:**
 - compilatoare de FORTRAN 90, C ++, Pascal, etc.;
 - OPERA 2D – software de analiza numerica a campurilor electromagnetice si respective termice, produs de firma Vector Fields din Oxford, UK, ANSOFT 2D si 3D, etc;
 - ◇ **PC-uri:**

- compilatoare de C ++, Pascal, Visual C, Borland C, C Builder, etc.
- Microsoft Office, PSPICE, Matlab, Mathematica, etc.

b) Biblioteca proprie a Centrului de Inginerie Medicala. Laboratorul dispune de o biblioteca proprie dotata prin cele 2 proiecte **TEMPUS CME 03037/97** si **TEMPUS S_JEP 13449/98**. Sunt aproximativ 450 de titluri reprezentative, carti din edituri consacrate (Wiley, Kluwer, Elsevier, Artech House, etc.) pe diferite domenii de interes cu preponderenta in domeniul: bioelectromagnetismului, modelarilor si simularilor in ingineria biomedicala, metodelor numerice in medicina, metoda elementelor finite, metoda elementelor de frontiera, compatibilitate electromagnetica, etc. O serie de reviste de prestigiu sunt deasemenea disponibile in cadrul laboratorului, ca: *IEEE Transaction on Biomedical Engineering, Medical and Biological Engineering and Computing, IEEE Transaction on EMC, Journal of Electrochemical Society, Archiv fur Elektrotechnik*, etc. La acestea se poate adauga si explorarea prin reseaua Internet. Exista noile facilitati oferite de IEEE, cum ar fi **Infoadvantage**, care permite gasirea prin cuvinte cheie a celor mai recente lucrari publicate in revistele si volumele conferintelor IEEE la care exista acces.

Nota: Toate calculatoarele existente in laboratorul de Inginerie Medicala sunt conectate la INTERNET iar laboratorul si Catedra de Bazele Electrotehnicii au o pagina proprie de WEB cu adresa: www.et.utcluj.ro. Rezultatele obtinute de catre acest colectiv sunt prezentate pe aceasta pagina WEB.

2. Aparatura pentru experimentare:

- 2 x Sursa tripla de tensiune HM 8040
- 5 x Multimetru digital HM 8011
- 3 x Generator functii HM 8030
+cablu coaxial cu mufa BNC HZ 34
- 6 x Mainframe (suport cu alimentare module) HM 8001
- 5 x Wattmetru portabil MAVOWAT 4
- 1 x Distorsiometru HM 8027
+cablu coaxial cu mufa BNC HZ 33
- 1 x Characterograf HM 8042
- 2 x Osciloscop digital HM 407, 2x40 MHz
- 5x Osciloscop digital HM 303-6, 2x35 MHz
- 1 x Nearfield probe toolkit (masura E si H) HZ 530
- 1 x LISN (impedanta artificiala retea) HM 6050
- 1 x Generator functii programabil HM 8131
- 1 x Generator RF HM 8134
- 1 x Sursa tripla de tensiune programabila HM 8142
- 1 x Frecventmetru progamabil HM 8122
- 8 x Multimetru digital portabil HC 81
- 2 x Interfata IEEE 488 HO 80
- 2 x Cablu interfata IEEE HZ 72
- 10 x Sistem modular de masura, de laborator, rack HM 8001
- 2 x multimetre digitale HM 8012
- 1 x Sistem modular de generare functii pentru laborator rack HM 8001
- 2 x generatoare de functii HM 8030-5
- 1 x Sistem modular de alimentare pentru laborator rack HM 8001
- 1 x generator functii HM 8030-5
- sursa tripla de tensiune HM 8040
- Wattmetru HM 8115-2
- Multimetru digital profesional cu masurare putere, energie si cos FI – METRAHIT 29 S

- Sonda de camp electric si magnetic

CA42

3. Infrastructura de birotica/multimedia:

- Telefon/Fax cu acces direct international;
- 1 imprimantă multifunctionala HP LaserJet 3052;
- 1 imprimantă HP Color LaserJet 2600n
- 1 scanner HP ScanJet 4C;
- 1 x Digital Photo Camera Dimage 2300;
- 1 x Multimedia Acquisition System with a Digital Video Camera Sony DCR 11 E & Video Blaster WEB 60 CAM;
- Direct Internet connection;
- 1 x Video Projector SONY VPL CS10 (3,3 kg/3*LCD TFT/800*600/ 1000 lumeni) & TV tuner studio USB, PAL B/G;
- 1 x 3M 9550 Overhead Projector + 2 CG x 3460;
- 1 x Projector system OV2 (code 20010);

Există relații strânse de colaborare între Centrul de Inginerie Medicala din cadrul Catedrei de Electrotehnica a Universității Tehnice din Cluj-Napoca și Universitatea de Medicina si Farmacie „Iuliu Hatieganu” din Cluj – Napoca. **Prin colaborarea** cu această instituție se contează pe obținerea de noi facilități legate de accesul la material documentar in domeniu medical si la aparatura (**electromiograf, electroencefalograf, computer tomograf, etc.**) și un deosebit de util schimb de experiență cu medicii si cercetătorii in domeniu. Prin menținerea legăturii cu aceasta universitate, se doreste si colaborarea cu personalul medical in testarea anumitor aplicatii (sunt deja vizate in mod concret aplicatii in cadrul Clinicii de psihiatrie, prof.dr. Liana Fodoreanu-sef sectie, in principal tratamentul depresiilor).