

**PROGRAMA DE CURSO**

Código	Nombre			
EL 7032	<b>Electrónica de Potencia y Accionamientos</b>			
Nombre en Inglés				
<b>Power Electronic and Drives</b>				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	4	2	4
Requisitos			Carácter del Curso	
EL 4004 Fundamentos de Control de Sistemas. EL 4001 Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos. Autorización Docente			Electivo - Línea de Especialización	
Resultado de Aprendizaje del Curso				
<p>Al final del curso se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modele y simule la operación de sistemas basados en electrónica de potencia para estudiar la operación dinámica/estática de accionamientos eléctricos.</li> <li>2. Evalúa las técnicas de control de máquinas eléctricas y convertidores de potencia para accionamientos y sistemas eléctricos de generación.</li> </ol>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa, en donde se desarrollarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cátedras expositivas.</li> <li>• Tareas.</li> <li>• Laboratorios.</li> </ul>	<p>La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo éstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles.</li> <li>• Tareas.</li> <li>• Laboratorios.</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	Tecnología de Semiconductores y Rectificadores Controlados/no controlados	3 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1.1. Diodos y tiristores. Diodos rápidos, rectificadores, ultra rápidos. 1.2. Interruptores controlados. GTO, IGCT, IGBT, MOSFETs, MCTs. Ventajas y desventajas. 1.3. El puente de diodos de seis pulsos. Operación con cargas resistivas e inductivas 1.4. Rectificadores de seis pulsos basados en tiristores. 1.5. Modelación del convertor de seis pulsos basado en tiristores. 1.6. Efectos inductivos en la conmutación de diodos y tiristores. Pérdida de tensión media producida en la conmutación. 1.7. Efectos de la conmutación en la red. 1.8. Conceptos básicos relacionados con convertidores DC-DC 1.9. Topologías de convertidores dc-dc en base a dispositivos de conmutación forzada: Chopper bidireccional, Chopper reductor (step-down), Chopper elevador (step-up), convertor Buck-Boost. Convertidor Cúk dc-dc.	Al final de la unidad se espera que el estudiante demuestre que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compara y selecciona dispositivos de electrónica de potencia.</li> <li>2. Analiza las no linealidades y no idealidades de los dispositivos semiconductores y sistema de rectificación de potencia</li> <li>3. Analiza la operación de rectificadores en procesos de conversión de energía. Discrimina las limitaciones propias de un sistema de rectificación.</li> <li>4. Evalúa las topologías utilizados para la conversión de energía de corriente continua a corriente continua.</li> </ol>	[1], [2],[6]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
2	Control de Máquinas de Corriente Continua	4 Semanas	
Contenidos		Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1. Ventajas y desventajas de la máquina de corriente continua.</p> <p>2.2. Conceptos básicos: Velocidad base, zona de torque constante, zona de potencia constante, flujo debilitado.</p> <p>2.3. Esquema de control de una máquina de continua. Lazo de velocidad, lazo de corriente de armadura y lazo de control de flujo.</p> <p>2.4. Topologías utilizadas para el control de máquinas de corriente continua</p> <p>2.5. Frenado regenerativo y frenado disipativo de la máquina de corriente continua.</p> <p>2.6. Sistemas de control basados en lazos anidados de corriente y velocidad utilizando lugar geométrico de las raíces. Anchos de banda típicos para los controladores de corriente y velocidad.</p> <p>2.7. Efectos de los cortes de corriente en el desempeño del sistema de control y en el torque de la máquina.</p>		<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diseña esquemas de control para máquinas de corriente continua operando a flujo nominal y flujo debilitado.</li> <li>Evalúa las topologías de electrónica de potencia utilizadas en el control de una máquina de corriente continua.</li> </ol>	<p>[1], [2],</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Control Vectorial de Máquinas de Inducción tipo Jaula de Ardilla y Rotor Bobinado	4 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1. Modelación de máquina jaula de ardilla en coordenadas A,B,C y a-b, alfa-beta.</p> <p>3.2. Conceptos básicos de flujo de estator, flujo de rotor, coeficiente de dispersión, inductancias del rotor, estator y magnetizante.</p> <p>3.3. Modelación de la máquina de inducción jaula de ardilla en ejes d-q. orientada en el flujo de rotor. Ecuación de torque.</p> <p>3.4. Control vectorial directo e indirecto.</p> <p>3.5 Diseño de controladores de torque y corriente magnetizante, utilizando lugar geométrico de las raíces.</p> <p>3.6. Control vectorial de máquina de inducción jaula de ardilla bajo flujo debilitado.</p> <p>3.7 Modelación de la máquina de rotor bobinado como un caso especial de la máquina jaula de ardilla</p> <p>3.8 Modelos alfa beta y d-q de la máquina de rotor bobinado. Orientación del sistema de control en el flujo de estator.</p> <p>3.9 Diseño de los controladores para una máquina de rotor bobinado utilizando lugar geométrico de las raíces. 5.13. Operación de la máquina de rotor bobinado en topologías Kramer y Scherbious</p>	<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseña sistemas de control vectorial de alta velocidad de respuesta para máquinas de inducción.</li> <li>2. Evalúa la topología de electrónica de potencia apropiada en un esquema de control vectorial.</li> <li>3. Compara los esquemas de control vectorial y escalar.</li> <li>4. Modela un sistema de generación/motor para máquinas de inducción jaula de ardilla y rotor bobinado.</li> </ol>	<p>[2], [5],[6], [8].</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Control PWM de Convertidores de Potencia Tipo Fuente de Voltaje	4 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1. Componentes de un convertidor PWM fuente de voltaje de dos niveles.</p> <p>4.2. Conceptos básicos de tiempo muerto entre el transistor superior e inferior.</p> <p>4.3. Circuitos de disparo convencionales para sistemas basados en IGBTs.</p> <p>4.4. Modulación por ancho de pulso utilizando inyección de terceros armónicos. Generalización a armónicos de secuencia cero.</p> <p>4.5. PWM basado en vectores espaciales. Conceptos básicos de sectores, vectores activos y vectores nulos.</p> <p>4.6. Modelación de un convertidor fuente de voltaje considerando interruptores ideales.</p> <p>4.7 Modulación basada en PWM simétrico doble.</p> <p>4.8. Convertidores back-to-back con entrada y salida sinusoidales con baja distorsión armónica.</p> <p>4.9. Control vectorial de los convertidores back-to-back. Control desacoplado de la potencia activa y reactiva.</p>	<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evalúa esquemas de modulación utilizados en convertidores tipo fuente voltaje.</li> <li>2. Compara control vectorial con control escalar de convertidores PWM fuente voltaje.</li> <li>3. Diseña esquemas de control vectorial para convertidores tipo fuentes de voltaje.</li> </ol>	<p>[3], [4]</p>

### Bibliografía

#### Bibliografía Básica

- [1] Ned Mohan, Tore M. Undeland William P. Robbins. *“Power Electronics: Converters, Applications, and Design”*, Wiley and sons, 3<sup>rd</sup> Edition 2002. Capítulos 2, 5,6,7.
- [2] Werner Leonhard, *“Control of Electrical Drives”*, Springer Verlag; 3rd edition 2001. Capítulos 7-10.
- [3] G. Holmes, T. Lipo, *“Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice”*, Wiley-IEEE Press; 1st edition 2003. Capítulos 5 y 6.
- [4] E. Monmasson, *“Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control”*, Wiley-ISTE; 1st edition, 2010.

#### Bibliografía Complementaria

- [5] R. Cárdenas, *“Control vectorial de máquinas de inducción jaula de ardilla”*, Universidad de Chile 2011. Disponible en [https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/1/EM722/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/1/EM722/1/material_docente/).
- [6] Diapositivas de accionamientos y control de máquinas eléctricas. Professor Greg Asher Universidad de Nottingham. 2009.
- [7] Apuntes de electrónica de potencia. Profesor Auger Aycaguer, Universidad de Chile, 2004. Disponible en [https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/1/EM722/1/material\\_docente/](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/1/EM722/1/material_docente/).
- [8] R. Peña, J. Clare, G. Asher, *“Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation”*, IEE Proceeding C, Electric Power Applications, Vol. 143, Nr. 3, pp. 231-241, 1996. Disponible en IEEE Web Xplore.

Vigencia desde:	Julio 2011
Elaborado por:	Roberto Cárdenas
Revisado por:	Doris Sáez Área de Desarrollo Docente (ADD)