

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
EL6007	Máquinas Eléctricas para la Industria y la Minería			
Nombre en Inglés				
Electric machinery for mining and industrial applications				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6 SCT	10	4	2	4
Requisitos			Carácter del Curso	
EL4001 Conversión de la energía y sistemas eléctricos			Electivo	
Resultados de Aprendizaje				
<p>Al final del curso se espera que el alumno comprenda las posibilidades de modelar y controlar, tanto en régimen permanente como transitorio, las máquinas eléctricas que se utilizan en sistemas industriales y mineros. Adicionalmente, se pretende que el estudiante comprenda la metodología asociada al uso eficiente de la energía, empleando para ello sistemas electrónicos de control y máquinas de rendimiento mejorado. Finalmente, se espera que el estudiante tome en cuenta, tanto en sus aspectos teóricos como económicos, el mejoramiento de la confiabilidad de la maquinaria utilizada en la industria y la minería, en particular aquellos que se desprenden de los modelos y controles explicados en el curso.</p>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>a) Se realizarán un total de 20 clases expositivas pasivas, en las que se desarrollará, por una parte, la metodología de análisis y control de máquinas eléctricas en régimen transitorio y, por otra, la evaluación de los mejoramientos de la eficiencia en régimen permanente.</p> <p>b) Se mostrarán, en un total de 5 clases, análisis reales de casos de mejoramiento de la eficiencia, aplicados a la industria y la minería, de operación y control de máquinas, motores y generadores eléctricos.</p> <p>c) Se mostrarán, en un total de 5 clases, casos reales de diagnóstico predictivo de fallas de máquinas eléctricas y la rentabilidad que estos sistemas conllevan.</p> <p>d) Se propondrán problemas y tareas, y se mostrarán experiencias reales (estudios de casos), entre otros.</p>	<p>Se realizarán 2 controles individuales a cada alumno. Adicionalmente se les propondrá la realización de al menos dos trabajos, como máximo cuatro, individuales, que les permita comprender en mejor forma, con apoyo de un computador personal, los conceptos, modelos y controles automáticos expuestos en el curso. El promedio de nota de estos trabajos equivaldrá a un control adicional.</p> <p>Los trabajos serán entregados formatos específicos, tanto en lo que se refiere a la explicación de lo logrado como en lo relacionado con los programas computacionales empleados en cada caso.</p>

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Eficiencia de máquinas eléctricas	
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Eficiencia y factor de potencia de las máquinas eléctricas en función del grado de carga. Diferenciación y orden de magnitud de las pérdidas en los conductores del estator y del rotor, pérdidas en el hierro, pérdidas por roce y ventilación y adicionales en máquinas de diferentes tamaños. 2. Normalización internacional de la eficiencia de las máquinas eléctricas. Cálculo de la rentabilidad de sustituir un motor antiguo por uno nuevo. 3. Número y potencia de motores eléctricos requeridos a niveles industriales y mineros: estadísticas mundiales y chilenas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender la influencia en las pérdidas de energía, en los sistemas industriales y mineros, asociadas al uso de máquinas eléctricas. 2. Comprender el desarrollo histórico y esfuerzos realizados mundialmente por mejorar la eficiencia de máquinas eléctricas. 3. Disponer de una herramienta de cálculo que permita determinar el óptimo económico asociado a la compra de una máquina eléctrica, tomando en consideración su eficiencia y precio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.A. Muñoz: Control de máquinas de continua: aplicación a tracción de trenes eléctricos, 2009. 2.A. Muñoz: Diagnóstico del estado de una máquina eléctrica, detección en terreno de fallas y mantenimiento predictivo, 2009.

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Modelos dinámicos y control industrial y minero de máquinas eléctricas	
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Operación clásica de máquinas de inducción y sincrónica. 2. Normalización internacional. 3. Control preciso de grandes máquinas eléctricas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender la influencia en las pérdidas de energía, en los sistemas industriales y mineros, asociadas al uso de máquinas eléctricas. 2. Comprender la operación y control de grandes máquinas eléctricas utilizadas en la industria y la minería. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.J. Pyrhonen, et al: Direct torque control of synchronous motor drives, ETEP, vol 10, Nº5, September, 2000. 2.A. Muñoz R.: Operación clásica de máquinas de inducción y sincrónica, 2009. 3.A. Muñoz R.: Control de máquinas de inducción por orientación de flujo y análisis de

		<p>otras formas de control, 2009.</p> <p>4. Modelo de máquinas sincrónicas por orientación de flujo, 2010.</p>
--	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Gestión energética y operación confiable y eficiente de máquinas eléctricas	
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> Consideraciones técnicas relacionadas con la elección de un motor eficiente: energía consumida y eficiencia en régimen permanente, caída de voltaje durante la partida, torque durante la partida del motor, costos de inversión y operación y mantención. Empleo de convertidores de frecuencia como equipos para mejorar la eficiencia energética de máquinas eléctricas. Norma IEEE 519 y Reglamentos (Chile) relacionados con distorsión armónica permitida. Compensación no resonante de factor de potencia. Cuantificación económica de la confiabilidad, el mantenimiento predictivo y la eficiencia energética en plantas industriales y mineras. Aplicación de sistemas de gestión energética recomendados por la Norma ISO 50001. 	<ol style="list-style-type: none"> Comprender y evaluar los impactos energéticos y económicos asociados al uso del control electrónico de máquinas eléctricas, máquinas eficientes y mantenimiento predictivo. Comprender y saber evaluar los mejoramientos en la confiabilidad de sistemas motrices. Comprender las bases para el desarrollo de sistemas de control y mantenimiento de sistemas motrices industriales y mineros que cumplan con los requerimientos normativos vinculados con el ahorro de energía y la gestión de recursos energéticos. 	<ol style="list-style-type: none"> J. Pyrhonen, et al: Direct torque control of synchronous A. Muñoz: Metodología e instrumentación para la medición de eficiencia energética de motores eléctricos, 2000. ISO 50001: Energy Management Systems, 2011. IPMVP: Concepts and options for determining energy and water savings, 2005.

Bibliografía General

1. A. Muñoz: Control de máquinas de continua: aplicación a tracción de trenes eléctricos, 2009.
2. A. Muñoz: Diagnóstico del estado de una máquina eléctrica, detección en terreno de fallas y mantenimiento predictivo, 2009.
3. J. Pyrhonen, et al: Direct torque control of synchronous motor drives, ETEP, vol 10, Nº5, September 2000.
4. A. Muñoz R.: Operación clásica de máquinas de inducción y sincrónica, 2009.
5. A. Muñoz R.: Control de máquinas de inducción por orientación de flujo y análisis de otras formas de control, 2009.
6. A. Muñoz R.: Modelo de máquinas sincrónicas por orientación de flujo, 2010.
7. C.B. Gray: Máquinas eléctricas y sistemas accionadores, Alfaomega, 1993.
8. Tavner, P.J., Penman, J.: Condition monitoring of electrical machines, John Wiley, 1987.

Vigencia desde:	Marzo, 2011
Elaborado por:	Alfredo Muñoz Ramos