

**PROGRAMA DE CURSO**

Código	Nombre			
EL 4001	<b>Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos</b>			
Nombre en Inglés				
<b>Energy Conversion and Power Systems</b>				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	4,0	2,0	4,0
Requisitos			Carácter del Curso	
FI2002 Electromagnetismo EL3001 Análisis y Diseño de Circuitos Eléctricos			Obligatorio	
Resultado de Aprendizaje del Curso				
El estudiante al finalizar el curso demostrará que evalúa el comportamiento eléctrico, magnético y mecánico de máquinas eléctricas, utilizando modelos matemáticos de simulación.				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa, en donde se desarrollarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas.</li> <li>• Laboratorios.</li> <li>• Salidas a terreno.</li> <li>• Método de proyectos.</li> </ul>	<p>La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzadas en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo éstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles.</li> <li>• Ejercicios.</li> <li>• Laboratorios.</li> <li>• Proyectos</li> </ul> <p>El examen dará cuenta del resultado de aprendizaje del curso.</p>

### Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
1	Introducción a la Generación y Conversión de la Energía	2 Semanas	
Contenidos		Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceptos básicos de la conversión de la energía. Definiciones generales de Generador y Motor.</li> <li>2. Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización</li> <li>3. Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica Equipos de transmisión</li> <li>4. Campos magnéticos, leyes de Ampère y Faraday.</li> <li>5. Medios ferromagnéticos y su importancia.</li> <li>6. Resolución de circuitos magnéticos con núcleos ferromagnéticos.</li> <li>7. Análisis energéticos de circuitos magnéticos.</li> <li>8. Inductancias propias y mutuas en circuitos magnéticos.</li> <li>9. Máquinas básicas. ecuaciones generales de fuerza a partir de la energía acumulada en el campo magnético.</li> <li>10. Motores rotatorios básicos: ecuaciones generales de torque a partir de la energía acumulada en el campo magnético.</li> <li>11. Generadores básicos.</li> </ol>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende los conceptos básicos de circuitos magnéticos, motores y generadores eléctricos.</li> <li>2. Adquiere una visión del sector eléctrico, su desarrollo histórico, el tipo de equipamiento utilizado y las principales tareas a abordar.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>[1] Cap. 1, 3, 4</li> <li>[2] Cap. 2, 4</li> <li>[6] Cap. 1, 3</li> <li>[7] Cap 1, 2</li> <li>[7] Cap. 2</li> <li>[8] Cap. 3</li> </ol>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Transformadores	1,5 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>1. Transformadores Monofásicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformador ideal y real: Circuitos equivalentes, valores de placa o nominales, evaluación del comportamiento eléctrico de régimen permanente.</li> <li>- Pruebas para determinar los parámetros del modelo circuital.</li> <li>- Relaciones de diseño de transformadores.</li> <li>- Conexión del transformador monofásico como autotransformador.</li> </ul> <p>2. Transformadores Trifásicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características principales de las diversas conexiones de transformadores trifásicos. Designaciones normalizadas (grupos de conexión).</li> </ul> <p>3. Resolución de sistemas de potencia trifásicos con transformadores.</p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende el principio de funcionamiento de transformadores monofásicos; analiza su comportamiento mediante modelos circuitales; deduce y aplica relaciones de diseño; comprende su operación como autotransformador.</li> <li>2. Comprende las diversas conexiones de transformadores trifásicos y los desfases involucrados; evalúa el comportamiento de sistemas trifásicos con transformadores.</li> </ol>	<p>[1] Cap. 2 [2] Cap. 3 [5] Cap. 2 [6] Cap. 2 [7] Cap. 4</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
3	Máquinas de Corriente Continua	1,5 Semanas	
Contenidos		Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>Máquina de CC. Elementos constituyentes: enrollados de armadura y de campo, conmutador, etc.</li> <li>Principio de operación como generador de excitación independiente en régimen permanente. Característica de carga (voltaje-corriente de armadura)</li> <li>Principio de operación como motor de excitación independiente en régimen permanente. Característica torque-velocidad.</li> <li>Modelo circuital y características de operación en régimen permanente de motores y generadores en conexión shunt y serie.</li> <li>Métodos reostáticos y electrónicos para la partida y control de velocidad de motores de CC.</li> </ol>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Comprende el principio de operación del generador y del motor de CC.</li> <li>Analiza mediante un modelo circuital, su comportamiento de régimen permanente de motores de CC en conexión de campo independiente, shunt y serie.</li> <li>Comprende métodos reostáticos y electrónicos para la partida y control de velocidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cap. 7</li> <li>Cap. 5</li> <li>Cap. 8, 9</li> <li>Cap. 4, 8</li> <li>Cap. 8</li> <li>Cap. 4</li> </ol>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
4	Máquinas Síncronas Trifásicas	2 Semanas	
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía	
1. Máquina síncrona trifásica y principio de funcionamiento como generador y como motor. Campo magnético rotatorio. 2. Máquina de rotor cilíndrico: modelo de circuito equivalente y comportamiento electromecánico en régimen permanente de generador síncrono aislado de la red. Control de la magnitud y la frecuencia del voltaje generado. Flujos de potencias activa y reactiva. 3. Máquinas de rotor cilíndrico conectadas a un sistema eléctrico infinito. Sincronización a la red. Diagrama fasorial y diagrama P-Q. 4. Comportamiento como generador, motor, reactor y condensador síncrono de la máquina conectada a un sistema infinito. Control de flujos de potencia activa y reactiva. Límites de la carta de operación (diagrama P-Q).	El estudiante: 1. Comprende el principio de funcionamiento del generador y del motor síncrono. 2. Analiza el fenómeno de campo magnético rotatorio. 3. Analiza mediante un modelo circuital, el comportamiento en régimen permanente de la máquina de rotor cilíndrico aislada y conectada a un sistema infinito.	[1] Cap. 5 [2] Cap. 7, 9 [5] Cap. 4- 6 [6] Cap. 4, 7 [7] Cap. 9 [8] Cap.6	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
5	Máquinas de Inducción	2,5 Semanas	
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía	
1. Máquina de inducción trifásica y principio de funcionamiento: campo magnético rotatorio, deslizamiento. 2. Deducción del modelo de circuito equivalente y evaluación del comportamiento electromecánico en régimen permanente. 3. Esquemas de partida y control electrónico de velocidad de motores de inducción de jaula de ardilla. Partidores $Y\Delta$ , partidores suaves, variadores de frecuencia, etc. 4. Consideraciones técnicas de diseño y tamaño de motores de inducción trifásicos.	El estudiante: 1. Comprende el funcionamiento de motores de inducción trifásicos. 2. Aplica modelo circuital para simular su comportamiento electromecánico de régimen permanente. 3. Comprende métodos de arranque y de control de velocidad.	[1] Cap. 6, 9-11 [2] Cap. 6, 8 [5] Cap. 3, 4, 7, 10 [6] Cap. 4, 6, 9 [8] Cap. 5, 8	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
6	Introducción a los Sistemas Interconectados	3 Semanas	
Contenidos		Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Contexto internacional. 2. Tendencias del desarrollo. 3. Efectos fisiológicos de la electricidad 4. Literatura, Simbología. 5. Conceptos matemáticos básicos para el estudio de 6. Sistemas trifásicos 7. Sistemas de corriente alterna: terminología y modelos 8. Sistemas equilibrados 9. Equivalentes monofásicos 10. Potencia en sistemas alternos 11. Magnitudes y cálculo en por unidad 12. Las componentes de los sistemas eléctricos de potencia <ol style="list-style-type: none"> <li>Generadores</li> <li>Líneas de Transmisión</li> <li>Transformadores</li> </ol> 13. Redes de Transmisión y Subestaciones.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Adquiere una visión del sector eléctrico, su desarrollo histórico, el tipo de equipamiento utilizado y las principales tareas a abordar.</li> <li>Identifica el conjunto conceptos necesarios para la resolución de problemas en sistemas eléctricos de potencia.</li> </ol>	[8] Cap.7

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
7	Sistemas de potencia en estado estacionario, regulación de tensión y control de reactivos.	2,5 Semanas	
Contenidos		Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Estudio de sistemas de potencia en estado estacionario. 2. Regulación de tensión y control de reactivos 3. Modelo estacionario de la red. 4. Métodos de flujo de potencia. 5. Métodos de regulación de tensión. 6. Estimadores de estado.		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Aplica los modelos y metodologías que permiten el estudio de sistemas eléctricos de potencia operando en estado estacionario.</li> <li>Analiza en detalle el tema de la regulación de tensión y el control de reactivos.</li> </ol>	[4] Cap. 3-5 [5] Cap. 8, 9, 14 [6] Cap. 8 [14] Cap. 7

## Bibliografía

### Bibliografía Básica

- [1] FITZGERALD, A.E., KINGSLEY, CH., UMANS, S. *Máquinas Eléctricas*. McGraw-Hill, Interamericana, 2004.
- [2] SANZ, J. *Máquinas Eléctricas*. Madrid: Prentice Hall, 2002.
- [3] ROMO, J., VARGAS, L., ET AL. *Apuntes de Conversión Electromecánica de la Energía*. Santiago de Chile: Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, 2006.
- [4] GÓMEZ EXPÓSITO, A. *Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica*, McGraw-Hill, ISBN: 94-481-3592-X, 2003.
- [5] BROKERING, W., PALMA, R., VARGAS, L. *Sistemas Eléctricos de Potencia – Ñom Lűfke*. Primera Edición. Prentice Hall, 2008.

### Bibliografía Complementaria

- [6] NASAR, S.A., UNNEWEHR, L.E. *Electromechanics and Electric Machines*. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- [7] GOURISHANKAR, V. *Conversión de Energía Electromecánica*. México: Ed. Alfaomega, 1990.
- [8] LANGSDORF, A.S. *Teoría de las Máquinas de Corriente Alterna*. México: McGraw-Hill, 1979.
- [9] CHAPMAN, S. *Máquinas Eléctricas*. México: Mc Graw-Hill, 2005.
- [10] GLOVER, D., SARMA, M. *Power System Analysis and Design*. Primera Edición. PWS Publishers, Boston. ISBN: 0-534-07860-5, 1987.
- [11] SAADAT, H. *Power System Analysis*. McGraw-Hill, ISBN: 0-07-561634-3, 1999.
- [12] GRAINGER, J., STEVENSON, W. *Análisis de Sistemas de Potencia*. McGRAW-HILL, Segunda Edición, ISBN: 970-10-0908-8, 1996.
- [13] EL-HAWARY, MOHAMED, E. *Electrical Power Systems*. IEEE Press, Power Systems Engineering Series, ISBN 0-7803-1140-X, 1995.
- [14] GROSS, C.A. *Power System Analysis*. John Wiley & Sons, ISBN 0-471-01899-6, 1979.

Vigencia desde:	1 de Marzo 2009
Elaborado por:	Luis Vargas Rodrigo Palma