

PROGRAMA DE CURSO LABORATORIO DE ENERGÍA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)					
Nombre del curso	Laboratorio de Energía	Código	EL5203	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Energy Laboratory</i>					
Horas semanales	Docencia	5	Auxiliares	0	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo:	X Laboratorio de línea de especialización	
Requisitos	EL4111: Conversión de la energía eléctrica y sistemas eléctricos					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes apliquen, en situaciones de laboratorio, conceptos de sistemas de energía y sistemas eléctricos de potencia para verificar el comportamiento de dichos sistemas. Asimismo, verifica la teoría, validez y limitaciones de los modelos de dichos sistemas, evaluando el desempeño de sistemas de energía y sistemas eléctricos de potencias bajo distintas condiciones.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE3: Analizar, usar experimentos e interpretar sus resultados para la verificación y validación de desarrollos tecnológicos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2	RA1: Aplica conceptos de sistemas de energía y sistemas eléctricos de potencia, en el contexto del trabajo de laboratorio, para verificar el comportamiento de dichos sistemas a distintas condiciones de operación.
CE2, CE3	RA2: Verifica la teoría, validez y limitaciones de los modelos de sistemas de energía y sistemas eléctricos de potencia, implementando experiencias de laboratorio en los ámbitos de generación distribuida, generadores sincrónicos, transformadores trifásicos, redes eléctricas.
	RA3: Evalúa el desempeño de sistemas de energía y sistemas eléctricos de potencias bajo distintas condiciones de operación para validar la pertinencia del uso de modelos físico-matemáticos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora informes de laboratorio, utilizando un lenguaje claro y objetivo en donde reporta los resultados y análisis de las experiencias en los ámbitos de generación distribuida, generadores sincrónicos, transformadores trifásicos, redes eléctricas.
CG3, CG4	RA5: Trabaja con su equipo de manera efectiva en la planificación y ejecución de las experiencias de laboratorio y elaboración de los informes, en un marco de cooperación y respeto, considerando aspectos de seguridad, organizacionales y de participación de sus miembros.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	Buenas prácticas en seguridad dentro del laboratorio	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Equipos de medición. 1.2. Normativa eléctrica asociada. 1.3. Medidas de seguridad: protocolos de seguridad asociadas al trabajo de laboratorio. 1.4. Aspectos organizacionales propios del trabajo de laboratorio.		El/la estudiante: 1. Aplica las normas de seguridad, utilizando los equipos de medición requeridos y considerando aspectos organizacionales del equipo en las distintas experiencias de laboratorio. 2. Planifica y organiza con su equipo las experiencias de laboratorio, en un marco de cooperación y respeto, considerando normativa de seguridad, participación de sus miembros.	

Bibliografía de la unidad

[1] Cap. 15.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Transformador de poder en sistemas eléctricos de potencia	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Modelo de transformadores trifásicos de poder de dos y tres enrollados. 2.2. Parámetros que definen el funcionamiento en vacío y con carga de los transformadores. 2.3. Distintos tipos de conexiones (primario, secundario, terciario), desfase, polaridades. 2.4. Regulación y eficiencia de un transformador trifásico. 2.5. Operación para distintos tipos de carga equilibrada: evaluación. 2.6. Corrientes y tensiones armónicas: evaluación. 2.7. Corrientes de secuencia cero: evaluación.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Determina los parámetros de un transformador de poder, a través de ensayos de cortocircuito y circuito abierto. Evalúa experimentalmente para distintas aplicaciones en sistemas eléctricos de potencia, las conexiones y desempeño de un transformador de poder y cómo repercute en las magnitudes de las variables eléctricas de componentes fundamentales, armónicas y de secuencia cero. Produce informes, utilizando un lenguaje claro y objetivo en donde reporta los resultados y análisis de las experiencias de laboratorio asociadas a transformadores. Trabaja en un marco de cooperación y respeto, considerando aspectos de seguridad, organizacionales y de participación de sus miembros. 	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 6.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Operación de un Sistema Eléctrico de Potencia	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Modelo estacionario de la red eléctrica (línea de transmisión corta, transformadores, consumos eléctricos, sistema equivalente, barra infinita). 3.2. Métodos de flujo de potencia (acoplamiento P- δ , Q-V). 3.3. Métodos de regulación de tensión y control de flujo de potencia. 3.4. Estimadores de estado.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Relaciona las magnitudes de las variables eléctricas de una red con los parámetros de esta, a nivel experimental, para distintos niveles de carga. Verifica experimentalmente cómo hacer regulación de tensión, control de flujo de potencia y estimación de estado en una red. Elabora informes, utilizando un lenguaje claro y objetivo en donde reporta los resultados y análisis de las experiencias de laboratorio asociadas a operación de un sistema eléctrico de potencia. 	

	4. Trabaja con su equipo organizada y planificadamente en un marco de cooperación, en las actividades de laboratorio, considerando aspectos de seguridad, de participación de sus miembros y de respeto por las ideas de sus pares.
Bibliografía de la unidad	[1] Cap. 9 y 11.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Generador Sincrónico en sistemas eléctricos de potencia	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Modelo de conversión de energía hidráulica a energía eléctrica. 4.2. Modelo de generador sincrónico de rotor cilíndrico y características constructivas. 4.3. Control de velocidad y de excitación. 4.4. Operación en isla. 4.5. Sincronización al sistema eléctrico 4.6. Análisis para distintas condiciones de operación de generador sincrónico de la central (torque constante/excitación variable, torque variable/excitación constante, cambios de niveles/tipos de consumo, desconexión intempestiva, límite de estabilidad permanente). 4.7. Medición de calidad de suministro.		El/la estudiante: 1. Identifica las características constructivas de centrales microhidráulicas. 2. Implementa procedimientos y esquemas de control que permitan sincronizar una unidad microhidráulica a un sistema eléctrico, en condiciones de mínima tensión y desfases, y en condiciones de frecuencia y voltaje dentro de rangos de 3% y 10% respectivamente. 3. Evalúa el desempeño de la unidad bajo distintas condiciones de operación. 4. Mide y evalúa la calidad de suministro entregada a las cargas o la red. 5. Elabora informes, utilizando un lenguaje claro y objetivo en donde reporta los resultados y análisis de las experiencias de laboratorio asociadas a generador sincrónico en sistemas eléctricos de potencia. 6. Trabaja con su equipo organizada y planificadamente en un marco de cooperación, en las actividades de laboratorio, considerando aspectos de seguridad, de participación de sus miembros y de respeto por las ideas de sus pares.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 3.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Sistema Fotovoltaico en sistemas de potencia	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Modelo de celda fotovoltaica. 5.2. Modelo de arreglo de celda. 5.3. Sistema inversor con capacidad desincronización a la red eléctrica. 5.4. Concepto de máxima transferencia de potencia aplicado a paneles solares. 5.5. Medición de calidad de suministro.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Modela y utiliza un sistema fotovoltaico, considerando la incidencia de la luz solar sobre celdas y variables ambientales. 2. Ejecuta los procedimientos de sincronización de un sistema fotovoltaico a la red eléctrica a través de un equipo inversor, comprendiendo el efecto de las variables eléctricas de la red sobre el equipo inversor. 3. Elabora informes, utilizando un lenguaje claro y objetivo en donde reporta los resultados y análisis de las experiencias de laboratorio asociadas a sistema fotovoltaico en sistemas de potencia. 4. Trabaja con su equipo organizada y planificadamente en un marco de cooperación, en las actividades de laboratorio, considerando aspectos de seguridad, de participación de sus miembros y de respeto por las ideas de sus pares. 	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 5.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo será netamente práctica, en donde la estrategia a utilizar es el trabajo de laboratorio, trabajo en equipo, resolución de problemas.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
• Prueba de entrada	Evalúa RA1.
• Evaluaciones formativas (interrogaciones) para retroalimentar los avances del o las estudiantes en cada experiencia de laboratorio.	Evalúa RA2.
• Laboratorios.	RA1, RA2, RA3, RA5.
• Informes.	RA2, RA3, RA4, RA5.

Al inicio de cada semestre el académico o académica informará a los y las estudiantes sobre los tipos y cantidad de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía básica:

- [1] Walter Brokering; Rodrigo Palma. Atrapando el sol en los sistemas eléctricos de potencia. 1ra ed. ISBN: 978-956-398-395-1, Chile, 2018
- [2] Guía de Laboratorio de Sistemas de Energía. Santiago de Chile: Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, 2009.
- [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.

Bibliografía Complementaria:

- [4] FITZGERALD, A.E., KINGSLEY, CH., UMANS, S. Máquinas Eléctricas. Mc Graw-Hill, Interamericana, 2004.
- [5] Manuales Lucas – Nülle.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Patricio Mendoza, Pablo Medina
Validado por:	Validación CTD ampliado de Eléctrica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular