

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Inginerie Electrică
1.3 Departamentul	Electrotehnică și Măsurări
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electrică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inginerie Medicală Bistrița
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	54.1

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>BIOELECTROMAGNETISM</b>		
2.2 Titularul de curs	Prof. dr. ing. Dan RAFIROIU Dan.Rafiroiu@ethm.utcluj.ro		
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Sl. dr. ing. Anca NICU Anca.Nicu@ethm.utcluj.ro		
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	I
2.6 Tipul de evaluare			C
2.7 Regimul disciplinei	Categoría formativă		DS
	Opționalitate		Opt.

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar		3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	
3.4 Număr de ore pe semestru	42	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar		3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										7
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										5
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										10
(d) Tutoriat										5
(e) Examinări										6
(f) Alte activități:										0
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f))					33					
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					75					
3.10 Numărul de credite					3					

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiziologie, Metode numerice</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programare MATLAB/Simulink</li> </ul>

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculator, acces la Internet</li> </ul>
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculator, software specific (Matlab, ECGSim, SEMCAD, ANSYS),</li> <li>Cunoașterea noțiunilor predate la curs</li> <li>Prezența la laborator este obligatorie</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- să utilizeze instrumentele de modelare: Matlab, Ansys, SEMCAD, Comsol</li> <li>- să implementeze modelele studiate la curs și laborator și în alte condiții decât cele analizate,</li> <li>- să utilizeze metode de prelucrare a imaginilor sau tehnici avansate de antropometrie pentru implementarea modelelor CAD ale unor organe sau ale unor porțiuni ale corpului,</li> <li>- să proiecteze elemente simple ale unor stimulatoare electrice sau magnetice, bobine, circuite de stimulare</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizarea mijloacelor de investigare dozimetrică pentru radiații neionizante,</li> <li>- proiectarea antenelor de înaltă frecvență,</li> <li>- proiectarea bobinelor și a dispozitivelor de înaltă frecvență</li> </ul>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Înțelegerea fenomenelor electrice, electromagnetice și magnetice care apar în țesuturile biologice,</li> <li>• Înțelegerea modului de generare a potențialelor bioelectrice în celula nervoasă și în celula miocardică (conversia electromecanică a energiei în inimă)</li> <li>• Conoașterea mijloacelor terapeutice bazate pe acțiunea câmpurilor electromagnetice asupra corpului uman.</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelarea fizico-matematică a fenomenelor bioelectrice și a interacțiunii câmpurilor electromagnetice cu țesutul biologic.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Bazele anatomice și fiziologice ale bioelectricității: celule active, funcția bioelectrică a celulei nervoase, excitabilitatea celulei nervoase	2	- prezentare on-line (Microsoft TEAMS) pe baza slide-urilor,  - discuții	
Fenomene subliminare: ecuația lui Nernst, originea potențialului de repaus, fluxul ionic transmembranar, ecuația cablului pentru un axon	2		
Comportarea activă a membranei celulare: separarea componentelor ionice ale curentului transmembranar prin metoda "Voltage Clamp"	2		
Modelul Hodgkin-Huxley: curentul transmembranar total și componentele sale, conductanțele membranei față de ionii de Na <sup>+</sup> și K <sup>+</sup> , ecuațiile modelului „HH” și proprietățile lui	2		
Sinapsele, celulele receptoare și creierul: sinapsele și modelul lor electric, celulele receptoare – corpusculul Pacini, creierul și nervii cranieni	2		
Arbori dendritici și rețele neuronale: modelul unui arbore dendritic, modele de rețele neuronale biologice, programe specializate în modelarea rețelelor neuronale biologice	2		
Activitatea electrică a inimii: celula miocardică, celule musculare modificate (nodul sinoatrial și nodul atrioventricular), geneza electrocardiogramei	2		

Surse și conductori de volum: conceptele de sursă și de conductor de volum, sursa bioelectrică și câmpul ei, corpul uman ca și conductor de volum, probleme directe și inverse	2		
Modele ale sursei de câmp: monopolul, dipolul, câmpul unei fibre izolate, densitatea echivalentă a sursei de volum, formulare riguroasă	2		
Modelul "bi-domeniu" al conductorilor de volum multicelulari: mușchiul cardiac ca mediu continuu, descrierea matematică a bidomeniului și anizotropiei, bidomeniul unidimensional, patru surse punctiforme într-un bidomeniu unidimensional, măsurarea impedanței unui bidomeniu izotrop	2		
Sursa câmpului biomagnetic: momentul dipolului magnetic al unei surse de volum, Potentialul de acțiune cardiac: modelul Luo-Rudy	2		
Stimularea electrică funcțională: stimularea unei fibre nervoase mielinizate și nemielinizate, stimularea mușchilor, interfața electrod-țesut	2		
Stimularea magnetică a țesutului nervos: principii, proiectarea bobinei unui stimulator, distribuția de curent în stimulatorul magnetic, activarea țesutului excitabil nervos de către câmpul magnetic variabil în timp.	2		
Elemente de dozimetrie electromagnetică: efectul câmpurilor electromagnetice de înaltă frecvență asupra mediilor biologice.	2		
<p>Bibliografie</p> <p><i>În biblioteca UTC-N</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rafiroiu D., Bioelectromagnetism, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001,</li> <li>2. Elena Gligor, ș. a. Notiuni fundamentale pentru ingineri, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001,</li> <li>3. Malmivuo J., Plonsey R., Bioelectromagnetism, Oxford University Press, 1995,</li> <li>4. Morega M., Bioelectromagnetism, MATRIX ROM, București, 1999</li> <li>5. Brown B.H, et al, Medical Physics and Biomedical Engineering, IOP, London, 1999.</li> <li>6. P. VECCHIA., et al. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Report 16/2009</li> </ol>			
8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Integrarea numerică a ecuației cablului în regim staționar pentru o fibră nervoasă cu lungime finită,	2		
Simularea numerică a comportamentului unei fibre nervoase în regim subliminal nestaționar,	2		
Simularea comportării pasive a unei fibre nervoase sub acțiunea unui tren de impulsuri de curent excitatoare și/sau inhibitoare. Studiul vitezei de propagare a undei pasive în lungul fibrei nervoase,	2	- prezentare on-line (Microsoft TEAMS) pe baza slide-urilor,	
Simularea unui arbore dendritic,	2		
Simularea cu ajutorul unor modele de rețele neuronale a arcului reflex și a fenomenului de inhibiție laterală,	2	- discuții	
Studiul componentei ionice a curentului transmembranar – curentul Goldman,	2		
Modelarea matematică a funcționării canalelor ionice transmembranare,	2		

Implementarea în Simulink a modelului „HH” de producere a potențialului de acțiune într-un segment de axon cu lungimea de 1,8 mm,	2		
Simularea propagării potențialului de acțiune în lungul unei fibre nervoase nemielinizate/mielinizate,	2		
Simularea 3D a surselor de volum a câmpului bioelectric: dipolul, dipolul mobil, multipolul, etc.	2		
Simularea modelului Luo-Rudy a potențialului de acțiune cardiac,	2		
Studiul modelelor conversiei electro-chimico-mecanice a energiei în mușchiul cardiac: un model multi-scară, multi-fizic, cu parametri concentrați, al contracției ventriculare și cuplarea acestuia cu un model 3D al dinamicii sangvine în ventriculul stâng,	2		
Compararea eficienței procedeelelor de stimulare electrică și magnetică neuronală, cu ajutorul unor modele 3D neomogene ale țesutului cerebral implementate în programul SEMCAD,	2		
Studiul teoretic al efectelor câmpului electromagnetic de înaltă frecvență asupra corpului uman, în prezența implanturi metalice: încălzirea țesutului intimal carotidian la pacienții cu stenturi metalice implantate, sub efectul radiațiilor electromagnetice produse de telefonie mobilă,	2		
<b>Bibliografie:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. I. Herman, Physics of the Human Body. Biomedical and Medical Physics Biomedical Engineering series, Springer, 2007,</li> <li>2. Socrates Dokos, Modelling Organs, Tissues, Cells and Devices using Matlab and Comsol Multiphysics. Lecture Notes in Bioengineering series, Springer, 2017</li> </ol>			

### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se face în alte centre universitare din țară și din străinătate. Pentru o mai bună adaptare la cerințele pieței muncii a conținutului disciplinei au avut loc consultări atât cu reprezentanți ai mediului de afaceri cât și cu profesori din învățământul preuniversitar.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Gradul de acumulare a cunoștințelor teoretice	Lucrare scrisă constând din probleme și aplicații din domeniu.	50%
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Capacitatea de rezolvare a exercițiilor și activitate	Teste pe parcurs	50%
10.6 Standard minim de performanță 50%			

<b>Data completării:</b>	<b>Titulari</b>	<b>Titlu Prenume NUME</b>	<b>Semnătura</b>
15.10.2020	Curs	Prof. dr. ing. Dan RAFIROIU	
	Aplicații	Sl. dr. ing. Anca NICU	

Data avizării în Consiliul Departamentului .....	Director Departament .....
_____	Prof.dr.ing.
Data aprobării în Consiliul Facultății .....	Decan
_____	Prof.dr.ing.