

## PROGRAMA DE CURSO ELECTROMAGNETISMO APLICADO

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)				
Nombre del curso	Electromagnetismo Aplicado	Código	EL3103	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Applied Electromagnetism</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal 5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	FI2002: Electromagnetismo				

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen métodos y técnicas analíticas para resolver problemas de campos electromagnéticos, tanto en sistemas eléctricos de potencia como en propagación de ondas.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE3: Analizar, usar experimentos e interpretar sus resultados para la verificación y validación de desarrollos tecnológicos.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2	RA1: Modela sistemas electromagnéticos a partir de las ecuaciones de Maxwell, considerando apropiadamente el tipo de dinámica, según el régimen de alta o baja frecuencia.
CE1, CE3	RA2: Evalúa la precisión y pertinencia de los modelos usados y sus supuestos para resolver problemas electromagnéticos, utilizando herramientas de simulación como ANSYS (MAXWELL y HFSS), a fin de establecer mejoras al modelo y/o diseño conceptual de diversos dispositivos.
CE3	RA3: Verifica la propuesta de modelo usado y el diseño conceptual de diversos dispositivos, a fin de poder mejorar los requerimientos de desempeño del diseño vía simulación.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Campos electromagnéticos cuasi-estáticos y propiedades de medios materiales	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p><b>1.1. Principios de la teoría electromagnética:</b></p> <p>1.1.1. Ecuaciones de Maxwell en materiales.</p> <p>1.1.2. Dos aplicaciones de las ecuaciones de Maxwell: condiciones de frontera y vector de Poynting.</p> <p><b>1.2. Materiales, sus propiedades e importancia:</b></p> <p>1.2.1. Conductores.</p> <p>1.2.2. Dieléctricos.</p> <p>1.2.3. Materiales Magnéticos.</p> <p><b>1.3. Funciones potenciales:</b></p> <p>1.3.1. Campos armónicos.</p> <p>1.3.2. Definición de las funciones potenciales: potenciales escalar y vectorial, ecuaciones para potenciales y ecuación de onda para campos armónicos.</p> <p>1.3.3. Diferenciación entre altas y bajas frecuencias.</p> <p><b>1.4. Métodos de resolución de las Ecuaciones de Poisson y Laplace:</b></p> <p>1.4.1. Integración directa.</p> <p>1.4.2. separación de variables.</p> <p>1.4.3. Método de imágenes.</p> <p>1.4.4. Diferencias finitas.</p> <p>1.4.5. Método de momentos.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica las ecuaciones de Maxwell para cuantificar la distribución eficiente de energía electromagnética.</li> <li>2. Modela sistemas de energías, utilizando las leyes de la teoría electromagnética.</li> <li>3. Resuelve problemas de campos electromagnéticos en distintos medios propagación o materiales, considerando sus condiciones de frontera.</li> <li>4. Analiza la dirección de propagación de la energía de la onda electromagnética, mediante el vector de Poynting.</li> <li>5. Resuelve las ecuaciones diferenciales generales para campos y potenciales.</li> <li>6. Describe las propiedades eléctricas y magnéticas de algunos materiales en aplicaciones de la ingeniería eléctrica.</li> <li>7. Diferencia entre problemas electromagnéticos de alta y baja frecuencia.</li> <li>8. Aplica métodos de resolución de las ecuaciones de Poisson y Laplace en problemas de campos electromagnéticos estáticos y de baja frecuencia.</li> <li>9. Plantea y resuelve problemas de campos electromagnéticos cuasi-estáticos en ejemplos asociados a motores y electrónica, mediante simulaciones.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>[1] Apuntes 1 al 4</p> <p>[2] Cap. 1 al 5</p> <p>[3] Cap. 2 al 10</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3	Radiación: ondas planas y antenas	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Ecuación de onda para los campos eléctrico y magnético. 2.1.1. Conductores y dieléctricos. 2.1.2. Profundidad de penetración. 2.1.3. Polarización. 2.1.4. Incidencia normal. 2.1.5. Incidencia oblicua. 2.1.6. Aplicaciones en ingeniería. 2.2. Introducción a conceptos asociados a antenas. 2.2.1. Antenas elementales. 2.2.2. Dipolo largo y monopolo. 2.2.3. Arreglo de antenas.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Determina la forma de propagación de los campos electromagnéticos y su transferencia de un medio abierto a otro.</li> <li>Aplica métodos de resolución de ondas planas en espacio libre y en medios disipativos, considerando ejemplos de aplicaciones en ingeniería y simulaciones.</li> <li>Analiza la variación de los materiales según polarización.</li> <li>Utiliza métodos de resolución en problemas asociados a antenas, considerando las geometrías (dipolo, monopolo) de cada una.</li> <li>Analiza patrones de radiación de antenas elementales y sus aplicaciones en comunicación.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 5 [2] Cap. 6 [3] Cap. 12 y 13.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3	Ondas confinadas	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Ondas TEM en líneas de Transmisión sin pérdidas. 3.2. Excitaciones sinusoidales en estado estable en líneas sin pérdidas. 3.3. Acoplamiento de impedancias. 3.4. Carta de Smith. 3.5. Líneas de transmisión con pérdidas. 3.6. Introducción a guías de onda. 3.7. Ecuación de onda para guías de ondas. 3.8. Propagación en guías de ondas rectangulares.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Aplica métodos de resolución (simulación) a problemas en líneas de transmisión sin pérdidas.</li> <li>Resuelve problemas de señales sinusoidales, utilizando las ecuaciones de Maxwell.</li> <li>Evalúa las características de propagación en líneas de transmisión para aplicaciones en comunicaciones y en energía.</li> <li>Aplica métodos de resolución (simulación) a problemas de ondas guiadas.</li> <li>Evalúa las características de propagación en ondas guiadas a partir de ejemplos de diversas aplicaciones.</li> <li>Estima las mediciones de las pérdidas en las líneas de transmisión, usando simulaciones.</li> <li>Cuantifica las pérdidas de transmisión, usando un modelo de líneas de transmisión y guías de ondas.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 6 y 7. [2] Cap. 7 y 8. [3] Cap. 11 y 14.	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La propuesta del curso se organiza en torno a una secuencia metodológica que considera:

Una **fase teórica** asociada a modelar sistemas electromagnéticos y evaluar la precisión y pertinencia de los supuestos de dichos modelos (vía herramientas de simulación).

Una **fase de simulación** donde se verifican la propuesta de diseño o modelo, los supuestos asociados y se plantean mejoras a los requerimientos de dicho diseño o modelo.

### F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

- Controles.
- Tareas/ejercicios asociados a simulaciones.
- Examen.

### G. Recursos bibliográficos:

#### Bibliografía obligatoria:

- [1] Ulaby, F., Ravaioli, U. (S/F). *Fundamentals of Applied Electromagnetics*. 7th Edición.
- [2] Hayt, W. H. & Buck. J.A. (2006). **Teoría Electromagnética**. México: McGraw- Hill: séptima edición.

#### Bibliografía complementaria:

- [3] Paul, C. R., Whites, K.W & Nasar, S.A. (1998). *Introduction to Electromagnetic Fields*, McGraw Hill: tercera edición.

### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Marcos Díaz
Validado por:	Validado por CTD de Eléctrica (DIE) y CTD ampliado con académicos del Departamento en sesiones de trabajo donde se revisa la pertinencia de la propuesta de programa.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular