

CÁLCULO DE CAMPO ELECTROMAGNETICO

Clave:	MCIEA -0217
Línea de investigación:	Tecnología Electromagnética
Tipo:	Asignatura optativa
Horas teoría:	48
Horas prácticas:	0
Horas trabajo adicional:	120
Horas totales:	168
Créditos:	6
Pre-requisitos:	Teoría electromagnética
Correquisitos:	

OBJETIVO

Desarrollar en el alumno la capacidad para formular las ecuaciones diferenciales/ integrales de campos eléctricos y magnéticos en situaciones particulares, apreciar algunos de los distintos métodos de solución analítica disponibles, entender la implementación de métodos numéricos de cálculo de campos y adaptar paquetes existentes para la solución de nuevos casos.

APORTACIÓN AL PERFIL DEL GRADUADO

Esta materia proporciona al alumno conocimiento sobre los métodos de solución de las ecuaciones de campo aplicables a situaciones físicas en muchos campos de la ingeniería, en particular en el área de diseño y análisis de equipos eléctricos. Un resultado del desarrollo del plan de estudios de esta materia es que se va más allá de los conceptos usualmente presentados en los cursos de teoría electromagnética, para presentar herramientas aplicables en el ámbito industrial.

Algunos aspectos aportados por esta materia son:

- Apreciación de las aplicaciones reales de los conceptos y ecuaciones de la teoría electromagnética.
- Familiarización con el conceptos de potencial y conocimiento de los distintos casos utilizados en la formulación de casos en electromagnetismo.
- Adquisición de habilidades matemáticas para la solución de ecuaciones en derivadas parciales.
- Introducción al método de elemento finito como herramienta para la solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales.
- Actualización de habilidades de programación y manejo gráfico utilizando computadoras.
- Experiencia directa en el diseño e implementación de métodos de cálculo numérico de campos.
- Experiencia directa en el uso y aplicación de paquetes de cálculo de campo electromagnético.

CONTENIDO TEMÁTICO POR TEMAS Y SUBTEMAS

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
1	Conceptos básicos de campos eléctricos y magnéticos. Tiempo: 4 horas.	1.1 Campos escalares y vectoriales. 1.2 Ecuaciones de Maxwell. 1.3 Campo electrostático y formulación de ecuaciones mediante un potencial escalar. 1.4 Corriente estacionaria. 1.5 Campo magnetostático, potencial magnético escalar y vectorial. 1.6 Otros ejemplos de campos electromagnéticos.
2	Métodos de solución analítica. Tiempo: 8 horas.	2.1 Unicidad y superposición. 2.2 Problemas en una dimensión. 2.3 Método de separación de variables: procedimiento general, forma de las soluciones básicas, ejemplos.
3	Introducción al método de elemento finito. Tiempo: 20 horas.	3.1 Sistemas discretos. 3.2 Formulación integral del problema, métodos variacional y de residuos ponderados. 3.3 Elementos y funciones de forma. 3.4 Formulación de problemas de campo. 3.5 Transformación de coordenadas e integración.
4	Problemas en electrostática. Tiempo: 8 horas.	4.1 Caso plano cartesiano: ecuación, discretización, materiales no lineales. 4.2 Caso axisimétrico: ecuación, cambio de variable, discretización, materiales no lineales.
5	Problemas magnéticos estáticos y dinámicos. Tiempo: 8 horas.	5.1 Magnetostática en el caso plano cartesiano: ecuación, discretización, materiales no lineales. 5.2 Magnetostática en el caso asimétrico: ecuación, cambio de variable, discretización, materiales no lineales. 5.3 Campo magnético transitorio y corriente inducida: discretización en el tiempo. 5.4 Campo magnético en el estado estable sinusoidal

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL CURSO

Se sugiere utilizar como caso de ejemplo las ecuaciones de Poisson y Laplace en una y dos dimensiones.

SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Implementación de algoritmos de solución de problemas de campo mediante técnicas numéricas.
- Solución de casos de estudio utilizando paquetes computacionales existentes.
- Aplicación de exámenes sobre los conceptos fundamentales.
- Desarrollo de proyectos de dificultad moderada.

BIBLIOGRAFÍA Y SOFTWARE DE APOYO

- [1] E. Melgoza, *Cálculo de Campos Electromagnéticos*, Instituto Tecnológico de Morelia, 2003.
- [2] E. Melgoza, *Introducción al Método de Elemento Finito*, Instituto Tecnológico de Morelia, 2003.
- [3] O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, *The Finite Element Method*, 4th Edition, Mc Graw-Hill, London, 1989.
- [4] N. Ida, J. P. Bastos, *Electromagnetics and Calculation of Fields*, 2nd Edition, Springer, New York, 1997.
- [5] J. P. Bastos, N. Sadowski, *Electromagnetic Modeling by Finite Element Methods*, Marcel Dekker, New York, 2003.
- [6] M. N. O. Sadiku, *Numerical Techniques in Electromagnetics*, CRC Press, Boca Ratón, 2001.
- [7] Smith, Griffiths, *Programming the Finite Element Method*, 2nd Edition, Wiley, Chichester, 2000.
- [8] G. Beer, *Programming the Boundary Element Method*, Wiley, Chichester, 2001.
- [9] E. Melgoza, *Paquete computacional FLD*, Instituto Tecnológico de Morelia, 1999-2005.
- [10] E. Melgoza, *Paquete computacional FLD_MLB*, Instituto Tecnológico de Morelia, 1997-2005.

PRÁCTICAS PROPUESTAS

Las prácticas no son obligatorias sino recomendaciones para el alumno. Las prácticas sugeridas tienen la finalidad de reforzar los conceptos teóricos de la unidad correspondiente y al mismo tiempo introducir aspectos que son difíciles de apreciar sin la experiencia directa.

Unidad	Práctica
	Solución de casos de magnetismo estático utilizando un paquete computacional y formulando el problema en

1. Conceptos básicos de campos eléctricos y magnéticos. Tiempo: 4 horas	términos de los potenciales magnéticos escalar y vectorial.
2. Métodos de solución analítica. Tiempo: 4 horas	Solución de ecuaciones de campo en coordenadas cilíndricas y esféricas.
3. Introducción al método de elemento finito. Tiempo: 4 horas	Implementación de la solución de ecuaciones diferenciales unidimensionales con valores en la frontera.
4. Problemas en electrostática. Tiempo: 4 horas	Solución de campos electrostáticos en geometrías de aparatos de alto voltaje.
5. Problemas magnéticos estáticos y dinámicos. Tiempo: 4 horas	Obtención de mapas de flujo de máquinas eléctricas considerando materiales ferromagnéticos.