

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 1 de 6

CAMPOS ELECTROMAGNETICOS Y BIOCAMPOS	
CODIGO	172714
PROGRAMA	INGENIERIA BIOMEDICA
ÁREA Y/O COMPONENTE DE FORMACIÓN	PREGRADO
SEMESTRE	V
PRERREQUISITOS	Física mecánica, física eléctrica
COORDINADOR Y/O JEFE DE ÁREA	Beynor Páez
DOCENTE (S)	Beynor Páez, David Molina
CRÉDITOS ACADÉMICOS	4
FECHA DE ELABORACIÓN/ACTUALIZACIÓN	03.Junio.2019

JUSTIFICACION

El electromagnetismo desempeña una función significativa en la ingeniería biomédica. La interacción de los campos electromagnéticos con el sistema biológico ha sido un aspecto importante en numerosas investigaciones. El uso de campos electromagnéticos de alta resolución han permitido realizar modelos del cuerpo humano en 3D sobre aspectos eléctricos y magnéticos. Por tanto la evolución de herramientas tomográficas y de contraste han avanzado notoriamente en el análisis y diagnóstico de seres vivos. Los aspectos electromagnéticos como la permeabilidad relativa, permitividad y conductividad entre otras, son aspectos inherentes en los tejidos.

OBJETIVO GENERAL

Presentar y desarrollar aspectos generales de bioelectromagnetismo aplicados a sistemas vivos.

COMPETENCIA GLOBAL

El curso busca involucrar al estudiante en el uso de herramientas teóricas basadas en el campo electromagnético para investigar propiedades eléctricas y magnéticas de sistemas biológicos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

1. Identificar propiedades físicas de los sistemas biológicos y establecer estrategias de medición de parámetros .
2. Establecer criterios biofísicos para proponer posibles biodispositivos para aplicaciones específicas.

CONTENIDO GENERAL

UNIDAD 1. ASPECTOS BASICOS DE CALCULO VETORIAL

- 1.1. Importancia del cálculo vectorial en la ingeniería biomédica.
 - 1.1.1. Operaciones con vectores: producto punto, producto cruz, norma, suma y resta de vectores.
 - 1.1.2. Gradiente.
 - 1.1.3. Divergencia y rotacional, campos conservativos.

El uso no autorizado así como la reproducción total o parcial de su contenido por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor.



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 2 de 6

<p>1.1.4. Identidades vectoriales.</p> <p>1.2. Teorema de Stokes.</p> <p>1.3. Teorema de la divergencia.</p>
<p>UNIDAD 2. BIOELECTROMAGNETISMO</p> <p>2.1 Modelos atómicos. Átomos y moléculas en los seres vivos.</p> <p>2.2 Subdivisiones del bioelectromagnetismo según las ecuaciones de Maxwell y el principio de reciprocidad.</p> <p>2.3 Premios Nobel en bioelectromagnetismo: leyes de la dinámica química presión osmótica, disociación electrolítica, estructura eléctrica del sistema nervioso, termoquímica, mecanismo del electrocardiograma, función eléctrica de las neuronas, función específica de fibras nerviosas, transmisión del impulso nervioso, canales en membranas celulares.</p> <p>2.4 Ecuaciones de Laplace y Poisson. Aplicaciones en el análisis de la membrana celular.</p>
<p>UNIDAD 3. FLUIDO DE CORRIENTE ELECTRICA</p> <p>3.1. Célula nerviosa.</p> <p>3.2. Función bioeléctrica de la célula nerviosa.</p> <p>3.3. Impulso eléctrico en el axón.</p> <p>3.4. Potencial de reposo de la célula.</p>
<p>UNIDAD 4. FENOMENOS DE MEMBRANA POR DEBAJO DEL UMBRAL</p> <p>4.1. Ecuaciones de Nernst</p> <p>4.2. Potencial eléctrico y campo eléctrico.</p> <p>4.3. Ecuación de difusión.</p> <p>4.4. Ecuación de Nernst-Planck.</p> <p>4.5. Ecuación de Nernst.</p> <p>4.6. Origen del potencial de reposo.</p> <p>4.7. Membranas celulares con permeabilidad multiónica.</p> <p>4.8. Flujo de iones a través de la membrana celular.</p> <p>4.9. Ecuación del cable para el axón.</p>
<p>UNIDAD 5. COMPORTAMIENTO ACTIVO DE LA MEMBRANA</p> <p>5.1 Voltaje de pinza o *Patch clamp*, ecuación generalizada de la corriente eléctrica a través de la membrana.</p> <p>5.2. Técnicas experimentales para la medición de la corriente de patch clamp y modelo eléctrico de la membrana celular.</p> <p>5.3. Voltaje de pinza para los voltajes de Nernst del sodio.</p> <p>5.4. Modelo de Hodgkin-Huxley para la membrana celular.</p>
<p>UNIDAD 6. EL CORAZON</p> <p>6.1. Activación eléctrica del corazón.</p> <p>6.2. Sistema de conducción eléctrica del corazón.</p> <p>6.3. Ondas de despolarización y repolarización del corazón.</p>

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 3 de 6

<p>UNIDAD 7. Dipolos</p> <p>7.1. Fibra aislada: Fuente de la corriente de transmembrana.</p> <p>7.2. Equivalentes para las densidades de monopolos y dipolos.</p> <p>7.3. Conductores multicelulares.</p>
<p>UNIDAD 8. Bioelectromagnetismo</p> <p>8.1. Naturaleza de las fuentes biomagnéticas.</p> <p>8.2. Dipolo magnético de una fuente volumétrica.</p> <p>8.3. Electroencefalografía.</p> <p>8.4. Magnetoencefalografía.</p>

CONTENIDO		
Semana	Tema o actividad presencial	Actividades de trabajo independiente
<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">Agosto 5 – 9</p> <p style="text-align: center; color: red;">Festivo 7</p>	<p>Operaciones con vectores: producto punto, producto cruz, norma, suma y resta de vectores. Identidades vectoriales.</p> <p>Inducción.</p>	<p>Ejercicios sobre operaciones vectorial</p> <p>Lectura Aulas virtuales y preparación de informes</p>
<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">Agosto 12 –16</p>	<p>Gradiente, divergencia y rotacional, campos conservativos.</p> <p>Práctica de laboratorio: Operaciones vectoriales</p>	<p>Ejercicios sobre gradiente, rotacional y divergencia</p> <p>Lectura Aulas virtuales y preparación de informes.</p>
<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">Agosto 20 – 23</p> <p style="text-align: center; color: red;">Festivo 19</p>	<p>Teorema de Stokes.</p> <p>Teorema de la divergencia</p> <p>Práctica de laboratorio: Rotacional y divergencia.</p>	<p>Ejercicios sobre teorema de Stokes y de la divergencia</p> <p>Lectura guía de laboratorio, página web del curso.</p>
<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">Agosto 26-30</p>	<p>Modelos atómicos. Átomos y moléculas en los seres vivos. Subdivisiones del bioelectromagnetismo según las ecuaciones de Maxwell y el principio de reciprocidad.</p> <p>Práctica de laboratorio: Teoremas de Stokes y de la Divergencia.</p>	<p>Lectura: The Concept of Bioelectromagnetism, Subdivisions of Bioelectromagnetism (Malmiv and Plonsey)</p> <p>Lectura guía de laboratorio, página web del curso.</p>
<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">Septiembre 2 - 6</p> <p style="text-align: center; color: red;">Primer parcial</p>	<p>Premios Nobel en bioelectromagnetismo: leyes de la dinámica química, presión osmótica, disociación electrolítica, estructura eléctrica del sistema nervioso, termoquímica, mecanismo del electrocardiograma,</p>	<p>Lectura: Nobel Prizes in Bioelectromagnetism</p>

El uso no autorizado así como la reproducción total o parcial de su contenido por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 4 de 6

	Práctica de laboratorio: Uso de Osciloscopio y Teoría de Errores	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
6 <i>Septiembre</i> 9-13	Premios Nobel en bioelectromagnetismo: función eléctrica de las neuronas, función específica de fibras nerviosas, transmisión del impulso nervioso, canales en membranas celulares Registro de Notas Univex	Lectura: Ecuación de Laplace (Feynman)
	Práctica de laboratorio: Espectrometría	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
7 <i>Septiembre</i> 16-20	Ecuaciones de Laplace y Poisson. Aplicaciones en el análisis de la membrana celular.	Lectura: Classification of Neuron Models,
	Práctica de laboratorio: Ecuación de Laplace y Superficies equipotenciales	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
8 <i>Septiembre</i> 23-27	Célula nerviosa. Función bioeléctrica de la célula nerviosa.	Lectura: Models Describing the Function of the Membrane
	Práctica de laboratorio: Circuito RC con fuente de voltaje alterna	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
9 <i>Septiembre</i> 30 - <i>Octubre</i> 4	Impulso eléctrico en el axón. Potencial de reposo de la célula.	
	Práctica de laboratorio: Circuito RLC con fuente con fuente de voltaje alterna	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
10 <i>Octubre</i> 7 - 11	Ecuaciones de Nernst. Potencial eléctrico y campo eléctrico. Ecuación de difusión.	Lectura: Modern Understanding of the Ionic Channels
	Práctica de laboratorio: Curva de impedancia en un circuito RC.	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
11 <i>Octubre</i> 15 – 18 <i>Festivo</i> 14	Biochip basado en fotoimpedancia para análisis de células tumorales y normales en microbiopsias. Segundo parcial	Lectura: Four-Electrode Impedance Method Applied to an Isotropic Bidomain
	Práctica de laboratorio: : Curva de impedancia en un circuito RLC	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
12 <i>Octubre</i> 21 – 25	Ecuación de Nernst-Planck. Ecuación de Nernst. Registro de Notas Univex	Lectura: Nernst Equation
	Práctica de laboratorio: Curva de impedancia en un circuito con material biológico	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
13 <i>Octubre</i> 28	Origen del potencial de reposo.	Lectura: The brain as a Bioelectric Generator,

El uso no autorizado así como la reproducción total o parcial de su contenido por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 5 de 6

– Noviembre 1	Práctica de laboratorio: Simulación de propagación de un impulso nervioso.	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
14 Noviembre 5 – 8 <i>Festivo 4</i>	Voltage de pinza o *Patch clamp*, ecuación generalizada de la corriente eléctrica a través de la membrana. Técnicas experimentales para la medición de la corriente de patch clamp y modelo eléctrico de la membrana celular. Voltage de pinza para los voltajes de Nernst del sodio. Modelo de Hodgkin-Huxley para la membrana celular.	Lectura: Voltage-clamp Method Examples of Results Obtained with the Voltage-Clamp Method, Patch-clamp Method
	Práctica de laboratorio: Transporte a través de una membrana sintética	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
15 Noviembre 12 – 15 <i>Festivo 11</i>	Activación eléctrica del corazón. Sistema de conducción eléctrica del corazón. Ondas de depolarización y repolarización del corazón.	Lectura: Electric Activation of the Heart
	Práctica de laboratorio: Transporte a través de una membrana biológica	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
16 Noviembre 18 – 22	Fibra aislada: Fuente de la corriente de transmembrana. Equivalentes para las densidades de monopolos y dipolos. Conductores multicelulares. Naturaleza de las fuentes biomagnéticas. Dipolo magnético de una fuente volumétrica. Electroencefalografía. Magnetoencefalografía	Lectura: Source Models
	Práctica de laboratorio: Socialización de notas	Lectura guía de laboratorio, página web del curso.
17 Noviembre 25 – 29	EXAMEN FINAL	
18 Diciembre 2 – 6	Registro de Notas Univex	
ACTUALIZACION 03/06/2019		

METODO DE EVALUACION

La evaluación tiene tres momentos, cada una es de tipo escrito y contempla la presentación de tareas y actividades de trabajo en clase. Para dar pluralidad en la evaluaciones, los porcentajes de cada prueba son definidos desde la dirección del departamento de física.
Prueba Parcial (50%), trabajos, quices, tareas (50%).

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



CONTENIDO PROGRAMÁTICO	Fecha Emisión: 2018/02/09	AC-GA-F-8
	Revisión No. 3	Página 6 de 6

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.bem.fi/> Bioelectromagnetism, Jaakko Malmivu and Robert Plonsey. New York Oxford OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1995.
2. Biological and Medical Aspects of Electromagnetic Fields, HANDBOOK OF BIOLOGICAL EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS. EDITED BY Frank S. Barnes and Ben Greenebaum (2006). Taylor & Francis Group, LLC.
3. Nanofibers and nanotechnology in textiles / P.J. Brown. Brown, P.J, Woodhead Publishing, 2007

MATERIAL COMPLEMENTARIO DE APRENDIZAJE PARA ESTUDIANTES

Enlaces en la red: Página del curso (Aula Virtual). Algunos de los contenidos incluidos en el aula virtual estarán en inglés.

Material Multimedia. Software: Matlab el cual está actualmente licenciado para la Universidad.

Bioelectromagnetism. Principles and Applications of Biomagnetic Fields. <http://www.bem.fi/book/in/dw.htm>

European Virtual Campus for Biomedical Engineering. <http://evicab.aalto.fi/>

International Society for Bioelectromagnetism. <http://www.isbem.org/>

Doctoral education. <http://www.bem.fi/edu/doctor/doctors.htm>

Lecture videos. Jaakko Malmivu: Bioelectromagnetism.

<http://evicab.aalto.fi/abem/14malmi/0720s/index.htm>

International Journal of Bioelectromagnetism. <http://www.ijbem.org/>

Lybrary of publications. <http://www.bem.fi/library/index.htm>

COMPETENCIA DEL DOCENTE

El docente del curso de Campos Electromagnéticos y Biocampos, es un orientador actualizado en las novedades sobre la asignatura, conocedor del impacto social y profesional que el futuro ingeniero biomédico podría tener en el ámbito laboral. Además, el docente entre sus competencias es ejemplo al ser organizado, preparado, tolerante, abierto a preguntas, innovador, entusiasta y social.

CONTROL DE CAMBIOS

CAMBIO REALIZADO	JUSTIFICACIÓN DEL CAMBIO	ACTA DE APROBACIÓN
29/07/2019	Ajuste basado en retroalimentación de la primera vez que se dictó el curso.	026/2019 Comité de Departamento
Inclusión de rúbrica de evaluación	Incluir rúbrica de evaluación a los contenidos programáticos, evaluación por competencias	Acta N°04 de abril de 2019 del Comité de Currículo y Autoevaluación de la FACCB