

ANALIZA ȘI MODELAREA NUMERICĂ A PROBLEMELOR DE CÂMP ELECTROMAGNETIC, CU APLICAȚII ÎN INGINERIA BIOMEDICALĂ

Teză de abilitare
Conf. dr. ing. Laura Darabant

Rezumat

Această teză de abilitare realizează o sinteză a activității de cercetare realizată de candidată după obținerea titlului de doctor în domeniul Inginerie Electrică. Teza de doctorat a fost susținută la Universitatea Tehnică din Cluj Napoca în data de 16 martie 2007, iar titlul conferit cu acest prilej a fost confirmat prin ordinul ministrului nr. 1418 din 29 Iunie 2007.

Principalele domenii de cercetare în care candidata și-a adus contribuția până în prezent pot fi grupate în:

1. Dezvoltarea unor instrumente avansate de analiză, modelare numerică și optimizare a tehnicii de stimulare magnetică a sistemului nervos;
2. Determinări teoretice și experimentale privind stimularea magnetică a măduvei spinării;
3. Determinarea caracteristicilor electrice ale materialelor dielectrice ne-omogene prin simulare numerică și analiză experimentală .

Ca rezultat al acestei activități de cercetare au fost publicate un număr de 49 de articole, din care 10 articole în reviste cotate ISI (3 ca prim autor), 17 articole indexate ISI Proceedings și 22 indexate în baze de date internaționale. Totodată, au fost publicate și un număr de 5 cărți în edituri naționale recunoscute. În plus, trebuie menționată participarea la realizarea a peste 15 de contracte de cercetare, din care la 2 dintre ele în calitate de director de proiect.

Principalele rezultate obținute în urma cercetărilor efectuate în direcția D1 sunt legate de modelarea numerică a tehnicii de stimulare magnetică a sistemului nervos. Contribuțiile cele mai importante în acest domeniu au constat în:

- Modelarea mediului biologic și determinarea câmpului electric indus în țesut, utilizând un instrument software propriu, bazat pe metoda diferențelor finite, implementat în utilitarul Matlab. Mediul biologic a fost reprezentat utilizând modele simplificate (semispațiu conductor pentru modelarea trunchiului, cilindru conductor pentru modelarea membrelor, sferă pentru modelarea capului);
- Modelarea fibrei nervoase sub forma unui cablu, în care proprietățile membranei celulare sunt modelate ca un circuit electric echivalent cu parametri distribuți – s-a folosit utilitarul Matlab. O contribuție semnificativă adusă acestui model a constat în

- variația parametrilor electrici de-a lungul fibrei nervoase (considerarea neomogenităților fibrei);
- Designul bobinelor utilizate în stimularea magnetică în vederea atingerii a două deziderate majore:
 - 1) Focalizarea câmpului electric indus în țesut în timpul stimulării, pentru a fi realizată activarea selectivă a fibrelor nervoase vizate de aplicație și nu a unei zone întregi. În acest sens s-au evaluat mai multe forme de bobine, unele menționate în literatura de specialitate și altele proprii;
 - 2) Îmbunătățirea randamentului (foarte scăzut) cu care se realizează transferul de energie de la bobina de stimulare la țesutul țintă. Designul bobinei a fost îmbunătățit prin modul de distribuire a spirelor în interiorul bobinei. O altă contribuție importantă în domeniu a constat în reducerea timpului de calcul necesar determinării unor parametri ai bobinei de stimulare de formă atipică (în principal inductivitatea) utilizând instrumente hardware de calcul paralel – FPGA (în colaborare cu colegii de la catedra de calculatoare).

Rezultatele obținute sunt valorificate prin publicarea unui număr de 3 (una ca prim autor) lucrări științifice indexate în reviste cotate ISI Thomson Reuters, 8 lucrări ISI Proceedings și 11 lucrări indexate în alte baze de date internaționale.

Principalele rezultate obținute în urma cercetărilor efectuate în direcția D2 sunt determinările teoretice și experimentale realizate în ceea ce privește stimularea magnetică a măduvei spinării. Odată create principalele instrumente de calcul necesare oricărei aplicații de stimulare magnetică, interesul s-a orientat către aplicarea modelelor create la stimularea magnetică a măduvei spinării. Primul pas a constat în efectuarea de măsurători pe subiecți sănătoși, care au constat în înregistrarea răspunsului mușchilor membrilor inferioare ca urmare a stimulării zonei lombare. Datele, culese în colaborare cu cercetători de la Universitatea de Medicină din Viena, au pus în evidență o posibilă sursă de eroare în interpretarea semnalelor obținute prin stimulare magnetică, datorită contracției mușchilor spatelui. S-a creat, apoi, un model simplificat al zonei lombare a spatelui, folosind același software propriu creat în Matlab. În ultima etapă de studiu, s-a urmărit corelarea rezultatelor experimentale cu rezultatele simulărilor efectuate, putându-se astfel concluziona care au fost fibrele nervoase activate în timpul determinărilor experimentale.

O parte din rezultatele obținute în cadrul acestei direcții de cercetare se bazează pe colaborarea în vederea finalizării unei teze de doctorat, *Contribuții privind studiul stimulării magnetice funcționale a măduvei spinării*, realizată de ș.l.ing. Mihaela Crețu. Rezultatele obținute sunt valorificate prin publicarea unui număr de 3 (2 ca prim autor) lucrări în reviste cotate ISI Thomson Reuters, 3 lucrări în ISI Proceedings și o lucrare indexată în alte baze de date internaționale.

Rezultatele obținute în direcția de cercetare D3 sunt legate de determinarea caracteristicilor electrice ale materialelor dielectrice neomogene prin simulare numerică și analiză experimentală. S-a evaluat modul în care forma, dimensiunile, distribuția spațială a incluziunilor, distanța dintre ele, dar și orientarea lor în câmpul electric aplicat, influențează permitivitatea dielectrică efectivă a materialului neomogen. Totodată, raportul permitivităților ϵ_2/ϵ_1 influențează atât precizia calculului numeric cât și

permitivitatea efectivă. Aceasta mai depinde și de concentrația și modul de distribuție (ordonat sau dezordonat) a incluziunilor. Valorile numerice obținute au fost comparate cu cele calculate cu relațiile analitice propuse de diverși cercetători, dar și cu determinările experimentale ale permitivității efective a unor materiale neomogene.

Rezultatele obținute sunt valorificate prin publicarea unui număr de 11 lucrări științifice, din care o lucrare într-o revistă cotate ISI Thomson Reuters, una în ISI Proceedings și o lucrare indexată în alte baze de date internaționale.

Lucrarea se încheie cu prezentarea direcțiilor de dezvoltare a carierei care necesită abilitarea, fiind expuse temele de cercetare și dezvoltare aplicativă avute în vedere de candidată. Prin publicarea în reviste și prezentarea rezultatelor obținute la diferite conferințe internaționale, vizibilitatea activității de cercetare și dezvoltare din UTCN va crește, sporind astfel probabilitatea ca universitatea să acceseze, prin competiție internă sau internațională, și alte fonduri de cercetare.

