

2016494_CONVERSIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Eduardo Mojica-Nava, Ph.D.,

Profesor Asociado

Oficina: Edificio 453, Oficina 212

Ext. 14087

Horas de Oficina: Lunes 11-1pm y Martes 2-4pm.

e-mail: eamojican@unal.edu.co

1. DESCRIPCIÓN

El curso de Conversión Electromagnética se presenta para las carreras de ingeniería Eléctrica y Electrónica; su contenido comprende el estudio de circuitos magnéticos y las generalidades de transformadores, máquinas DC, máquinas sincrónicas, motores de inducción y motores de uso especial.

2. OBJETIVOS

Se espera que el estudiante demuestre su capacidad de:

- Establecer suposiciones para simplificar sistemas de actuadores electromagnéticos complejos bajo las condiciones de estado estacionario. (*Modelamiento 212*) *cs4*
- Evaluar resultados esenciales de simulación y establecer mejoras en el proceso de solución y análisis de dispositivos Electromagnéticos. (*Modelamiento 215*) *c E1*
- Construir argumentos lógicos para definir el comportamiento de los dispositivos y máquinas eléctricas e identificar soluciones en las diferentes condiciones de operación como velocidad, frecuencia, etc. (*Pensamiento crítico 244*) *cS2*
- Explicar y sintetizar la valoración tanto de aplicaciones como de requerimientos referentes a la operación de las maquinas eléctricas en los diferentes campos de uso. (*Pensamiento creativo 243*) *CP*
- Demostrar escritura coherente y fluida en la interpretación de las leyes electromagnéticas y en la explicación de los componentes de actuadores, transformadores y maquinas eléctricas. (*Comunicación escrita 323*) *CP*
- Demostrar habilidad durante exposiciones con apoyos multimedios utilizando el lenguaje apropiado, el estilo, tiempo y fluidez establecidos en temas de modelos y simulación de dispositivos electromagnéticos en condiciones reales. (*Presentación oral y comunicación 326*) *CP*
- Definir tareas, procesos y responsabilidades en equipo durante el proceso de planificación, diseño, realización, análisis y resultados en modelamiento de dispositivos y maquinas eléctricas. (*Trabajo en equipo 311*) *bS2* (*Operación de grupos 312*) *CP*

- Aplicar procesos de modelamiento de máquinas eléctricas para determinados proyectos de desarrollo y aplicación industrial. (*Diseño de sistemas 442*) aS2
- Identificar las implicaciones sobre los seres humanos y la sociedad derivados del uso y aplicación de dispositivos eléctricos y maquinas eléctricas. (*Contexto externo y social*) (*Comportamiento profesional*)

3. METODOLOGÍA

- Exposición magistral.
- Preparación de los temas de clase por medio de lecturas previas de los estudiantes.
- Presentación de ejemplos de aplicación de la teoría.
- Discusión de preguntas conceptuales en clase que permitan evaluar el conocimiento y las bases teóricas de los estudiantes.
- Evaluar el proceso y las capacidades de resolución de problemas los estudiantes.
- Tareas continuas de identificación e investigación de aplicaciones reales de dispositivos electromagnéticos.
- Problemas de resolución de actuadores con diferentes condiciones de operación.
- Planear trabajos y tareas que consideren el proceso de planificación, diseño, realización de modelo, consideraciones finales, análisis y resultados en modelamiento de dispositivos y maquinas eléctricas.
- Discusión de lecturas de aplicación de maquinas eléctricas en la industria.
- Investigación de características y requerimientos de operación de dispositivos electromagnéticos.

Proyecto Final de Curso: Propuesta, planeación, desarrollo y presentación tanto escrita como oral del análisis de un dispositivo electromagnético como trabajo final de curso. Este incluye:

- ✓ **Propuesta de Proyecto:** Se debe presentar un documento de máximo dos páginas en formato IEEE (*Extended Abstract*) que incluya el título, el resumen, los autores, una primera revisión de literatura (mínimo 12 referencias) y trabajo propuesto (lo que se pretende hacer, lista de entregables y cómo lo planea hacer).
- ✓ **Artículo y Presentación Final:** Para la presentación de trabajo final de curso se debe entregar un artículo siguiendo las normas IEEE para artículo de conferencia (preferiblemente en Latex) de 6 páginas mínimo y máximo 8, incluyendo las referencias. El artículo debe seguir la estructura tradicional de conference paper, i.e., título, autores, abstract (en inglés y en español), introducción (con la revisión de literatura de mínimo 20 referencias), desarrollo del trabajo (el estudio y desarrollo teórico de su investigación, puede tener más de una sección), simulaciones, resultados y conclusiones. Además se va a realizar un *workshop* para la presentación oral de los trabajos, el cual consta de sesiones de 10 minutos para presentar cada trabajo y 5 minutos para preguntas. Se espera que todos los estudiantes hagan parte activa de la calificación de las presentaciones.

4. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

UNIDAD I: PRINCIPIOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA Y CIRCUITOS MAGNÉTICOS

4.1 Materiales Ferro-magnéticos: Teoría magnética, propiedades de los materiales, curvas de magnetización, excitación con C.C., clasificación de los materiales (permeabilidad), aplicaciones. Imanes permanentes: Características, aplicaciones. (Semanas 1 y 2).

4.2 Circuitos Magnéticos: Concepto, analogías entre circuitos eléctricos y magnéticos. Variables: Fuerza magneto-motriz, flujo magnético, densidad de flujo, reluctancia. Representación de circuitos magnéticos. (Semana 3)

4.3 Análisis de Circuitos Magnéticos: Excitación con C.C. Flujos dispersos. Excitación con C.A: Inducción electromagnética, Ley de Faraday, corrientes parásitas, saturación, histéresis, no linealidad. Energía almacenada. Corrientes de Foucault, efecto pelicular. Pérdidas en núcleos magnéticos. Modelo equivalente (Semanas 4 y 5).

UNIDAD II: TRANSFORMADORES

4.4 Circuitos Magnéticos con Excitación Múltiple: Introducción a los transformadores. Teoría de operación. Transformador Ideal. Transformación de impedancia. Modelos equivalentes. Relación de voltaje y corriente, corriente de magnetización. Análisis de funcionamiento en vacío y con carga. Respuesta en frecuencia. Aplicaciones (Semanas 6, 7 y 8).

UNIDAD III: INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

4.5 Fuerzas Mecánicas en Sistemas Magnéticos y en Sistemas Electromagnéticos: Introducción a máquinas eléctricas. Movimiento. Máquinas elementales: la máquina lineal. Comportamiento de variables eléctricas: Tensión, corriente y factor de potencia. Comportamiento de variables mecánicas: Fuerza, par velocidad, velocidad angular. Relación entre potencia inducida y potencia convertida. (Semanas 9 y 10).

UNIDAD IV: MÁQUINAS DE C.C. Y C.A.

4.6 Máquinas de C.A.: Principios de funcionamiento, modos de operación. Generador sincrónico, motor sincrónico. Motor de Inducción. Aplicaciones. (Semanas 11 y 12).

4.7 Máquinas de C.C.: Principios de funcionamiento, modos de operación. Conmutación. Modelo de circuito equivalente. Control de voltaje, control de velocidad. Motor de paso. Aplicaciones. (Semanas 13 y 14).

4.8 Motores Monofásicos y de Uso Especial: El motor universal. Introducción a los motores de inducción monofásicos. Arranque. Motor de reluctancia. Motor de histéresis. Motor de paso. (Semana 15)

5. EVALUACIÓN

| | |
|---|---------------|
| Evaluaciones parciales (3) | 66% (22% c/u) |
| Tareas y Quices (min 3) | 12% |
| Trabajo final de curso (5% avance, 5% sustentación y 12% artículo) | 22% |

6. BIBLIOGRAFÍA

Los textos guía de la asignatura son:

- [1] Chapman S. J. "Máquinas eléctricas", tercera edición, McGraw-Hill, Bogotá, 2000
 [2] Fitzgerald A. E., Kingsley Ch., Umans S. D. "Máquinas Eléctricas". McGraw-Hill, México, 1992.

Referencias Complementarias

- Gourishankar, V. "Conversión de energía electromecánica". Alfaomega, México, 1990
- Kosow, I. L. "Máquinas Eléctricas". Prentice Hall, 1993
- P. C. Krause, O. Wasynczuk, S. D. Sudhoff, and IEEE Power Engineering Society., "Analysis of electric machinery and drive systems", 2nd ed. Piscataway, NJ. New York: IEEE Press, Wiley Interscience, 2002.
- I. Boldea and S. A. Nasar, "Electric drives". Boca Raton: CRC Press, 1999.
- J. F. Gieras and M. Wing, "Permanent magnet motor technology: design and applications", 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2002.
- T. J. E. Miller, "Switched reluctance motors and their control". Hillsboro, Ohio. Oxford: Magna Physics; Clarendon Press, 1993.
- T. J. E. Miller, "Brushless permanent-magnet and reluctance motor drives". Oxford: Clarendon Press, 1989.
- P. Vas, "Vector control of AC machines". Oxford: Clarendon Press, 1990.
- P. Vas, "Parameter estimation, condition monitoring, and diagnosis of electrical machines". Oxford: Clarendon Press, 1993.
- ICONTEC. Normas Técnicas Colombianas NTC de Máquinas Eléctricas Rotatorias y Transformadores. Bogotá.