



REGLAMENTO INTERNO DEL PROGRAMA MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

"Aprobado con fecha 31 de Julio de 2020"

CCDIP: HISTORIAL DE APROBACIONES	
Fecha	Descripción
21/11/2013	Aprobación original de Arts. 1 a 30 y Anexos 1 a 4.
18/06/2015	Actualización de Anexos N° 1 y 2. Incorporación de Anexo N° 5.
28/05/2017	Actualización de Anexos N° 1, 2 y 5
16/08/2018	Cambio de varios artículos para integrar cambios al programa motivados por proceso de innovación curricular. Cambio de varios artículos para definir mejor los distintos cuerpos de profesores. Cambio de varios artículos cambiando la composición del Comité de Programa. Actualización de anexos.
07/11/2018	Cambios en artículos 21, 22, 26 y 29, Anexo 3 y creación de Anexo 6 para reflejar observaciones del Consejo Académico al proceso de innovación curricular. Además, cambios en Anexos 1 y 2 debido a actualización del claustro.
31/07/2020	Además de cambios menores para ajustarse al ROACC, se modifican artículos 8, 9 y 16 para ajustar criterios del CDTP y la conformación de Comité de Programa. Se agregan tablas con listas de asignaturas a Anexo 3. Actualización de Anexos 1, 2 y 5. En Anexo 4, se agrega programa de ELI415. Se agrega Anexo 7.

Dada la naturaleza del trabajo académico y en pos de un mejoramiento continuo, el presente reglamento será revisado y sancionado por el Comité de Postgrados Científico-Tecnológicos anualmente. Si se registraren cambios esenciales, éstos aplicarán solamente a nuevas cohortes de estudiantes.

INTRODUCCIÓN

Art. 1 El programa de Magíster en Ingeniería Eléctrica fue creado el 31 de julio de 1970, como consta en el acta de Sesión N° 59 del Consejo Superior de la Universidad de la misma fecha, quedando desde entonces oficialmente incorporado a los programas de estudios que ofrece la Universidad. La denominación de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica fue acordada



por el Comité de Coordinación y Desarrollo de Investigación y Postgrado en su Sesión N° 1 del 9 de enero del 2003.

- Art. 2 El programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica (en adelante Programa) se desarrolla de acuerdo a las políticas de postgrado de la UTFSM, y se rige por el Reglamento General N° 47 de los Estudios de Postgrado (RGEP), por el Reglamento de Graduación para Grados de Doctor y Magíster (RGGDM), y por el presente Reglamento.
- Art. 3 Estas normas se enmarcan en el RGEP y RGGDM, y son complementarias en todas aquellas materias no contempladas en ellos, o que se han establecido allí expresamente como materias a ser reguladas por el reglamento interno de cada Programa.

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

- Art. 4 Objetivo del Programa: El objetivo del Programa es formar graduados que comprendan el estado del arte en el área de la especialización elegida, y con las competencias necesarias para contribuir al desarrollo científico y tecnológico de la electrotecnia, a través de la creación de conocimiento y su aplicación en investigación e innovación tecnológica.
- Art. 5 Áreas de especialización del Programa: Este Programa está orientado a formar investigadores en las siguientes áreas de especialización:
- Alta Tensión
 - Máquinas y Accionamientos Eléctricos
 - Sistemas de Energía y Potencia
- Art. 6 Perfil del graduado: El perfil del graduado se define en base a competencias de la siguiente manera:

El graduado del programa Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica Federico Santa María cuenta con una sólida formación científica y tecnológica, que le permite aportar significativamente en investigación y desarrollo. Esta formación lo habilita para desarrollarse en una o más de las áreas disciplinares del programa, a saber: Alta Tensión, Máquinas



Eléctricas y Accionamientos, y Sistemas de Energía y Potencia. Al finalizar el programa, el graduado contará con las siguientes competencias:

Competencias genéricas transversales

1. Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
2. Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
3. Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias específicas disciplinares

1. Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
2. Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
3. Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

Art. 7 Duración del Programa: La duración del Programa es de dos años (cuatro semestres académicos), no pudiendo exceder de tres años para un estudiante de dedicación completa o cinco años para un estudiante de dedicación parcial. El estudiante deberá tener una permanencia activa mínima en el Programa equivalente a 60 SCT-Chile en la Institución.

TÍTULO II

DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA

Art. 8 El Programa está bajo la tuición del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTFSM (en adelante Departamento). Corresponde a este Departamento organizar e impartir el Programa, así como definir sus líneas de desarrollo y todos los aspectos que se relacionen con el contenido académico del mismo.



El Programa facilitará la realización de actividades relacionadas con el avance académico de sus estudiantes, gestionando el acceso y desplazamiento a los laboratorios, equipamiento e instalaciones del Departamento entre los distintos Campus y sedes de la Universidad.

- Art. 9 La administración académica del Programa está a cargo del Comité de Programa, el cual vela por el aseguramiento de la calidad del mismo.
El Comité de Programa está integrado por al menos cuatro miembros del Claustro de Profesores definido en el artículo 17 del presente reglamento. Además del Director de Programa, el Comité de Programa estará compuesto por al menos un representante de cada área de especialización definida en el artículo 5 del presente reglamento.
El representante de cada área de especialización en el Comité de Programa será elegido en forma anual por los profesores del área pertenecientes al Claustro de Profesores. El representante de cada área de especialización deberá comunicar a los miembros de su área toda información relevante del Programa.
Si un área de especialización no cuenta con profesores que cumplan con los criterios para formar parte del Claustro de Profesores, el Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica propondrá al Consejo de Departamento a un académico del área de especialización que pertenezca al Cuerpo de Directores de Tesis del Programa para integrarse al Comité de Programa.
- Art. 10 El Comité de Programa es presidido por el Director del Programa, quien se desempeña como autoridad ejecutiva del Programa. El Director del Programa es designado por el Consejo de Departamento a proposición del Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica, de entre los miembros del Claustro de Profesores definido en el artículo 17 del presente reglamento. El Director del Programa permanece en el cargo mientras el Director del Departamento lo disponga.
- Art. 11 Corresponde al Comité de Programa, además de las funciones establecidas en el Art. 22 del RGEP:
- a) Velar por la calidad académica del Programa y su acreditación ante instancias nacionales e internacionales.
 - b) Decidir acerca de programas de nuevas asignaturas o cualquier otra modificación en el Plan de Estudio.
 - c) Aprobar la admisión de nuevos estudiantes al Programa.



- d) Proponer cambios al cuerpo del presente reglamento.
- e) Decidir acerca de la pertinencia de la convalidación, homologación y/o equivalencia de asignaturas.
- f) Pronunciarse acerca de materias académicas y administrativas del Programa presentadas al Comité por el Director de Programa.

Otras competencias o actos de índole académico o administrativo necesarios para la buena marcha del Programa corresponden al Director del Programa, según lo establecido en el artículo 12 del presente reglamento.

Art. 12 Además de las funciones establecidas en el RGEP, corresponden al Director de Programa:

- a) Programar cursos y designar profesores encargados, sin perjuicio de las atribuciones del Consejo de Departamento y del o los jefe de carrera de pregrado.
- b) Actualizar periódicamente los anexos del presente reglamento.
- c) Liderar procesos de innovación curricular o acreditación del Programa.
- d) Aplicar los mecanismos establecidos de evaluación del Programa.
- e) Participar en las actualizaciones de los planes de desarrollo del Departamento.
- f) Exponer ante el Comité de Programa situaciones de conflicto académico o disciplinario que se presentaren, para una adecuada resolución.
- g) Participar en las reuniones del Comité de Postgrados Científico-Tecnológicos y en otras instancias relacionadas con postgrado o investigación en representación del Departamento de Ingeniería Eléctrica, o delegar a quien lo subrogue.

Art. 13 Las sesiones del Comité de Programa son convocadas por el Director del Programa cuando él lo estime necesario, pero al menos una vez por semestre, indicando en la citación la tabla de la reunión. El Comité de Programa debe sesionar con la concurrencia de más de la mitad de sus miembros. En el caso de que alguna materia deba decidirse por votación, se aplica el criterio de mayoría absoluta. De producirse un empate en la votación, le corresponde al Director del Programa decidir. El Director del Programa designará de entre los miembros del Comité a un Secretario, quien será responsable de levantar un acta de la reunión.

Art. 14 El Director del Programa designa de entre los miembros del Comité de Programa quien ha de subrogarlo en caso de ausencia.



TÍTULO III

DE LOS PROFESORES DEL PROGRAMA

Art. 15 El Cuerpo de Profesores del Programa (CPP) está integrado por académicos de jornada completa del Departamento. Adicionalmente podrán participar en el Programa investigadores afiliados al Departamento, y académicos de otros departamentos de la Universidad o de otras instituciones previa aprobación del Director de Programa. En todos estos casos se debe poseer como mínimo el grado de Magíster.

Dentro del CPP se distingue a los Profesores Directores de Tesis, los Profesores Colaboradores y los Profesores Visitantes:

- a) Los Profesores Directores de Tesis son profesores de la Universidad habilitados para dirigir la Actividad de Graduación de alumnos del programa, que dictan cursos, y que forman parte del Cuerpo de Profesores Directores de Tesis según se define en el artículo 16 del presente reglamento.
- b) Los Profesores Colaboradores son aquellos profesores que sin necesariamente formar parte del Claustro de Profesores, participan dictando asignaturas y/o codirigiendo tesis en el Programa.
- c) Los Profesores Visitantes son aquellos profesores que, cumpliendo los requisitos definidos en este artículo, participan temporalmente en el Programa.

Excepcionalmente, el Comité de Programa podrá incluir como parte del CPP a académicos que no posean el grado de Magíster, pero que tengan una reconocida producción científica o reconocida experiencia en una línea de especialización que sea de interés del Programa.

El listado de profesores pertenecientes al Cuerpo de Profesores se encuentra en el Anexo 2.

Art. 16 El Cuerpo de Directores de Tesis del Programa (CDTP), está integrado por al menos cuatro profesores del Programa que sean académicos de jornada completa del Departamento de Ingeniería Eléctrica jerarquizados dentro de la carrera académica de la universidad. Deben tener preferentemente un nivel de



productividad acorde a las orientaciones establecidas por la Comisión Nacional de Acreditación y su respectivo Comité de Área.

Excepcionalmente el Comité de Programa podrá autorizar a formar parte del CDTP a aquellos profesores pertenecientes al CPP que no cumpliendo cabalmente los requisitos establecidos hayan demostrado contribuciones a la investigación en el área de su competencia o una trayectoria académica de relevancia. Deben tener como mínimo el grado académico de Magíster y al menos cuatro puntos en los últimos tres años, que se pueden sumar según la siguiente valorización:

- Publicación WoS en cuartiles Q1 y Q2, dos puntos;
- Publicación WoS en cuartiles Q3 y Q4, un punto;
- Publicación en Conferencia Internacional, medio punto;
- Por cada patente: patente adjudicada, un punto; patente explotada, dos puntos;
- Investigador principal proyecto externo, dos puntos;
- Co-investigador proyecto externo, un punto.

El CDTP debe contar con al menos un profesor por cada área de especialización definida en el artículo 5 del presente reglamento. El listado de profesores pertenecientes al CDTP se encuentra en el Anexo 2.

Art. 17 El Claustro de Profesores corresponde a aquellos miembros del Cuerpo de Directores de Tesis del Programa con un nivel de productividad acorde a las orientaciones establecidas por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile) y su respectivo Comité de área.

TÍTULO IV DE LA ADMISIÓN

Art. 18 El requisito básico de postulación al Programa es tener grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica o un grado académico cuyo contenido y duración de estudios sean equivalentes a los necesarios para obtener el grado de licenciado correspondiente. Los antecedentes académicos del postulante serán estudiados por el Comité de Programa, el que decidirá la postulación en función de los antecedentes presentados.

El Comité de Programa debe cuidar que exista un adecuado equilibrio entre el número de estudiantes aceptados y el total de recursos disponibles.



- Art. 19 En base a los antecedentes de su postulación, el Comité de Programa podrá exigir al postulante la aprobación de exámenes especiales en las materias que determine, o bien la aprobación de asignaturas de nivelación adicionales, que no estén en el plan de estudio del Programa.
- Art. 20 En caso de ser aceptado en el Programa, el Comité de Programa designará a un académico perteneciente al CDTP para que sea su Profesor Tutor provisional. Una vez definido el Trabajo de Tesis, el Director de Tesis pasará a ser también el Profesor Tutor.
- Art. 21 Son obligaciones del Profesor Tutor:
- Orientar al estudiante en la selección de las asignaturas que inscribirá cada semestre y visar dicha inscripción.
 - Velar por el avance académico del estudiante, informando al Director de Programa cualquier situación de conflicto académico o disciplinario que se presentare.
 - Presentar al estudiante posibles homologaciones y convalidaciones de asignaturas del Plan de Estudios aprobadas por éste previo a su ingreso al Programa.
- Art. 22 Un postulante aceptado podrá solicitar la homologación y/o convalidación de hasta tres asignaturas del Plan de Estudios. Para esto deberá completar el formulario adjunto en el anexo 6 y entregarlo al Director del Programa. La solicitud será analizada por el Comité de Programa, el que podrá rechazarla, aceptarla sin condiciones, o aceptarla condicionada a la realización de actividades complementarias. La decisión del Comité de Programa será comunicada a la Dirección de Postgrado por el Director del Programa.

TÍTULO V

DEL PLAN DE ESTUDIO Y DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Art. 23 La carga académica total del Plan de Estudio es de 96 créditos transferibles (SCT-Chile). Estos créditos corresponden al trabajo de dedicación completa al Programa durante cuatro semestres.
- Art. 24 En su primera parte el Plan de Estudio comprende un conjunto de 7 asignaturas obligatorias y electivas equivalentes a 56 créditos SCT, y por una



Actividad de Graduación comprendida en las asignaturas de Seminario de Tesis y Tesis, las cuales suman 40 créditos SCT. El estudiante adquiere la calidad de egresado una vez que ha aprobado todas las asignaturas del Plan de Estudio, incluyendo las asignaturas de la Actividad de Graduación.

El detalle del Plan de Estudio se encuentra en el Anexo 3.

Art. 25 Los sistemas de evaluación de las asignaturas se establecen en los respectivos programas de asignaturas. En cualquier caso, la nota mínima de aprobación de las asignaturas de la primera parte del Plan de Estudios es 70 en escala 0-100, en concordancia con el RGEP, mientras que en las asignaturas asociadas a la Actividad de Graduación sólo se deja constancia de la aprobación o reprobación de la misma.

TÍTULO VI

DE LA TESIS Y EXAMEN DE GRADO

Art. 26 La Tesis de Grado es la Actividad de Graduación que constituye la última etapa de formación del Programa. La Tesis de Grado es un trabajo individual de investigación o aplicación desarrollado dentro del Plan de Estudios, cuyo objetivo fundamental es enfrentar al estudiante a un desafío en el campo de su especialidad y en cuyo desarrollo deba hacer uso de los conocimientos adquiridos y habilidades desarrolladas en el marco del Programa.

La Tesis de Grado contempla las siguientes etapas:

1. Inscripción de la asignatura de Seminario de Tesis y definición del Director de Tesis, una vez que el estudiante cuente con al menos 40 SCT del Programa de Estudios aprobados.
2. Desarrollo de la Propuesta de Tesis en el contexto de la asignatura de Seminario de Tesis, bajo la guía del Director de Tesis, según lo indicado en el artículo 27.
3. Aprobación de la Propuesta de Tesis y la asignatura Seminario de Tesis por parte del Comité de Programa.
4. Inscripción de la asignatura de Tesis y desarrollo de la investigación definida en la Propuesta de Tesis. La asignatura de Tesis concluye con la presentación de un informe escrito (Trabajo de Tesis) al Director de Tesis (y Co-Director de Tesis, si lo hubiera) para su evaluación. El Trabajo de



Tesis deberá realizar una contribución original al conocimiento en el ámbito de la ingeniería eléctrica, de nivel equivalente a publicaciones en conferencias o revistas con comité editorial, según lo estipulado en el RGGDM.

5. En caso de aprobación de la asignatura de Tesis por parte del Director de Tesis (y Co-Director de Tesis, si lo hubiera), el Comité de Programa deberá formar el Comité de Evaluación de la Tesis según lo descrito en el artículo 28.
6. Una vez el estudiante tenga una publicación en revisión según lo dispuesto en el artículo 29, el Trabajo de Tesis será presentado al Comité de Evaluación de la Tesis, quienes lo evaluarán y calificarán de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 30.

El cumplimiento de cada etapa es un prerequisite de la siguiente. La presentación del Trabajo de Tesis al Comité de Evaluación de la Tesis lo habilita para rendir el Examen de Grado, el cual se llevará a cabo de acuerdo lo descrito en el artículo 30.

Art. 27

La Propuesta de Tesis será formulada con la guía del Director de Tesis del estudiante. El Director de Tesis debe pertenecer al CDTP y ser elegido por el estudiante al momento de inscribir la asignatura de Seminario de Tesis. La decisión deberá ser informada al Director de Programa. Una vez definido el Director de Tesis, éste asumirá las funciones del Profesor Tutor, además de las responsabilidades asociadas a guiar la investigación del estudiante y procurar el cumplimiento de los requisitos de publicación expuestos en el artículo 29 de este reglamento.

Una Tesis puede ser guiada por un académico externo al CDTP, cuyos méritos sean comparables a los de los miembros del CDTP. Esta excepción debe ser autorizada por el Comité de Programa, el cual designa a un miembro del CDTP como Co-Director de Tesis.

Además del Director de Tesis, la Tesis de Grado podrá ser guiada por un Co-Director de Tesis, no necesariamente perteneciente al CDTP, al Programa, o a la institución, cuya participación deberá ser previamente aprobada por el Comité de Programa.



Art. 28 El Comité de Evaluación de la Tesis, encargado de evaluar y calificar el Trabajo de Tesis y tomar el Examen de Grado, además de las funciones definidas en el RGGDM, estará constituido por:

- El Director de Tesis.
- El Co-Director de Tesis, en caso de haber uno.
- Un profesor o investigador nominado por el Comité de Programa, perteneciente al CDTP. Se excluye de esta figura al Co-Director en caso de cotutela.
- Un profesor o investigador externo a la Universidad, experto en el área, ratificado por el Comité de Postgrados Científico-Tecnológicos a proposición del Comité de Programa. Se excluye de esta figura al Co-Director en caso de cotutela.

Según lo dispuesto en el RGGDM, el Director de Programa designará, de entre los miembros del Comité de Evaluación de la Tesis a quien lo presida, no pudiendo recaer esta responsabilidad en el Director o Co-Director de Tesis.

Art. 29 Para presentar el Trabajo de Tesis al Comité de Evaluación de la Tesis, es requisito que el estudiante tenga en revisión una publicación a una conferencia nacional o internacional, o tenga en revisión un trabajo en una revista indexada (WoS, SCOPUS, entre otros), con los resultados de su trabajo de investigación. Para optar a calificación máxima en el Examen de Grado será requisito cumplir con una de las siguientes condiciones: la aprobación de un artículo relacionado directamente con su trabajo de tesis en una conferencia organizada por una sociedad con respaldo internacional, la aceptación de un artículo en una revista Scielo, o la presentación de una revisión y reenvío de un artículo a una revista WoS o Scopus.

Art. 30 El Examen de Grado se registrará por lo especificado en el RGGDM. Para establecer la calificación obtenida se seguirá el siguiente procedimiento: Inmediatamente después de finalizada la presentación y defensa oral de la Tesis, el Comité de Evaluación de la Tesis deliberará en privado, proponiendo cada uno de sus integrantes una calificación separada para el Trabajo de Tesis y para la defensa oral. La media aritmética de todas ellas será la calificación del Examen de Grado.



TÍTULO VII

DEL GRADO ACADÉMICO

- Art. 31 Una vez cumplidas por parte del estudiante todas las exigencias de Graduación del Programa y los requisitos administrativos de la Dirección General de Investigación y Postgrado, la Universidad otorga el grado académico de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica.

TÍTULO VIII

DE LA RESPONSABILIDAD DEL PRESENTE REGLAMENTO

- Art. 32 La responsabilidad de la aplicación de las disposiciones contenidas en el presente reglamento al interior del Programa será del Director del Programa.



ANEXO 1

Nómina del Comité de Programa

Área de especialización	Nombre y grado	Institución otorgante y año	Línea de especialización	Institución a la que pertenece
Sistemas de Energía y Potencia	Esteban Gil, Ph.D.	Iowa State University, EEUU, 2007	Operación, planificación, optimización y confiabilidad en sistemas de energía y potencia, mercados y regulación energética.	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central, UTFSM.
Sistemas de Energía y Potencia	Dr. Víctor Hinojosa	Universidad Nacional de San Juan, Argentina, 2007	Operación de sistemas eléctricos de potencia, planificación de sistemas de potencia, estabilidad en sistemas de potencia, inteligencia artificial aplicada a sistemas de potencia.	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central, UTFSM.
Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dr. Andrés Mora	Universidad de Chile, 2019	Electrónica de potencia, control digital de convertidores estáticos, accionamientos eléctricos, teoría de máquinas eléctricas	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus Santiago San Joaquín UTFSM.
Alta Tensión	Dr. Johnny Montaña	Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2006	Aislamientos eléctricos, descargas eléctricas atmosféricas, sistemas de puesta a tierra	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.



ANEXO 2

CUERPO DE PROFESORES: Claustro de Profesores, Cuerpo de Directores de Tesis del Programa y Profesores Colaboradores

Área de especialización	Nombre y grado	Institución otorgante y año	Línea de especialización	Institución a la que pertenece	CDTP	Claustro
Sistemas de Energía y Potencia	Esteban Gil. Ph.D.	Iowa State University, EEUU, 2007	Operación, planificación, optimización y confiabilidad en sistemas de energía y potencia, mercados y regulación energética	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	√
Sistemas de Energía y Potencia	Dr. Víctor Hinojosa	Universidad Nacional de San Juan, Argentina, 2007	Operación de sistemas eléctricos de potencia, planificación de sistemas de potencia, estabilidad en sistemas de potencia, inteligencia artificial aplicada a sistemas de potencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	√
Sistemas de Energía y Potencia	Dr. Alejandro Angulo	Universidad de Chile, Chile, 2015	Optimización, electromagnetismo y diseño de dispositivos, conversión continua de energía, modelamiento computacional, planificación, operación, estabilidad y control de sistemas de potencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central, UTFSM.	√	√
Sistemas de Energía y Potencia	Dr.-Ing. Ricardo Álvarez	RWTH-Aachen University, Alemania, 2016	Planificación de la operación y expansión de sistemas eléctricos de potencia. Implementación de técnicas de inteligencia artificial en sistemas eléctricos de potencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus Santiago San Joaquín, UTFSM	√	√
Sistemas de Energía y Potencia	Dr. Patricio Valdivia	The University of Arizona, 2013	Energías renovables, proyectos de generación, transmisión y distribución, mercados y regulación de energía	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus Santiago San Joaquín, UTFSM	√	



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dra. Margarita Norambuena	Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso y Universidad Técnica de Berlín, 2017	Electrónica de potencia, control digital de convertidores estáticos, control predictivo, accionamientos eléctricos	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	√
Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dr. Pablo Lezana	Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, 2006	Electrónica de potencia, control digital de convertidores estáticos, accionamientos eléctricos	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	√
Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dr. Andrés Mora	Universidad de Chile, 2019	Electrónica de potencia, control digital de convertidores estáticos, accionamientos eléctricos, teoría de máquinas eléctricas	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus San Joaquín UTFSM.	√	√
Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dr.-Ing. Jorge Juliet	Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal, Alemania, 2005	Teoría de máquinas eléctricas, accionamientos eléctricos, electrónica de potencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	
Máquinas y Accionamientos Eléctricos	Dr. Antonio Sánchez	Supélec, París, Francia, 2011	Celdas de combustible, accionamientos eléctricos, convertidores de potencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus Santiago San Joaquín, UTFSM	√	√
Alta Tensión	Dr. Jorge Ardila	Universidad Carlos III de Madrid, España, 2014	Alta tensión, análisis y detección de descargas parciales, diseño de sensores en alta frecuencia	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Campus Santiago San Joaquín, UTFSM	√	√
Alta Tensión	Roger Schürch, Ph.D.	University of Manchester, Inglaterra, 2014	Técnicas de alta tensión, envejecimiento de materiales aislantes, diagnóstico de equipamiento eléctrico de alta tensión	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.	√	√
Alta Tensión	Dr. Johny Montaña	Universidad Nacional de Colombia,	Aislamientos eléctricos, descargas eléctricas atmosféricas, sistemas de puesta a tierra	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa	√	√



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

		Bogotá, Colombia, 2006		Central UTFSM.		
Sistemas de Energía y Potencia	Julián Bustos, Ph.D.	University of Pittsburgh, Pittsburgh PA, EEUU, 1974	Operación y control de sistemas eléctricos de potencia, mercados eléctricos, estabilidad en sistemas de potencia	Casa Central UTFSM.		
Sistemas de Energía y Potencia	Ing. Pablo Benario	Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, 1991	Planificación y operación de sistemas eléctricos de potencia. Se ha desempeñado en la CNE y realizado consultorías a organismos gubernamentales y a privados internacionales	MEGARED Ingenieros Ltda.		
Alta Tensión	Mag. Ing. Javier Ríos	Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, 2012	Técnicas de alta tensión, diagnóstico y ensayo máquinas y materiales dieléctricos	Departamento de Ingeniería Eléctrica, Casa Central UTFSM.		



ANEXO 3

PLAN DE ESTUDIO DEL PROGRAMA

Descripción:

El Programa ha definido en su Plan de Estudio un conjunto de:

- 2 asignaturas obligatorias del área de especialización elegida, equivalentes a 8 créditos SCT-Chile cada una.
- 2 asignaturas electivas disciplinares del área de especialización elegida, equivalentes a 8 créditos SCT-Chile cada una.
- 1 asignatura electiva complementaria, equivalente al menos a 8 créditos SCT-Chile.
- 1 asignatura electiva, la que puede ser obligatoria de otra área o electiva complementaria, equivalente al menos a 8 créditos SCT-Chile.
- 1 actividad electiva de formación general, equivalente al menos a 8 créditos SCT-Chile.
- Seminario de Tesis, correspondiente a 16 créditos SCT-Chile.
- Tesis de Grado, correspondiente a 24 créditos SCT- Chile.

CARGA HORARIA TOTAL					
Carácter	Asignatura	Horas presenciales semestral	Horas autónomas semestral	Créditos SCT-Chile semestral	Créditos USM
Asignaturas obligatorias de área	Asignatura 1	51	175	8	4
	Asignatura 2	51	175	8	4
Asignatura electiva disciplinar	Asignatura 1	51	175	8	4
	Asignatura 2	51	175	8	4
Asignatura electiva complementaria	Asignatura 1	51	175	8	4
	Asignatura 2	51	175	8	4
Actividad electiva de formación general	Asignatura 1	51	175	8	4
Asignaturas obligatorias de investigación	Seminario de Tesis	17	459	16	9
	Tesis	17	397	24	14
TOTAL HORAS Y CRÉDITOS		391	2081	96	51
TOTAL			2880 horas= 96 SCT-Chile		

Diagramas y listas de asignaturas:



En la siguiente tabla se indica la programación propuesta para las asignaturas, Seminario de Tesis y Tesis para los estudiantes que ingresan al programa en el primer semestre. La programación toma en cuenta la carga de pregrado simultánea.

Primer año: 48 SCT		Segundo año: 48 SCT	
SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4
Asignatura obligatoria de área	Asignatura electiva complementaria	Asignatura electiva disciplinar	Tesis
8 SCT	8 SCT	8 SCT	
Asignatura obligatoria de área	Asignatura electiva disciplinar	Seminario de Tesis	
8 SCT	8 SCT		
Asignatura electiva* obligatoria o complementaria	Actividad electiva de formación general		
8 SCT	8 SCT	16 SCT	

Asignatura obligatoria de área: son aquellas que pertenecen al pregrado de Ingeniería Civil Eléctrica, y que los estudiantes del área respectiva también deben tomar de manera obligatoria. Estas asignaturas aseguran el Perfil de Graduación. Según sea el área de especialización escogida por el estudiante, este deberá inscribir dos asignaturas que den fundamento teórico a su posterior trabajo de tesis.

Asignaturas electivas complementarias: son asignaturas electivas con una orientación hacia las ciencias básicas, que pueden pertenecer a programas de otros departamentos o instituciones, previamente establecidas por el Comité de Programa.

Asignatura electiva (obligatoria o complementaria): en este módulo los estudiantes pueden elegir una asignatura obligatoria de otra área o una asignatura electiva complementaria, según se describe con anterioridad.

Asignaturas electivas disciplinares: son asignaturas electivas con un perfil de la especialidad, que pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica.



Actividad electiva de formación general: es una o más actividades y/o asignaturas electivas complementarias o disciplinares, que pueden ser desarrolladas dentro de la institución o fuera de ella, previamente aprobadas por el Director de Programa y/o Comité de Programa.

Excluyendo las asignaturas asociadas a la actividad de graduación, las asignaturas a cursar en el programa están dadas por la siguiente tabla:

Tipo asignatura	# cursos	Créditos SCT-Chile	Convalidación asignatura Ing. Civil Eléctrica
Asignatura obligatoria de área escogida	2	16	Asignatura correspondiente de pregrado más actividad adicional
Asignatura obligatoria de otra área	0 o 1	0 o 8	Asignatura correspondiente de pregrado más actividad adicional
Asignatura electiva complementaria	1 o 2	8 o 16	ELI411, ELI412 o ELI413
Asignatura electiva disciplinar de área escogida	2 o 3	16 o 24	Más actividades adicionales, algunas asignaturas serían convalidables por asignatura correspondiente de pregrado
Asignatura electiva disciplinar de otra área	0 o 1	0 o 8	ELI413
Actividades electivas de formación general	-	0 o 8	ELI413 e.g. varios cursos que sumen 8 SCT
Total	7	56	



Las actividades de graduación vienen dadas por la siguiente tabla:

Asignatura/Actividad	# cursos	Créditos SCT-Chile	Convalidación asignatura/actividad-Ingeniería Civil Eléctrica
ELI 476- Seminario de Tesis	1	16	ELI 376- Seminario de Título
ELI 490- Tesis	1	24	ELI 390- Memoria de Titulación
Examen de Grado	-	-	Examen de Título

La siguiente tabla muestra el listado de asignaturas obligatorias de área:

Listado de asignaturas obligatorias de área			
Área de especialización	Sigla	Nombre asignatura	Créditos SCT-Chile
Alta tensión	ELI-460	Técnicas de alta tensión 1	8
	ELI-461	Laboratorio de alta tensión 1	8
Máquinas y accionamientos eléctricos	ELI-426	Máquinas eléctricas 1	8
	ELI-419	Electrónica de potencia 1	8
Sistemas de energía y potencia	ELI-449	Operación de sistemas eléctricos de potencia 1	8
	ELI-450	Mercados y regulación eléctrica	8

La siguiente tabla muestra el listado de asignaturas electivas disciplinarias:

Listado de asignaturas electivas disciplinarias			
Área de especialización	Sigla	Nombre asignatura	Créditos SCT-Chile
Alta tensión	ELI-464	Técnicas de alta tensión 2	8
	ELI-467	Compatibilidad electromagnética	8
	ELI-466	Temas avanzados en aislamientos eléctricos	8
Máquinas y accionamientos eléctricos	ELI-430	Máquinas eléctricas 2	8
	ELI-429	Laboratorio de control de convertidores	8
	ELI-431	Accionamientos eléctricos avanzados	8
Sistemas de energía y potencia	ELI-453	Modelos de decisión en sistemas de energía y potencia	8
	ELI-454	Estabilidad de sistemas eléctricos de potencia	8
	ELI-455	Temas emergentes en sistemas de energía y potencia	8

La siguiente tabla muestra el listado de asignaturas electivas complementarias y de la actividad electiva de formación general:



Listado de asignaturas electivas complementarias y de las actividades formativas electivas		
Sigla	Nombre asignatura	Créditos SCT-Chile
ELI-411	Temas Avanzados en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica 1	8
ELI-412	Temas Avanzados en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica 2	8
ELI-413	Actividades Formativas Electivas	8

Todos los programas de asignatura se pueden encontrar en el Anexo 4.



ANEXO 4
PROGRAMAS DE ASIGNATURA
FORMATO
PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura:		Créditos SCT-Chile:	Créditos USM: 4
Unidad académica:			
Sigla: ELI-460	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa¹ semanal:	Horas Cátedra:
Examen			Horas Otras²:
Si:	No:	Horas de Trabajo autónomo³ semanal:	Tiempo total de dedicación cronológica:
Horas de dedicación			
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

5. Resultados de Aprendizaje

6. Contenidos

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

¹ **Trabajo presencial o de Docencia directa:** número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

² **Determinar actividad** (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.).

³ **Trabajo no presencial o Autónomo:** tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.



8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación ⁴	
--	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	
Bibliografía Recomendada	

Elaborado: Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: Aprobado por CCDIP. Fecha:	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Técnicas de Alta Tensión 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-460	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal:10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante estudiará las características, condiciones, variables relacionadas, configuraciones típicas, tipos de materiales usados como aislamientos en aplicaciones de alta tensión. Aprenderá los mecanismos de ruptura dieléctrica en los materiales aislantes, leyes que los gobiernan, circuitos de generación y medida de alta tensión, uso combinado de diferentes tipos de aislamiento y principios de coordinación de aislamiento.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Modelar sistemas eléctricos lineales de parámetros concentrados o distribuidos.
- Formular sistemas eléctricos lineales en diferentes dominios de análisis.
- Operar con técnicas de análisis en el dominio de la frecuencia, para la solución de variables de redes eléctricas sometidas a excitaciones periódicas o no periódicas.
- Analizar la operación de un sistema eléctrico de potencia de gran envergadura mediante distintos algoritmos computacionales.
- Analizar las condiciones de operación de estado estacionario de un SEP mediante el uso de flujos de potencia.
- Explicar fundamentamente las características y principios de operación de distintos tipos de plantas de generación.
- Plantear procesos de coordinación de la generación en distintas escalas de tiempo y niveles de detalle mediante su formulación como problemas de optimización.
- Plantear y resolver el problema de flujo de potencia óptimo tanto en corriente continua como en corriente alterna.
Evaluar el estado de un sistema eléctrico de potencia mediante la estimación de sus variables eléctricas.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.



Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo.
- Diseña ensayos básicos e interpreta sus resultados para la evaluación de la calidad de los aislamientos de un equipo o dispositivo eléctrico.
- Integra los fenómenos físicos relacionados al diseño y operación de sistemas de aislamiento, asociándolos a la realidad del equipamiento eléctrico de potencia.
- Especifica materiales y componentes empleados en los aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia de alta tensión.
- Analiza la confiabilidad de equipamiento eléctrico de alta tensión y estima su vida útil remanente.

6. Contenidos

1. Variables y parámetros característicos en la técnica de alta tensión:
Solicitaciones de tensión estacionarias y transitorias, distribución del campo eléctrico, modelos globales y microscópicos del sistema de aislamiento eléctrico.
2. Teoría de la rigidez dieléctrica en materiales aislantes:
Fundamentos físicos y modelos de los diversos mecanismos de ruptura dieléctrica en materiales gaseosos, líquidos y sólidos empleados en la técnica moderna de aislamiento eléctrico.
3. Propiedades y aplicaciones de los materiales aislantes:
Aislaciones en aire, aislaciones estratificadas, aislamientos mixtos sólido-líquido y sólido-gas, aislamientos encapsulados.
4. Sobretensiones en sistemas eléctricos y principios de coordinación de aislamientos:
Origen de las sobretensiones en redes de alta tensión, propagación de ondas viajeras, simulación de sistemas simples, coordinación de aislamientos.
5. Fundamentos de la técnica de experimentación en alta tensión:
Seguridad personal y de las instalaciones de alta tensión. Generación y medición de señales de alta tensión, alternas, continuas y de impulso. Mediciones dieléctricas.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases magistrales.
- Simulaciones computacionales en programas especializados en el que los estudiantes realizan estudios de casos.
- Elaboración de informes y presentaciones asociados a los estudios de casos.
- Lectura de artículos técnicos relevantes.



8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en pruebas escritas, presentaciones, tareas y trabajos con una componente de simulación computacional. Se aplicarán al menos tres evaluaciones.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación y fechas de entrega de las pruebas escritas, presentaciones, tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• E. Kuffel, W. S. Zaengl and J. Kuffel, "High Voltage Engineering Fundamentals", 2nd Ed., Elsevier, 2000.• M. Abdel-Salam, et al., "High Voltage Engineering: Theory and Practice", 2nd Ed., Dekker, 2000.• Malik, N. H. – Al-Arainy A.A. – Qureshi M. I., "Electrical insulation in power systems", Dekker, 1998.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área.

<p>Elaborado: Jorge Ardila Rey, Roger Schurch y Johnny Montaña</p> <p>Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018</p> <p>Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018</p>	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Laboratorio de Alta Tensión 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-461	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 7,5	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras: 7,5
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 5,8	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá a diseñar experimentos básicos para realizar pruebas de materiales aislantes empleados en equipos eléctricos, teniendo en cuenta la normatividad vigente relacionada con el elemento que se quiere ensayar. Para ello aprenderá a identificar los circuitos de generación y medida de altas tensiones, las pruebas eléctricas normalizadas, pruebas a los diferentes tipos de aislamientos y combinación entre ellos y el estudio de coordinación de aislamiento.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Integra los fenómenos físicos relacionados al diseño y operación de sistemas de aislamiento, asociándolos a la realidad del equipamiento eléctrico de potencia.
- Especifica materiales y componentes empleados en los aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia de alta tensión.
- Diseña ensayos básicos e interpreta sus resultados para la evaluación de la calidad de los aislamientos de un equipo o dispositivo eléctrico.
- Analiza la confiabilidad de equipamiento eléctrico de alta tensión y estima su vida útil remanente.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendiente a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.



5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo.
- Diseña ensayos básicos de materiales y componentes empleados en sistemas de aislamiento eléctrico de acuerdo con las normas relacionadas.
- Interpreta resultados de las mediciones y diagnostica su estado con base en las normas pertinentes.

6. Contenidos

1. Generación y medición de señales de alta tensión en laboratorio de ensayos.
2. Mediciones dieléctricas fundamentales: respuesta de absorción, capacitancia, factor de pérdidas, descargas parciales.
3. Sistemas de aislación en aire: espinterómetros, efecto corona, aislaciones mixtas solido-gas.
4. Sistemas de aislación sólida o mixta sólido-líquida: cables, transformadores, máquinas rotatorias.
5. Sobretensiones en sistemas de aislación: ondas viajeras, distribución dinámica de potenciales, coordinación de aislaciones.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Desarrollo de pruebas experimentales
- Elaboración de informes previos a las pruebas experimentales en la que describan el procedimiento y equipos que se van a utilizar
- Elaboración de informes con los resultados encontrados y el análisis de los mismos.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en la evaluación de los informes previos y los informes de análisis de cada una de las pruebas de laboratorio. Se desarrollarán al menos seis pruebas experimentales.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación y fechas de las pruebas experimentales serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Kind, D., & Feser, K., "High voltage test techniques". Newnes, 2001.• Ryan, H. M., "High voltage engineering and testing", 3rd Ed., IET, 2013.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área

Elaborado: Jorge Ardila Rey, Roger Schurch y Johnny Montaña Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Técnicas de Alta Tensión 2		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-464	Pre-requisitos: ELI-460: Técnicas de Alta Tensión 1 ELI-461: Laboratorio de Alta Tensión 1	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

Uno de los principales retos en la monitorización y caracterización de los sistemas de aislamiento que hacen parte de los equipos y máquinas eléctricas en alta tensión, es llegar a tener la capacidad de conocer el estado y el nivel de degradación que estos presentan, así como la posibilidad de evitar cualquier tipo de fallo o desconexión. En general, existen diferentes variables que pueden dar información importante de la condición del equipo y de su probabilidad de llegar a fallar. En esta asignatura el estudiante aprenderá a medir, interpretar y evaluar los diferentes fenómenos que pueden llegar a afectar de forma directa el funcionamiento normal de cualquier equipo sometido a alta tensión.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Integra los fenómenos físicos relacionados al diseño y operación de sistemas de aislamiento, asociándolos a la realidad del equipamiento eléctrico de potencia.
- Especifica materiales y componentes empleados en los aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia de alta tensión.
- Diseña ensayos básicos e interpreta sus resultados para la evaluación de la calidad de los aislamientos de un equipo o dispositivo eléctrico.
- Analiza la confiabilidad de equipamiento eléctrico de alta tensión y estima su vida útil remanente.
- Diseña ensayos básicos de materiales y componentes empleados en sistemas de aislamiento eléctrico de acuerdo con las normas relacionadas.
- Interpreta resultados de las mediciones y diagnostica su estado con base en las normas pertinentes.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias



- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y profesores.
- Diseña e implementa nuevos sensores para la medición de variables eléctricas en Alta Tensión.
- Aplica diferentes técnicas de modelamiento en la resolución de problemas de campos electromagnéticos.
- Identifica las principales características y aplicaciones de los diferentes materiales usados en los sistemas modernos de aislamiento.

6. Contenidos

Métodos numéricos para la solución de problemas de campos electromagnéticos

- Revisión de la teoría electromagnética
- Método de Diferencias finitas
- Método de simulación de carga y método de imágenes
- Método de momentos
- Método de elementos finitos
- Método de Monte Carlo

Instrumentación eléctrica

- Diseño y caracterización de sensores aplicados a medidas eléctricas.
- Técnicas de medición de fenómenos transitorios en VHF (very high frequency)
- Técnicas de medición de fenómenos transitorios en UHF (ultra high frequency)

Diseño y ensayo de equipamiento eléctricos

- Diseño con énfasis dieléctrico, especificación, operación y mantenimiento de equipos de potencia: transformadores, máquinas rotatorias y cables de poder.
- Ensayos de equipamiento eléctrico: ensayos de fábrica, de comisionamiento y de mantenimiento. Ensayos convencionales y técnicas avanzadas/modernas de diagnóstico de equipamiento eléctrico.
- Simulación del comportamiento dieléctrico de equipamiento de alta tensión y fenomenología involucrada.

Materiales eléctricos modernos

- Clasificación de materiales dieléctricos.
- Estado del arte de los dieléctricos modernos.
- Nanodieléctricos: fabricación, propiedades, funcionamiento, modelamiento y aplicaciones.
- Tendencias futuras

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases magistrales.
- Estudio y análisis de normativas vigentes asociadas a ensayos de mantenimiento en Alta Tensión
- Elaboración de informes y ensayos relacionados a problemas propuestos en clase.
- Lectura de artículos relevantes



8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en tareas y presentaciones. Las tareas incluyen modelamiento y simulación computacional, las presentaciones incluyen el desarrollo de informes asociados a problemas prácticos de ingeniería planteados por el profesor.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La ponderación de las tareas y presentaciones, así como las fechas de entrega, serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• E.Kuffel, W.S.Zaengl, "High-Voltage Engineering", Butterworth, 2000.• M. Abdel-Salam, <i>et al.</i>, "High Voltage Engineering: Theory and Practice", 2nd Ed., Dekker, 2000
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Sadiku, M. "Numerical techniques in Electromagnetics". CRC Press, 2001. 2nd Edition.• A.Haddad and D. Warne, "Advances in High Voltage Engineering". IEE, 2003.• Revistas especializadas del área

Elaborado: Jorge Ardila Rey, Roger Schurch y Johny Montaña Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Compatibilidad Electromagnética		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-467	Pre-requisitos: ELI-460: Técnicas de Alta Tensión 1	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá los conceptos sobre interferencia y compatibilidad electromagnética; a identificar las fuentes de emisión, los canales de acople y las técnicas de mitigación; algunas técnicas de apantallamiento electromagnético que permiten disminuir el ruido en las señales conducidas y radiadas.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Integra los fenómenos físicos relacionados al diseño y operación de sistemas de aislamiento, asociándolos a la realidad del equipamiento eléctrico de potencia.
- Especifica materiales y componentes empleados en los aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia de alta tensión.
- Diseña ensayos básicos e interpreta sus resultados para la evaluación de la calidad de los aislamientos de un equipo o dispositivo eléctrico.
- Analiza la confiabilidad de equipamiento eléctrico de alta tensión y estima su vida útil remanente.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.



5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.
- Analiza los problemas de compatibilidad electromagnética desde el punto de vista de diseño de equipos, como de técnicas de medición y normas relacionadas.
- Identifica el origen y naturaleza de las fuentes de interferencia electromagnética y los canales de acople y usa técnicas para la reducción de emisiones.
- Verifica los estándares normativos en equipos aplicando pruebas y mediciones en laboratorio.
- Analiza posibles soluciones de mejora en casos prácticos de compatibilidad electromagnética.

6. Contenidos

- Introducción a la compatibilidad electromagnética (CEM)
 - Introducción a la interferencia y a la compatibilidad electromagnética
 - Fuentes y características de emisiones conducidas y radiadas
 - Técnicas de reducción de emisiones e inmunidad
 - Apantallamiento electromagnético
 - Conexiones a tierra y equipotencialidad
 - Normativa asociada y ensayos de CEM
 - Interferencia electromagnética y sistemas biológicos
 - Consideraciones de diseño en instalaciones de potencia
 - Casos de estudio
- Tratamiento del Ruido
 - Fuentes de generación de ruido en Alta Tensión.
 - Medición y caracterización de ruido eléctrico conducido y radiado.
 - Técnicas de mitigación de fuentes de ruido.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas
- Presentaciones orales de los estudiantes
- Estudio de problemas prácticos asociados a temas de compatibilidad electromagnética
- Lectura de artículos relevantes y normatividad vigente

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en tareas y presentaciones. Las tareas incluyen el análisis de casos de estudio, se debe presentar un informe con los análisis y las simulaciones asociadas. Las presentaciones incluyen la determinación del estado de arte, se evaluarán aspectos técnicos y de presentación (oral, escrito y visual). Se aplicarán al menos tres evaluaciones.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de entrega de las tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	---



9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Weston, David. "Electromagnetic Compatibility: Principles and Applications". Marcel Dekker, Inc. 2001. 2nd Edition.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área

Elaborado: Johny Montaña, R. Schurch, J. Ardila Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Temas Avanzados en Aislamientos Eléctricos		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-466	Pre-requisitos: ELI-460: Técnicas de Alta Tensión 1 ELI-461: Laboratorio de Alta Tensión 1	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá sobre los mecanismos de degradación de aislamientos y las técnicas de diagnóstico a través del tratamiento de señales de medición. En la primera parte de la asignatura el estudiante aprenderá a utilizar las herramientas de tratamiento de señales para su utilización con fines de diagnóstico de aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia. La segunda parte se enfocará en el fenómeno de las descargas parciales y su rol en la degradación de aislamientos. Por último, se estudiarán modelos de envejecimiento de materiales dieléctricos y su utilización para la predicción de vida remanente de aislamientos de equipamiento de potencia.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Integra los fenómenos físicos relacionados al diseño y operación de sistemas de aislamiento, asociándolos a la realidad del equipamiento eléctrico de potencia.
- Especifica materiales y componentes empleados en los aislamientos eléctricos de equipamiento de potencia de alta tensión.
- Diseña ensayos básicos e interpreta sus resultados para la evaluación de la calidad de los aislamientos de un equipo o dispositivo eléctrico.
- Analiza la confiabilidad de equipamiento eléctrico de alta tensión y estima su vida útil remanente.
- Diseña ensayos básicos de materiales y componentes empleados en sistemas de aislamiento eléctrico de acuerdo con las normas relacionadas.
- Interpreta resultados de las mediciones y diagnostica su estado con base en las normas pertinentes.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

- Competencias Genéricas Transversales
- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
 - Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Competencias Específicas Disciplinarias



- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.
- Diagnostica el estado de aislamientos eléctricos mediante el tratamiento matemático y estadístico de datos obtenidos experimentalmente.
- Examina los modelos de descargas parciales mediante métodos de enfoque estocástico y determinístico.
- Identifica los mecanismos de degradación en aislamientos sólidos y modelos de envejecimiento asociados para la estimación de vida útil de equipamiento eléctrico mediante modelos físico-estocásticos.

6. Contenidos

- Transitorio eléctricos en sistemas eléctricos**
- Modelos de puestas a tierra ante señales transitorias
 - Modelamiento de componentes y transitorios en SEP
 - Descargas eléctricas atmosféricas: proceso físico y modelamiento
 - Sistemas de protección contra sobretensiones
 - Equipos para la medición de transitorios
- Reconocimiento y caracterización de señales**
- Reconocimiento de patrones y análisis de datos en sistemas de aislamiento.
 - Tratamiento matemático y estadístico para el reconocimiento de señales transitorias en alta tensión.
- Descargas parciales: Modelos físicos y técnicas de análisis**
- Mecanismo físico de la descargas parciales
 - Modelamiento de las descargas parciales. Enfoque determinista y enfoque estocástico.
 - Técnicas de análisis y clasificación de descargas parciales
- Degradación y vida útil de aislamientos sólidos**
- Teoría dieléctrica en materiales poliméricos sólidos
 - Mecanismos de degradación
 - Fenómeno de carga espacial en dieléctricos sólidos
 - Arborescencia eléctrica
 - Modelos de envejecimiento y predicción de vida útil

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas
- Presentaciones de estudiantes
- Simulaciones computacionales realizadas por los estudiantes



- Elaboración de informes asociados a las simulaciones
- Lectura de artículos relevantes

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en tareas, trabajos y presentaciones. Se aplicarán al menos tres evaluaciones.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La ponderación de las tareas, trabajos y presentaciones, así como las fechas de entrega, serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre</p>
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• L. A. Dissado and J. C. Fothergill, "Electrical Degradation and Breakdown in Polymers". London: Peter Peregrinus Ltd., 1992.• K. Chi Kao, "Dielectric phenomena in solids", Elsevier Academic Press, 2004.• A. Greenwood. "Electrical Transients in Power Systems". John Wiley & Sons, Inc. 1991. 2nd Edition• L. van der Sluis, "Transients in Power Systems", John Wiley & Sons Ltd, 2001.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área

Elaborado: Roger Schurch, Jorge Ardila y Johny Montaña Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Máquinas Eléctricas 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-426	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X	Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3 Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas cronológicas	
Horas de dedicación			
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se integran las teorías de circuitos eléctricos, campos electromagnéticos, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales y se aplican a la máquina asincrónica y máquina sincrónica de rotor anisotrópico, para describirlas en estado transitorio y estacionario. Se estudia también diversos aspectos y fenómenos especiales en transformadores de tensión.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Formular modelos matemáticos de dispositivos electromagnéticos.
- Explicar físicamente los principios de funcionamiento de dispositivos electromagnéticos.
- Plantear y analizar las ecuaciones que describen el comportamiento estacionario de la máquina asincrónica y sincrónica de rotor cilíndrico.
- Reconocer los principales conceptos asociados al modelamiento de devanados monofásicos y trifásicos acortados y distribuidos.
- Analizar el comportamiento del transformador de potencia en estado estacionario.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.



- Determina analíticamente los parámetros de distintos tipos de máquinas eléctricas mediante ensayos.
- Resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de máquinas eléctricas mediante algoritmos numéricos.
- Formula modelos dinámicos de máquinas de campo giratorio mediante la integración de las teorías de campos electromagnéticos, circuitos eléctricos, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales.
- Plantea e interpreta sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas mediante transformaciones y variables sustituto.

6. Contenidos

- 1. Aspectos comunes de máquinas trifásicas**
 - Determinación de inductancias
 - Introducción de variables sustituto: componentes simétricas de los valores instantáneos y fasores espaciales
 - Transformación de coordenadas $abc/\alpha\beta$ y $\alpha\beta/dq$, sistema de coordenadas común
 - Ecuaciones de estado
- 2. Máquina asincrónica**
 - Modelo circuital dinámico de la máquina con jaula simple
 - Funcionamiento estacionario simétrico y asimétrico
 - Topologías alternativas de circuitos equivalentes
 - Lugar geométrico de corriente
 - Rotor con barras profundas y doble jaula
 - Aspectos técnicos
- 3. Máquina sincrónica**
 - Modelo circuital dinámico de la máquina de rotor anisotrópico
 - Teoría de los dos ejes
 - Lugar geométrico de corriente, carta de operación
 - Consideración de la saturación
 - Régimen transitorio: cortocircuito trifásico dinámico, arranque cuasi-estacionario
 - Funcionamiento en red propia y en red infinita
 - Control de potencia reactiva
 - Funcionamiento asimétrico, reactancias de secuencia
 - Aspectos técnicos
- 4. Transformador**
 - Transformador trifásico
 - Fenómenos de magnetización
 - Fenómeno de corriente de inrush
 - Autotransformador

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

1. Método expositivo/lección magistral.
2. Estudio de casos.
3. Resolución de ejercicios y problemas.
4. Aprendizaje basado en problemas.



8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	Al menos tres evaluaciones parciales cuyo promedio ponderado debe ser igual o superior a 70. No considera la asistencia a clases para la evaluación.
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Kovacs, K.P., "Transient phenomena in electrical machines" Elsevier 1984.• Krause, Wasynczuk, Sudhoff, "Analysis of electric machinery", IEEE 1995.• Say, M.G., "Alternating current machines" 5° Edición Pitman, 1983.• Karsai, K.; Kerényi, D.; Kiss, L., "Large Power Transformers". Elsevier 1987.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área• Ion Boldea; Lucian Nicolae Tutelea, "Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB®", 1 edition, 2009

Elaborado: Jorge Juliet Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Electrónica de Potencia 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-419	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 4	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 1
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 9,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas cronológicas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura profundiza sobre el uso de elementos semiconductores en convertidores estáticos de potencia para lograr una eficiente transformación de las características de las variables eléctricas. Recalca la importancia de las componentes armónicas en el dimensionamiento de los elementos del sistema y su efecto en las redes de distribución, de manera de dimensionar correctamente equipos e instalaciones. Entrega una visión general sobre los convertidores industriales más utilizados, poniendo especial hincapié en sus ventajas, desventajas y características particulares, de manera de poder realizar una apropiada evaluación del tipo de convertidor a utilizar en cada aplicación en particular.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Analiza redes eléctricas y circuitos electrónicos
Reconoce los componentes electrónicos básicos
Analiza y resuelve circuitos basados en semiconductores
Opera con la transformada y serie de Fourier

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Identifica la relación entre las armónicas y las potencias activa, reactiva y aparente aplicando herramientas matemáticas.



- Analiza topologías para la conversión estática de potencia aplicando hipótesis de funcionamiento, resolviendo las ecuaciones del sistema y comprobando la validez de los resultados en base al cumplimiento de los supuestos iniciales.
- Dimensiona los elementos necesarios para la conversión estática de potencia aplicando criterios de desempeño.
- Evalúa y propone diferentes alternativas de convertidores estáticos considerando las características propias de las diferentes aplicaciones.

6. Contenidos

- 1. Potencia activa, reactiva y aparente en sistemas con armónicas**
 - a. Definiciones de armónicas
 - b. Potencia activa reactiva y aparente en sistemas con armónicas de corriente y voltaje
 - c. Factor de Potencia y THD
- 2. Rectificadores basados en diodos**
 - a. Rectificador estrella con carga R y RL**
 - i. Formas de onda
 - ii. Valores medios, armónicas y FP
 - iii. Dimensionamiento de componentes
 - b. Rectificadores con inductor de línea**
 - i. Formas de onda
 - ii. Dependencia del ángulo de conmutación con respecto a los parámetros del sistema
 - c. Rectificador Puente con carga R, RL y RC**
 - i. Formas de onda
 - ii. Valores medios, armónicas y FP
 - iii. Dimensionamiento de componentes
 - d. Rectificador Doble Estrella con Inductor de Interfase**
 - i. Formas de onda
 - ii. Cálculo de inductor de interfase en función de requerimientos de operación
 - e. Conexión de rectificadores puente en serie**
 - i. Formas de onda
- 3. Rectificadores basados en tiristores**
 - a. El tiristor**
 - i. Parámetros relevantes
 - ii. Circuito de disparo, sincronismo y ángulo de disparo (alfa)
 - b. Rectificador estrella con carga R y RL**
 - i. Formas de onda en función de alfa
 - ii. Valores medios, armónicas y FP
 - iii. Dimensionamiento de componentes
 - c. Rectificadores con inductor de línea**
 - i. Formas de onda
 - ii. Dependencia del ángulo de conmutación con respecto a los parámetros del sistema y alfa.
 - d. Rectificador Puente con carga R, RL y RC**
 - i. Circuitos de disparo aislados
 - ii. Formas de onda en función de alfa
 - iii. Valores medios, armónicas y FP
 - iv. Dimensionamiento de componentes
 - e. Rectificador Doble Estrella con Inductor de Interfase**
 - i. Formas de onda
 - ii. Cálculo de inductor de interfase en función de requerimientos de operación
 - f. Rectificadores duales**
 - i. Sin corriente circulante



- ii. Con corriente circulante
- iii. Principios de cicloconvertidores
 - 1. Formas de onda
 - 2. Espectro
- 4. Convertidores de conmutación forzada**
 - a. Elementos de conmutación forzada**
 - b. El IGBT**
 - i. Modelo equivalente
 - ii. Circuito de disparo
 - c. Convertidor Buck de 1 cuadrante**
 - i. Topología
 - ii. Formas de onda
 - iii. Ciclo de trabajo y relaciones con voltaje y corriente
 - iv. Modulador PWM
 - v. Espectro en función del ciclo de trabajo
 - vi. Corriente en el dc-link
 - vii. Análisis de transientes
 - d. Convertidor Buck de 2 cuadrantes**
 - i. Topología
 - ii. Tiempo muerto
 - iii. Formas de onda
 - e. Convertidor Buck de 4 cuadrantes**
 - i. Topología
 - ii. Modulador Bipolar
 - iii. Modulador Unipolar
 - f. Inversor de dos niveles**
 - i. Topología
 - ii. Modulación
 - iii. Espectro
 - iv. Modelo de baja frecuencia
 - v. Potencia en la carga y relación con corriente en el dc-link
 - g. Introducción a convertidores modernos**
 - i. Convertidores multinivel
 - ii. Convertidor Boost
 - iii. Rectificadores de alto factor de potencia
 - iv. Inversor fuente de corriente
 - v. Convertidor matricial

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- 1. Método expositivo/lección magistral.
- 2. Estudio de casos.
- 3. Resolución de ejercicios y problemas.
- 4. Aprendizaje basado en problemas.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Requisitos de aprobación y calificación	Tres evaluaciones parciales cuyo promedio ponderado debe ser igual o superior a 70. No considera la asistencia a clases para la evaluación. Calificación final: $NF = (C1 + C2 + C3) / 3$
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">N. Mohan, "Electrónica de potencia: Convertidores, aplicaciones y diseño", McGraw-Hill, 3ra edición, 2009.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">M. Rashid, "Power Electronics Handbook", Academic Press, Second Edition,

Elaborado: Pablo Lezana Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Máquinas Eléctricas 2		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-430	Pre-requisitos: ELI-426: Máquinas Eléctricas 1	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra:3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se estudia fenómenos especiales que ocurren en máquinas eléctricas interactuando con el sistema eléctrico y mecánico, tanto en estado transitorio como estacionario. Los fenómenos estudiados son aquellos causados tanto por campos armónicos en entrehierro, conexiones especiales de máquinas o interacciones de tipo electromecánico y electromagnético entre la máquina y el resto del sistema.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Formula modelos dinámicos de máquinas de campo giratorio mediante la integración de las teorías de campos electromagnéticos, circuitos eléctricos, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales.
- Determina analíticamente los parámetros de distintos tipos de máquinas eléctricas mediante ensayos.
- Plantea e interpreta sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas mediante transformaciones y variables sustituto.
- Resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de máquinas eléctricas mediante algoritmos numéricos.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar nuevas soluciones.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.



5. Resultados de Aprendizaje

- Identifica problemas relevantes y posibles soluciones en su temática de investigación.
- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías.
- Construye modelo matemático de sistema involucrando sistema eléctrico de potencia, máquina eléctrica y cadena cinemática para analizar fenómenos especiales de interacción entre ellos.
- Analiza fenómenos causados por campos armónicos en máquinas de campo giratorio.
- Predice y/o determina causas de problemas de operación de máquinas de campo giratorio, ya sea por aspectos constructivos propios o por interacción con resto del sistema.
- Analiza fenómenos especiales que ocurren en transformadores de potencia.

6. Contenidos

1. Parámetros para la máquina sincrónica anisotrópica en régimen transitorio
 - a. Circuitos equivalentes
 - b. Modificación al esquema de acoplamiento inductivo tradicional para describir adecuadamente corrientes de rotor
 - c. Sistema pu recíproco para análisis en estado transitorio
 - d. Relación y conversión entre parámetros obtenidos a través de ensayos (“parámetros de fabricante”) y parámetros propios y mutuos para simulación computacional
 - e. Arranque y sincronización motor sincrónico
 - f. Uso de software matemático y ATP para realizar comparaciones
2. Modelo detallado máquina asincrónica con rotor jaula de ardilla
 - a. Obtención del modelo de la jaula considerando como parte elemental el segmento de anillo
 - b. Determinación de inductancias propias de la jaula (malla de jaula), inductancias mutuas entre elemento de jaula y estator, inductancias de dispersión (de segmento de anillo y de barra referida al anillo), resistencias (de segmento de anillo y de barra referida al anillo)
 - c. Aplicación de la transformación de componentes simétricas de los valores instantáneos para Z_2 fases a ecuaciones resultantes. Obtención del fasor espacial de corriente de rotor
3. Fenómenos oscilatorios en máquinas eléctricas
 - a. Fenómenos de interacción torsional
 - i. Ecuaciones de equilibrio
 - ii. Linealización de ecuaciones con modelo simplificado
 - iii. Conceptos de rigidez y amortiguación electromagnética
 - iv. Estudio avanzado del fenómeno vía simulación digital del modelo sin simplificaciones
 - v. Predicción de oscilaciones, sus frecuencias y posibilidad de autoexcitación o inestabilidad
 - b. Efecto generador de inducción
 - i. Comportamiento de un generador sincrónico de inercia infinita ante inyección de corrientes armónicas súper y subsincrónicas
 - ii. Modelos
 - c. Oscilaciones mecánicas en sistema multimasa (cadena cinemática)
 - i. Ecuaciones diferenciales sistema multimasa
 - ii. Análisis modal



- iii. "Formas" de modos (mode shape). Uso de vectores propios
- iv. Predicción/explicación de fallas en cadenas cinemáticas
- d. Autoexcitación de máquinas eléctricas
 - i. Fundamentos
 - ii. Autoexcitación de máquina asincrónica
 - iii. Generador asincrónico autoexcitado
- e. Integración de fenómenos oscilatorios
 - i. Condiciones favorables para desarrollo de oscilaciones autoexcitadas y/o resonancias
 - ii. Técnicas de análisis
- 4. Fenómenos causados por campos armónicos en máquinas de campo giratorio
 - a. Campos armónicos del devanado. Estator y rotor
 - b. Campos armónicos paramétricos. Campos de ranuración estator y rotor, de saturación y excentricidad
 - c. Fuerzas tangenciales
 - i. Momentos medios y oscilatorios
 - ii. Momentos parásitos asincrónicos y sincrónicos
 - d. Fuerzas radiales
 - i. Ondas de fuerza y deformación. Modos de oscilación
 - ii. Fuerzas radiales no compensadas
- 5. Conexiones asimétricas de máquinas eléctricas
 - a. Momento y corriente con rotor detenido
 - b. La máquina de secuencia cero
 - c. Conexiones asimétricas del estator
 - d. Conexiones asimétricas del rotor
 - e. Máquinas monofásicas
- 6. Generadores
 - a. Análisis a pequeña señal
 - b. Fundamentos de reguladores de velocidad, potencia activa, tensión y reactivos
 - c. Funcionamiento en paralelo
- 7. Transformadores trifásicos. Temas avanzados.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

1. Clases expositivas material teórico.
2. Talleres de simulación de máquinas eléctricas.
3. Realización de trabajos de simulación y análisis por parte de los estudiantes.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>El proceso de evaluación y calificación consiste en:</p> <p>Se aplicará al menos tres evaluaciones parciales, consistentes en certámenes y conjunto de trabajos.</p> <p>Para aprobar la asignatura el alumno debe obtener nota mayor o igual a 70.</p>
---	---



9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Apuntes de la asignatura, disponibles en plataforma digital.• Kovacs, K.P., "Transient phenomena in electrical machines" Elsevier, 1984.• Krause, Wasynczuk, Sudhoff, "Analysis of electric machinery", IEEE 1995.• Say, M.G., "Alternating current machines" 5° Edición Pitman, 1983.• Kundur, P., "Power System Stability and Control", McGraw-Hill Education; 1st edition (January 22, 1994).• Anderson, P. M., "Power System Control and Stability", Wiley India; 2nd edition (2008).
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Anderson, P. M., "Subsynchronous Resonance in Power Systems", Wiley-IEEE Press; 1 edition (February 2, 1999).• Revistas especializadas del área.

Elaborado: Jorge Juliet Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Laboratorio de Control de Convertidores		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-429	Pre-requisitos: ELI-419: Electrónica de Potencia 1	Horas de docencia directa semanal: 4	Horas Cátedra: 0,4
Examen			Horas Otras: 3,6
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 9,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

Esta asignatura desarrolla una serie de habilidades prácticas y teóricas necesarias para el diseño e implementación de convertidores de potencia y sus respectivos esquemas de control en sistemas muestreados.

Las actividades de la asignatura se realizan principalmente en sesiones de laboratorio, basadas en material bibliográfico que incluye libros, artículos científicos, notas técnicas y material creado específicamente para esta asignatura.

Al finalizar esta asignatura, el alumno contará con competencias que le permitirán comprobar experimentalmente los desarrollos teóricos realizados en el área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos, las cuales utilizará durante el desarrollo de su tesis.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Aplica las técnicas de diseño de lazos de regulación y de seguimiento por posicionamiento de polos en variables de estado. Aplica el diseño de controladores por realimentación de estado, de observadores de estado y el modelado de perturbaciones generales.
- Aplica las técnicas de diseño de lazos de regulación y de seguimiento por posicionamiento de polos con la representación polinomial.
- Aplica técnicas para implementar controladores en tiempo continuo y discreto, considerando los problemas de redondeo y de condicionamiento numérico.
- Analiza topologías para la conversión estática de potencia aplicando hipótesis de funcionamiento, resolviendo las ecuaciones del sistema y comprobando la validez de los resultados en base al cumplimiento de los supuestos iniciales.
- Dimensiona los elementos necesarios para la conversión estática de potencia aplicando criterios de desempeño.
- Evalúa y propone diferentes alternativas de convertidores estáticos considerando las características propias de las diferentes aplicaciones.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.



Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo.
- Confecciona circuitos impresos de mediana complejidad para aplicaciones relacionadas con convertidores de potencia.
- Diseña y comprueba el correcto funcionamiento de módulos de software, firmware y hardware realizando pruebas de operatividad parcial y en conjunto.

6. Contenidos

1. Diseño de PCBs:
 - a. Diseño de esquemáticos
 - b. Ruteo de PCBs
 - c. Soldado de componentes through-hole y superficiales
 - d. Confección de conectores de control y potencia
2. Programación de plataformas de control digital
 - a. Uso de Procesadores Digitales de Señales (DSPs)
 - i. Programación en C y uso de compilador cruzado
 - ii. Uso de interrupciones
 - iii. Administración de memoria
 - iv. Uso de librerías especializadas
 - v. Interacción con el DSP vía puerto HPI
 - b. Uso de Dispositivos Lógicos Programables (PLDs)
 - i. Principios de PLDs
 - ii. Uso de firmware y modificación de firmware base de plataforma FPGA
 - iii. Uso de plataforma DSP-FPGA
3. Proyecto control convertidor de potencia
 - a. Control de corriente en inversor de dos niveles
 - i. Conexión de plataforma de control y plataforma
 - ii. Calibración de sistemas de mediciones y sistema de tiempo muerto
 - iii. Diseño e implementación de control de corriente en tiempo discreto
 - b. Control de avanzado de un convertidor de potencia

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Clase expositiva al inicio de cada experiencia
Lectura de material técnico y científico
Experiencias de laboratorio individuales o en grupos de dos estudiantes
Redacción de informes técnicos referentes a las actividades realizadas



8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	El proceso de evaluación y calificación consiste en la evaluación ponderada de tres informes, uno por cada unidad del curso. Calificación final: $NF = 0.25 I_1 + 0.25 I_2 + 0.5 I_3$
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Apunte “Manejo de la Plataforma Digital DSP+FPGA para el control de Accionamientos”, Pablo Lezana, Depto. Ingeniería Eléctrica, UTFSM, 2017.• Hojas de datos de diferentes circuitos integrados disponibles en internet.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• “Diseño e Ingeniería electrónica asistida con Protel DXP”, M. Torres y M.A. Torres, Alfaomega, 2005, ISBN: 970-1511018.• “The Verilog Hardware Description Language”, D. Thomas and P. Moorby, Springer, 5th Edition, 2008, ISBN: 978-03871402070891.• “TMS320C67x FastRTS Library”, Texas Instrument, http://www.ti.com/tool/MATHLIB• “Sistemas de control en tiempo discreto”, K. Ogata, Prentice-Hall, 2da Edición, 2000, ISBN: 978-9688805398.• “Control System Design”, G. Goodwin, S. Graebe, M. Salgado, Prentice-Hall, 1ra edición, 2000, ISBN: 978-0139586538.• Artículos científicos

Elaborado: Pablo Lezana Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Accionamientos Eléctricos Avanzados		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-431	Pre-requisitos: ELI-419: Electrónica de Potencia 1 ELI-426: Máquinas Eléctricas 1	Horas de docencia directa semanal: 3,9	Horas Cátedra: 0,4
Examen			Horas Otras: 3,5 (ayudantías)
Si:	No: X	Horas de Trabajo autónomo semanal: 9,4	
Horas de dedicación		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se estudiarán técnicas y esquemas de control avanzados en accionamientos eléctricos, incluyendo su aplicación a redes eléctricas y sistemas de conversión de energía eólica y fotovoltaica. Se estudiarán también algunos de los problemas técnicos asociados a la interacción entre convertidores estáticos, máquinas rotatorias y la red eléctrica.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Analiza topologías para la conversión estática de potencia aplicando hipótesis de funcionamiento, resolviendo las ecuaciones del sistema y comprobando la validez de los resultados en base al cumplimiento de los supuestos iniciales.
- Dimensiona los elementos necesarios para la conversión estática de potencia aplicando criterios de desempeño.
- Formula modelos dinámicos de máquinas de campo giratorio mediante la integración de las teorías de campos electromagnéticos, circuitos eléctricos, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales.
- Plantea e interpreta sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas mediante transformaciones y variables sustituto.
- Resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales representando el comportamiento dinámico de máquinas eléctricas mediante algoritmos numéricos.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar nuevas soluciones.



Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.

5. Resultados de Aprendizaje

- Identifica problemas relevantes y posibles soluciones en su temática de investigación.
- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías.
- Investiga de manera semi-autónoma un tema mediante la compilación, categorización resumen y crítica de un conjunto de artículos relacionados a un tema de investigación.
- Diseña esquemas de control de alto desempeño dinámico para convertidores estáticos de potencia en sistemas con máquinas eléctricas y/o redes eléctricas.
- Evalúa topologías y técnicas de control de convertidores estáticos de potencia y máquinas eléctricas, mediante el modelamiento y simulación de la operación de sistemas de conversión de energía eólica/fotovoltaica conectados a la red eléctrica o alimentando una carga aislada.
- Analiza problemas asociados a la interacción entre convertidores estáticos, máquinas rotatorias y la red eléctrica.

6. Contenidos

1. Introducción

- Introducción y aplicación de accionamientos eléctricos.
- Introducción a las fuentes renovables.
- Repaso de principio de funcionamiento y modulación de convertidores estáticos y sus diferentes topologías.
- Repaso de modelos dinámicos de máquinas eléctricas de campo giratorio.
- Problemas en interacción convertidor-motor.

2. Teoría

- Esquemas de control de alto desempeño dinámico de máquinas eléctricas:
 - Control por campo orientado y estimadores de flujo.
 - Control directo de torque.
 - Esquemas de control predictivo basado en modelos.
 - Introducción a métodos de control *sensorless*.
- Esquemas de control para convertidores estáticos de potencia de frente activo:
 - Seguidor de fase trifásico (*phase locked loop* - PLL) y control por tensión orientada.
 - Control de corriente de salida y tensión de enlace de corriente continua (*DC-link*).
 - Teoría de potencia instantánea para el control de potencia activa/reactiva.
 - Evaluación de la operación del convertidor bajo condiciones desbalanceadas y asimétricas de la red.

3. Sistemas de conversión de energía eólica/fotovoltaica

- Configuración *back to back* de convertidores.
 - Integración de sistemas de control máquina/red.
- Estudio de topología para sistemas de generación eólica:
 - Capacidad completa basados en máquinas sincrónicas de imanes permanentes (PMSG) y generador inducción jaula de ardilla (SCIG).



- Capacidad reducida para máquina de inducción doblemente excitadas (DFIG).
- Operación bajo fallas en el sistema eléctrico (*fault ride through*).
- Estudio de topología para sistemas de generación fotovoltaica.
 - Cadena (*string*) y multicadena (*multi-string*).
 - Seguidor de punto de máxima potencia (*Maximum Power Point Tracking* - MPPT).

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

1. Método expositivo/lección magistral.
2. Resolución de ejercicios teóricos.
3. Simulación de un sistema de accionamiento eléctrico.
4. Simulación de un sistema de generación renovable de energía.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<ul style="list-style-type: none">- Al menos cuatro evaluaciones parciales: dos tareas de simulación y dos certámenes.- No se considera la asistencia como condición de aprobación.
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Werner Leonhard. "Control of Electrical Drives". Springer, 2001• Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodríguez, "Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems", Wiley-IEEE, 1st edition 2011.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• B. Wu. "High-Power Converters and AC Drives, 2nd Edition". Wiley-IEEE Press, 2017.• T. Geyer. "Model Predictive Control of High Power Converters and Industrial Drives". Wiley, 2016.• T. Orłowska-Kowalska, F. Blaabjerg, J. Rodriguez. "Advanced and Intelligent Control in Power Electronics and Drives". Springer, 2014.• H. Akagi, E. Hirokazu, M. Aredes. "Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning, 2nd Edition". Wiley-IEEE Press, 2017.• Bimal K. Bose. "Modern Power Electronics and AC Drives". Prentice Hall, 2001.• Revistas especializadas del área

Elaborado: Jorge Juliet, Andrés Mora Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-449	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá acerca de modelos y métodos de solución para la operación de Sistemas Eléctricos de Potencia de gran envergadura, con énfasis en el modelamiento de las distintas instancias del proceso de operación y en los procedimientos de resolución más utilizados. En la primera parte de la asignatura, el estudiante conocerá las características de operación de distintas tecnologías de plantas de generación de energía eléctrica. Posteriormente, aprenderá sobre las problemáticas y las características de los modelos de operación y de predespacho de la generación, mediante la formulación y resolución de algoritmos de optimización. Finalmente, aprenderá a evaluar el estado de un SEP mediante la estimación de sus variables eléctricas.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Plantear y resolver las ecuaciones de flujo de potencia utilizando distintas formulaciones y métodos.
- Explicar y analizar la interacción entre las máquinas sincrónicas y el sistema eléctrico de potencia desde el punto de vista dinámico.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.



5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.
- Analiza la operación de un sistema eléctrico de potencia de gran envergadura mediante distintos algoritmos computacionales.
- Analiza las condiciones de operación de estado estacionario de un sistema eléctrico de potencia mediante el uso de flujos de potencia.
- Explica fundadamente las características y principios de operación de distintos tipos de plantas de generación.
- Plantea procesos de coordinación de la generación en distintas escalas de tiempo y niveles de detalle mediante su formulación como problemas de optimización.
- Plantea y resuelve el problema de flujo de potencia óptimo tanto en corriente continua como en corriente alterna.
- Evalúa el estado de un sistema eléctrico de potencia mediante la estimación de sus variables eléctricas.

6. Contenidos

Características de centrales generadoras

- Centrales de generación térmicas convencionales: de base, de punta, nucleares.
- Centrales de generación hidráulicas: de embalse, de pasada, de bombeo.
- Centrales de generación renovable.

Flujos de potencia

- Análisis de las condiciones de operación de estado estacionario de un sistema eléctrico de potencia mediante el uso de flujos de potencia.

Despacho económico de unidades térmicas

- El problema del despacho económico.
- Despacho de unidades térmicas sin considerar pérdidas en la red.
- Método de iteración en λ .
- Métodos de gradiente.
- Métodos de Newton.
- Despacho económico con funciones de costo lineal.
- Despacho económico usando programación dinámica.
- Despacho de unidades térmicas considerando pérdidas por transmisión.

Predespacho de la generación

- Restricciones en el predespacho de la generación.
- Reservas del sistema.
- Restricciones de unidades térmicas.
- Métodos de resolución del problema del predespacho.

Generación con limitaciones en el suministro de energía

- Restricciones de combustible.
- Contratos de use o pague.
- Coordinación hidrotérmica.
- Modelos de plantas hidroeléctricas.
- Unidades hidráulicamente acopladas y bombeo.



Flujo de potencia óptimo

- Cálculo del flujo de potencia óptimo combinando despacho económico y flujo de potencia.
- Flujo de potencia óptimo usando flujo de potencia en DC.
- Flujo de potencia óptimo usando flujo de potencia en AC.

Estimación de estado en Sistemas Eléctricos de Potencia

- Flujo en líneas.
- Estimación de estado y mediciones.
- Estimación de estado en redes AC.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La metodología de enseñanza consta de:

1. Clases magistrales y lectura de textos de referencia.
2. Trabajos prácticos de simulación en grupo con entrega de informes escritos.
3. Investigación, realización de informe y exposición de artículos de revistas científicas relacionadas a los tópicos de la asignatura.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en certámenes, tareas y trabajos. Se aplicarán al menos tres evaluaciones.</p> <p>Para aprobar la asignatura a nivel de postgrado el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de los certámenes, tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none">• J. Wood, B. F. Wollenberg, and G. B. Sheblé, <i>Power Generation, Operation and Control</i>, 3rd edition. Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience, 2013.• A. Gómez-Expósito, A. J. Conejo, and C. Cañizares, <i>Electric Energy Systems: Analysis and Operation</i>. CRC Press, 2008.
Bibliografía recomendada	<ul style="list-style-type: none">• E. Castillo, A. J. Conejo, P. Pedregal, R. García, and N. Alguacil, <i>Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science</i>, 1st ed. Wiley-Interscience, 2001.• Revistas especializadas del área.

Elaborado: Ignacio Calle Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Mercados y Regulación Eléctrica		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-450	Pre-requisitos: No tiene	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá los principales conceptos técnicos, legales y económicos asociados al funcionamiento y tarificación del sector eléctrico y a plantear problemas de toma de decisiones para el desarrollo de redes eléctricas. Además, adquirirá conocimientos acerca de las estructuras de costos e ingresos de empresas de generación, transmisión y clientes finales para poder diseñar alternativas de contratos y estrategias comerciales en los distintos mercados asociados al suministro de electricidad.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Identificar los componentes de un sistema eléctrico y los principales agentes que participan en mercados de energía.
- Plantear y resolver las ecuaciones de flujo de potencia utilizando distintas formulaciones y métodos.
- Explicar cómo se relacionan los agentes individuales en un mercado (consumidores y productores) mediante el uso de principios económicos.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.



- Plantea el problema de planificación de decisiones de inversión de largo plazo mediante la formulación de un problema de optimización.
- Analiza opciones de desarrollo de empresas generadoras mediante la estimación de sus ingresos operacionales y el estudio de sus planes de desarrollo.
- Diseña alternativas de contratos a grandes consumidores y estrategias comerciales en los distintos mercados asociados al suministro de electricidad.
- Evalúa los efectos de la incertidumbre en la toma de decisiones de largo plazo mediante la representación de aspectos probabilísticos en modelos de toma de decisiones.

6. Contenidos

Sector eléctrico

- Tipos de mercado en el sector eléctrico
- Principios regulatorios del sector eléctrico
- Caso chileno: Análisis de los principales aspectos de la Ley Eléctrica (DFL N°1 de 1982, del Ministerio de Minería). Descripción de los principales sistemas eléctricos: demanda, capacidad instalada, alternativas de desarrollo.

Principios de tarificación

- Tarificación a costo marginal, fundamentos económicos, costos marginales de corto y largo plazo, costo marginal de energía y costo marginal de capacidad, equilibrio financiero en mercados competitivos, análisis de riesgo.

Aplicaciones

- Tarificación de los sistemas eléctricos de distribución, sub-transmisión, transporte y generación. Análisis de alternativas tarifarias para clientes en áreas de concesión a empresas distribuidoras, peajes básicos y adicionales, valorización de transferencias, cálculo de precios de nudo.

Planeamiento y toma de decisiones para el desarrollo de sistemas eléctricos de potencia

- Planteamiento del problema, análisis del problema tradicional, representación de aspectos probabilísticos, planificación bajo incertidumbre, criterios de valor esperado, metodologías de solución. Estimación de ingresos operacionales de empresas generadoras, influencia de planes de desarrollo, estrategias de comercialización de energía.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La metodología de enseñanza consta de:

- Clases magistrales y lectura de textos de referencia.
- Trabajos prácticos de simulación en grupo con entrega de informes escritos.
- Investigación de estudios de caso.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación

La nota se basará principalmente en certámenes, tareas y trabajos con una fuerte componente de simulación computacional. Se aplicarán al menos tres evaluaciones.

Para aprobar la asignatura a nivel de postgrado el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.

La cantidad, ponderación específica y fechas de los certámenes, tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.



9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• E. Yáñez, E. Evans. <i>Derecho y regulación económica de la energía eléctrica</i>, Thomson Reuters, 2017• D. Kirschen, G. Strbac. <i>Fundamentals of Power System Economics</i>, Wiley, 2° edición, 2019• A. Conejo, L. Baringo, S. Jalal, A. Siddiqui, <i>Investment in Electricity Generation and Transmission: Decision Making under Uncertainty</i>, Springer, 2016
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Ignacio Perez-Arriaga (ed.). <i>Regulation of the Power Sector</i>. Springer, 2013• S. Stoft. <i>Power System Economics: Designing Markets for Electricity</i>, J. IEEE Press & Wiley, 2002• Wenyuan Li, <i>Probabilistic Transmission System Planning</i>. IEEE Press-Wiley, 2011• Fereidon P. Sioshansi, Wolfgang Pfaffenberger (ed.). <i>Electricity Market Reform: An International Perspective</i>. Elsevier 2006• Revistas especializadas del área.

Elaborado: Esteban Gil Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones: Actualización menor aprobada el 31/07/2020
---	--



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Modelos de Decisión en Sistemas de Energía y Potencia		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-453	Pre-requisitos: ELI-449: Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia 1 ELI-450: Mercados y Regulación Eléctrica	Horas de docencia directa semanal: 2	Horas Cátedra: 2
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 11,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá acerca de modelos, métodos de análisis y métricas para la toma de decisiones bajo incertidumbre en el sector energético, con énfasis en sistemas eléctricos de potencia (SEP) y mercados eléctricos considerando competencia perfecta e imperfecta. En la primera parte de la asignatura el estudiante conocerá y aplicará algunos métodos probabilísticos empleados en modelamiento de incertidumbre, con énfasis en el análisis de confiabilidad en SEP. En la segunda parte, el estudiante aprenderá a formular y resolver problemas de optimización bajo incertidumbre asociados a la toma de decisiones en el sector energético, con énfasis en la interpretación económica de las variables y como estas informan distintos diseños de mercado.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- De ELI-449 (Operación de Sistemas de Potencia 1)
- Plantea procesos de coordinación de la generación en distintas escalas de tiempo y niveles de detalle mediante su formulación como problemas de optimización.
 - Plantea y resuelve el problema de flujo de potencia óptimo tanto en corriente continua como en corriente alterna.
- De ELI-450 (Mercados y regulación eléctrica)
- Explica los principales conceptos técnicos, legales y económicos asociados al funcionamiento y tarifación de un sistema eléctrico.
 - Plantea el problema de planificación de decisiones de inversión de largo plazo mediante la formulación de un problema de optimización.
 - Evalúa los efectos de la incertidumbre en la toma de decisiones de largo plazo mediante la representación de aspectos probabilísticos en modelos de toma de decisiones.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

- Competencias Genéricas Transversales
- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.



- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.
- Formula modelos probabilísticos para variables aleatorias presentes en problemas del sector energético mediante lenguajes de programación enfocados al análisis estadístico.
- Analiza la confiabilidad de un sistema eléctrico de potencia desde los puntos de vista de suficiencia, seguridad, y resiliencia, mediante la estimación de métricas estandarizadas.
- Compara distintos diseños de mercados para energía, capacidad y flexibilidad a partir del conocimiento de modelos de mercado para competencia perfecta e imperfecta.
- Plantea problemas de programación de la operación y de planificación de largo plazo de sistemas de energía bajo incertidumbre, mediante un lenguaje de modelamiento algebraico.
- Resuelve problemas de programación y planificación bajo incertidumbre, mediante la descomposición y paralelización del problema.

6. Contenidos

Métodos probabilísticos y confiabilidad en sistemas de energía y potencia

Métodos probabilísticos

- Inferencia estadística
- Modelamiento de incertidumbre
- Procesos estocásticos y series de tiempo
- Simulación de Monte Carlo

Confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia

- Métricas de confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia
- Suficiencia y valor de capacidad
- Resiliencia en sistemas eléctricos de potencia

Optimización y mercados eléctricos

Competencia en mercados eléctricos

- Desregulación y competencia
- Diseños de mercado
- Mercados de energía, capacidad y flexibilidad

Modelos técnico-económicos de mercados eléctricos

- Optimización y dualidad: Interpretaciones económicas
- Modelos de competencia perfecta
- Modelos de equilibrio y teoría de juegos

Programación de la operación



<ul style="list-style-type: none"> • Variables de decisión de operación: ¿Quién? ¿Cuánto? ¿Cuándo? • Formulación matemática del problema: Función objetivo y restricciones • Flujo de carga óptimo, despacho, pre-despacho, y coordinación hidro-térmica • Modelamiento de generación, transmisión, almacenamiento y restricciones sistémicas <p>Planificación del sector energético</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decisiones de inversión: ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cuánto? • Formulación matemática del problema: Función objetivo y restricciones • Simplificaciones y aproximaciones al problema <p>Formulación y solución de problemas de optimización bajo incertidumbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelamiento de la incertidumbre a través de conjuntos de escenarios • Programación robusta y programación estocástica • Descomposición y paralelización de problemas de optimización

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

<p>La metodología de enseñanza consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas. • Juegos interactivos. • Simulaciones computacionales realizadas por los estudiantes. • Elaboración de informes asociados a las simulaciones. • Lectura de artículos relevantes.
--

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

<p>Requisitos de aprobación y calificación</p>	<p>La nota se basará en tareas y trabajos con una fuerte componente de simulación computacional. Se aplicarán al menos cuatro evaluaciones</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de entrega de las tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
--	--

9. Recursos para el aprendizaje

<p>Bibliografía Básica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Daniel Kirschen, Goran Strbac, Fundamentals of Power System Economics, Wiley, 2° edición 2019. • Roy Billinton, Ronald Allan, Reliability Evaluation of Power Systems, Springer, 1996. • Stephen Boyd, Lieven Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004
<p>Bibliografía Recomendada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Paul Cowpertwait, Andrew Metcalfe, Introductory Time Series with R, Springer, 2009. • Roy Billinton, Wenyuang Li, Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods, Springer, 1994. • Joshua Taylor, Convex Optimization of Power Systems, Cambridge University Press, 2015.



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Elaborado: Esteban Gil	Observaciones:
Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018	Actualización menor aprobada el 31/07/2020
Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-454	Pre-requisitos: ELI-449: Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia 1	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá acerca de modelos, métodos y herramientas de simulación de fenómenos estáticos y dinámicos en sistemas eléctricos de potencia, con un énfasis en la estabilidad y seguridad del sistema.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Plantea y resuelve el problema de flujo de potencia óptimo tanto en corriente continua como en corriente alterna.
- Analizar la operación de un sistema eléctrico de potencia de gran envergadura mediante distintos algoritmos computacionales.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.



- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías.
- Modela y simula fenómenos dinámicos con distintas escalas de tiempo en sistemas eléctricos de potencia mediante herramientas de simulación computacional.
- Reconoce conceptos asociados a fenómenos de estabilidad angular, de tensión, y de frecuencia mediante el estudio de casos reales.
- Identifica situaciones de riesgo en la operación de un sistema eléctrico de potencia mediante la interpretación de resultados de simulación dinámica.

6. Contenidos

Modelado de componentes y sistemas

- Máquina síncrona
- Mecanismos de control de la máquina síncrona
 - Regulador automático de velocidad
 - Regulador automático de tensión

Análisis de sistemas

- Conceptos básicos de estabilidad
- Flujo de potencia
 - Análisis de contingencia

Estabilidad de tensión

- Definiciones
- Conceptos básicos
 - Bifurcación de nodo tipo silla
 - Bifurcación inducida por el límite
- Flujo de potencia de continuación (CPF)
- Métodos directos
- Índices
- Protecciones y controles
- Ejemplo de caso real: apagón norteamericano de agosto de 2003

Estabilidad angular

- Definiciones
- Pequeña perturbación
 - Hopf Bifurcations
 - Control y mitigación
 - Aplicaciones prácticas
- Estabilidad transitoria (grandes perturbaciones)
 - Dominio del tiempo
 - Métodos directos
 - Criterio de áreas iguales
 - Funciones de energía
- Ejemplo de caso real: mayo de 1997 Apagón chileno

Estabilidad de frecuencia

- Definiciones
- Conceptos básicos
- Protecciones y controles
- Ejemplo de caso real: octubre de 2003, apagón italiano
- Ejemplo de caso real: noviembre de 2006, apagón europeo



Herramientas de simulación

- DigSilent.
- UWPFLOW
- Matlab

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La metodología de enseñanza consta de:

1. Clases expositivas
2. Lectura de textos de referencia y de artículos relevantes
3. Trabajos prácticos de simulación con entrega de informes escritos

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará principalmente en certámenes, tareas y trabajos. Se aplicarán al menos tres evaluaciones.</p> <p>Para aprobar la asignatura a nivel de postgrado el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de los certámenes, tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• Kundur, <i>Power system stability and control</i>, Mc Graw Hill, 1994.• P. Sauer and M. Pai, <i>Power system dynamics and stability</i>, IEEE Press-Wiley, segunda edición, 2017.• P. Anderson and A. Fouad, <i>Power System Control and Stability</i>, IEEE Press, segunda edición, 2003.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• R. Bergen and V. Vittal, <i>Power systems analysis</i>, Second Edition, Prentice-Hall, 2000.• C. A. Cañizares, Editor, <i>Voltage stability assessment: concepts, practices and tools</i>, IEEE-PES Power System Stability Subcommittee Special Publication, SP101PSS, May 2003.• Revistas especializadas del área.

Elaborado: Ignacio Calle, Esteban Gil, Víctor Hinojosa	Observaciones:
Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018	
Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Temas Emergentes en Sistemas de Energía y Potencia		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-455	Pre-requisitos: ELI-453: Modelos de Decisión en Sistemas de Energía y Potencia	Horas de docencia directa semanal: 2	Horas Cátedra: 2
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 11,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226 horas	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante investigará acerca de temas emergentes en energía y potencia, con énfasis en el área de sistemas y mercados eléctricos. Los temas emergentes a estudiar debieran calzar con alguna(s) de las siguientes categorías: (1) integración de nuevas tecnologías en el sector energético, (2) nuevos paradigmas en la operación y/o planificación de sistemas de energía y potencia, (3) nuevos diseños de productos y mercados para el sector energético, y (4) nuevos métodos para plantear y resolver problemas en sistemas de potencia y energía. El estudiante deberá poder argumentar acerca de las dimensiones técnica, económica, medioambiental, social y regulatoria de los temas investigados.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

- Formula modelos probabilísticos para variables aleatorias presentes en problemas del sector energético mediante lenguajes de programación enfocados al análisis estadístico.
- Compara distintos diseños de mercados para energía, capacidad y flexibilidad a partir del conocimiento de modelos de mercado para competencia perfecta e imperfecta.
- Plantea problemas de programación de la operación y de planificación de largo plazo de sistemas de energía bajo incertidumbre mediante un lenguaje de modelamiento algebraico.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.



- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.

Competencias Específicas Disciplinarias

- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.

- Identifica problemas relevantes y posibles soluciones en distintos ámbitos de los sistemas eléctricos.
- Investigar de manera semi-autónoma un tema emergente en el área de sistemas de energía y potencia mediante la compilación, categorización, resumen y crítica de un conjunto de artículos relacionados a un tema de investigación.
- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías en los sistemas de energía y potencia argumentando desde las perspectivas técnica, económica, medioambiental, social y regulatoria.

6. Contenidos

Para cada categoría de temas emergentes se listan un conjunto de tópicos a modo de ejemplo. Por ende, el objetivo del curso no es cubrirlos todos, sino solo aquellos que sean relevantes al momento de dictarse el curso y que se encuentren alineados con los intereses del profesor y los alumnos.

Integración de nuevas tecnologías el sector energético

Ejemplos:

- Generación renovable variable
- Sistemas de almacenamiento
- Redes inteligentes
- Vehículos eléctricos
- Generación distribuida

Nuevos paradigmas en la operación y/o planificación de sistemas de energía y potencia

Ejemplos:

- Optimización no lineal
- Sistemas de protección integrados
- Sincrofasores
- Big data

Diseños novedosos de productos y mercados en el sector energético

Ejemplos:

- Respuesta de demanda



- Respuesta inercial
- Mercados de servicios complementarios

Nuevos métodos para plantear y resolver problemas en sistemas de energía y potencia

Ejemplos:

- Computación paralela
- Métodos de optimización
- Métodos de aprendizaje de máquinas
- Simulación en tiempo real (*hardware in the loop*)

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clases expositivas, tipo seminario.
- Lectura de artículos relevantes discutiendo el estado del arte.
- Tareas cortas de investigación de distintos temas emergentes.
- Exposiciones de los estudiantes acerca de las tareas de investigación realizadas.
- Proyecto final de investigación estudiando el estado del arte en un tema específico.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La nota se basará en tareas de investigación y en un proyecto final elegido por el estudiante. Se aplicarán al menos tres evaluaciones. Las tareas tendrán una ponderación de 60% y el trabajo final de 40%.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de entrega de las tareas y trabajos serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• IEEE Power & Energy Magazine (revista mensual)
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Revistas especializadas del área.

Elaborado: Esteban Gil Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Temas Avanzados en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica 1		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-411	Pre-requisitos: Los que exija el Programa y/o el profesor de la asignatura equivalente.	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No:		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá técnicas de modelamiento y análisis, con una orientación hacia las ciencias de la ingeniería, que conduzcan a la definición y desarrollo de la investigación asociada a su Tesis. La asignatura equivalente puede pertenecer a programas de otros departamentos o instituciones de una lista previamente aprobada por el Comité de Programa e incluida en el anexo, o por otra asignatura que deberá ser evaluada y visada por parte tanto del tutor como del Director de Programa. La asignatura equivalente deberá tener a lo menos ocho créditos SCT-Chile.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los requisitos de entrada y prerrequisitos adicionales serán fijados por el Programa y/o el profesor de la asignatura equivalente.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias genéricas transversales

1. Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
2. Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
3. Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias específicas disciplinares

1. Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.



2. Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
3. Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

Los resultados de aprendizaje serán definidos en el programa de la asignatura equivalente.

6. Contenidos

Curso avanzado de modelamiento físico y/matemático conducente a la definición y desarrollo de la investigación asociada a su Tesis. Los contenidos específicos de la asignatura equivalente serán definidos por el profesor.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La modalidad de trabajo será fijada por el profesor de la asignatura equivalente.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La evaluación de los resultados de aprendizaje estará definida en el programa de la asignatura equivalente.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de entrega de las instancias de evaluación serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• La bibliografía básica estará definida en el programa de la asignatura equivalente.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• La bibliografía adicional recomendada será definida por el profesor de la asignatura equivalente.

Elaborado: Esteban Gil Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Temas Avanzados en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica 2		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-412	Pre-requisitos: Los que exija el Programa y/o el profesor de la asignatura equivalente.	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No:		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante aprenderá técnicas de modelamiento y análisis, con una orientación hacia las ciencias de la ingeniería, que conduzcan a la definición y desarrollo de la investigación asociada a su Tesis. La asignatura equivalente puede pertenecer a programas de otros departamentos o instituciones de una lista previamente aprobada por el Comité de Programa e incluida en el anexo, o por otra asignatura que deberá ser evaluada y visada por parte tanto del tutor como del Director de Programa. La asignatura equivalente deberá tener a lo menos ocho créditos SCT-Chile.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los requisitos de entrada y prerrequisitos adicionales serán fijados por el Programa y/o el profesor de la asignatura equivalente.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias genéricas transversales

4. Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
5. Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
6. Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias específicas disciplinares

4. Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.



5. Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
6. Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

Los resultados de aprendizaje serán definidos en el programa de la asignatura equivalente.

6. Contenidos

Curso avanzado de modelamiento físico y/matemático conducente a la definición y desarrollo de la investigación asociada a su Tesis. Los contenidos específicos de la asignatura equivalente serán definidos por el profesor.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La modalidad de trabajo será fijada por el profesor de la asignatura equivalente.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	<p>La evaluación de los resultados de aprendizaje estará definida en el programa de la asignatura equivalente.</p> <p>Para aprobar la asignatura el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70.</p> <p>La cantidad, ponderación específica y fechas de entrega de las instancias de evaluación serán informadas a los estudiantes al principio de cada semestre.</p>
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ul style="list-style-type: none">• La bibliografía básica estará definida en el programa de la asignatura equivalente.
Bibliografía Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• La bibliografía adicional recomendada será definida por el profesor de la asignatura equivalente.

Elaborado: Esteban Gil Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Actividades Formativas Electivas		Créditos SCT-Chile: 8	Créditos USM: 4
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-413	Pre-requisitos:	Horas de docencia directa semanal: 3	Horas Cátedra: 3
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No:		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 10,3	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 226	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante adquirirá conocimientos y habilidades que le servirán para la definición y desarrollo de la investigación asociada a su Tesis a través de un conjunto de cursos y/o asignaturas equivalentes. Estas pueden corresponder a: (i) Una asignatura (o conjunto de asignaturas) perteneciente a Programas de otros departamentos o instituciones, (ii) Una asignatura de especialización de la malla de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica de un área diferente a la suya, (iii) Un conjunto de cursos, seminarios y/o talleres especializados.

Para que sean equivalentes, el conjunto de actividades formativas electivas deberá sumar a lo menos ocho créditos SCT-Chile.

En todos los casos, el conjunto de cursos y/o asignaturas deberá ser evaluado y visado respecto a su pertinencia y equivalencia por parte del tutor y del Director de Programa.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los requisitos de entrada y prerrequisitos adicionales serán fijados por el profesor o supervisor de cada actividad formativa.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que podría contribuir.

Competencias genéricas transversales

7. Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
8. Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
9. Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias específicas disciplinares

7. Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.



8. Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.
9. Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

Los resultados de aprendizaje serán definidos de manera separada para cada actividad formativa.

6. Contenidos

Los contenidos específicos serán definidos por el profesor o supervisor de cada actividad formativa.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

La modalidad de trabajo será fijada por el profesor o supervisor de cada actividad específica.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	La evaluación de los resultados de aprendizaje estará definida en el programa de cada actividad formativa. En caso de llevar nota, para aprobar la actividad el promedio ponderado de las evaluaciones debe ser igual o superior a 70. En caso de no llevar nota, su aprobación deberá ser indicada por el profesor/supervisor en base a un cumplimiento de las metas esperadas superior al 70%.
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	La bibliografía básica estará definida en el programa de cada actividad formativa.
Bibliografía Recomendada	La bibliografía adicional recomendada será definida por el profesor o supervisor de cada actividad formativa.

Elaborado: Esteban Gil Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Seminario de Investigación en Ingeniería Eléctrica 1		Créditos SCT-Chile: 2	Créditos USM: 2
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-415	Pre-requisitos:	Horas de docencia directa semanal: 1.5	Horas Cátedra: 2
Examen			Horas Otras: 0
Si:	No: X	Horas de Trabajo autónomo semanal: 2	Tiempo total de dedicación cronológica: 60
Horas de dedicación			
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

En esta asignatura el estudiante participará de un conjunto de charlas acerca de temas de investigación desarrollados por alumnos y profesores del programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica, así como por expertos invitados. La asignatura tiene un formato de seminario donde se discuten temas desde los puntos de vista de las distintas áreas del programa.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Ingreso al programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que podría contribuir.

Competencias genéricas transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética, en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico, para beneficio de la sociedad.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador, para ampliar el conocimiento y aportar a nuevas soluciones.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

Competencias específicas disciplinares

- Diseñar y ejecutar actividades de laboratorio y/o simulación tendientes a validar las hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
- Diseñar y/o implementar soluciones a problemas en el ámbito de la electrotecnia, mediante modelamiento matemático-computacional e integración de tecnologías en sistemas eléctricos, para realizar investigación aplicada y/o innovación.



- Desarrollar estrategias de modelamiento, control y/o toma de decisiones, en sistemas eléctricos bajo incertidumbre, para mejorar su desempeño.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Identifica problemas relevantes y posibles soluciones en distintos ámbitos de los sistemas eléctricos.
- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías en ingeniería eléctrica, argumentando desde las perspectivas técnica, económica, medioambiental, social y regulatoria.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.

6. Contenidos

Los contenidos específicos vendrán dados por las temáticas de las charlas y el tema de investigación elegido por el estudiante.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Participación en charlas de alumnos y profesores del programa.
- Participación en charlas sobre temáticas de investigación que organice el Departamento.
- Trabajo de investigación personal en torno a un tema.
 - Para alumnos de primer año, la investigación personal puede ser la discusión crítica de un artículo.
 - Para alumnos con mayor grado de avance en su Tesis, la presentación puede enfocarse en su revisión bibliográfica, metodología y/o resultados.
- Presentación del estudiante acerca de su investigación.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	La actividad es evaluada por el profesor de la asignatura a través de la valoración de la presentación del estudiante y de su participación en las charlas realizadas en el contexto de la actividad. El profesor deberá consignar la aprobación o reprobación de la misma (sin nota).
---	--

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	Revistas especializadas del área.
---------------------	-----------------------------------

Elaborado: Esteban Gil y Alejandro Angulo Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: Aprobado por CCDIP. Fecha:	Observaciones:
---	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Seminario de Tesis		Créditos SCT-Chile: 16	Créditos USM: 9
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-476	Pre-requisitos: Aprobar al menos 40 SCT de las asignaturas obligatorias y electivas del plan de estudio.	Horas de docencia directa semanal: 1	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras: 1
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 27	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 476 horas cronológicas	
Área de Conocimiento (OCDE) : Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

La asignatura de Seminario de Tesis es una actividad curricular diseñada para que el estudiante elabore su Propuesta de Tesis. El estudiante debe elegir un tema asociado al área de especialización escogida guiado por un profesor del Programa perteneciente al Cuerpo de Directores de Tesis. En el curso de la actividad el estudiante debe trabajar en: (i) Introducción de la temática investigada, (ii) Descripción del problema, (iii) Definición de objetivos específicos y resultados esperados, (iv) Diseño y método de investigación, y (v) Redacción de un informe escrito.

Al finalizar la asignatura el estudiante deberá entregar un trabajo escrito (la Propuesta de Tesis) que dé cuenta del avance de su investigación, de acuerdo a los aspectos establecidos previamente para su evaluación por parte del Comité de Programa.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los resultados de aprendizaje señalados en las asignaturas del programa.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico para beneficio de la sociedad.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.



5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Identifica problemas relevantes y posibles soluciones en su temática de investigación.
- Formula propuestas de investigación considerando hipótesis, objetivos, metodología, plan de trabajo, recursos y resultados esperados, bajo la guía de un investigador.
- Investiga de manera semi-autónoma un tema mediante la compilación, categorización, resumen y crítica de un conjunto de artículos relacionados a un tema de investigación.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.

6. Contenidos

Los contenidos que se indican más bien obedecen a las etapas del trabajo que el estudiante deberá desarrollar durante la actividad curricular:

1. Introducción de la temática investigada.

- a. Descripción general del contexto en el que se sitúa el tema a investigar.
- b. Estudio del estado del arte y de la técnica.

2. Descripción del problema.

- a. Planteamiento y descripción general del problema a investigar.
- b. Documentar la relevancia e impacto de resolver el problema a investigar.

3. Definición de alcances y resultados esperados de la investigación.

- a. Hipótesis de trabajo.
- b. Objetivo general y específicos.
- c. Identificación de resultados medibles para cada objetivo específico.

4. Diseño y método de investigación.

- a. Metodología a utilizar.
- b. Plan de trabajo.
- c. identificación de recursos involucrados.

5. Redacción de Propuesta de Tesis.

Al finalizar el Seminario de Tesis, el estudiante deberá entregar un trabajo escrito (la Propuesta de Tesis) que dé cuenta del avance de su investigación.

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Considerando los resultados de aprendizaje de la actividad curricular, la metodología de trabajo es la siguiente:

- Reuniones periódicas entre el estudiante y el profesor.
- Revisión de literatura relevante al tema de investigación.
- Elaboración de informes de avance.
- Preparación de Propuesta de Tesis.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	El Seminario de Tesis es evaluado por el Comité de Programa a través de la valoración de la contribución propuesta y la calidad de la Propuesta de Tesis. El Director de Tesis deberá consignar la aprobación o reprobación de la misma (sin nota). En caso de no ser aprobada, la propuesta de Tesis debe ser revisada y modificada por el estudiante sobre la base de los comentarios recibidos y podrá ser sometida solo una vez más a evaluación.
---	---



9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	1. David Evans, Paul Gruba, Justin Zobel, <i>“How to Write a Better Thesis”</i> . Springer, New York, 2014.
---------------------	---

Elaborado: Comité de Programa Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018 Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018	Observaciones:
--	----------------



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Tesis		Créditos SCT-Chile: 24	Créditos USM: 14
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Eléctrica			
Sigla: ELI-490	Pre-requisitos: ELI-476: Seminario de Tesis	Horas de docencia directa semanal: 1	Horas Cátedra: 0
Examen			Horas Otras: 1
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo semanal: 41	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 714	
Área de Conocimiento (OCDE) : Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

La asignatura de Tesis es una actividad curricular destinada a que el estudiante desarrolle un trabajo personal de investigación que debe aportar creativamente en la profundización de un tema específico en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o bien en un contexto multidisciplinar. El trabajo a desarrollar en esta asignatura es continuación del Seminario de Tesis. El estudiante debe desarrollar su investigación, analizar, discutir y validar los resultados obtenidos, elaborar conclusiones y comunicar de manera efectiva la investigación desarrollada bajo la supervisión de su Director de Tesis. Concluye con un informe escrito y la elaboración de al menos un artículo. Posterior a la aprobación de la asignatura, el informe escrito de la Tesis será presentado para una nueva evaluación por parte del Comité de Evaluación de la Tesis, previo a la rendición de su Examen de Grado.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos *

*Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.

Los que corresponden a las condiciones de aprobación de la asignatura de Seminario de Tesis:

- Contar con una Propuesta de Tesis aprobada por el Comité de Programa.

4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias genéricas transversales

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico para beneficio de la sociedad.
- Desarrollar actividades de investigación y/o innovación en proyectos, en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, o en un contexto multidisciplinar, bajo la guía de un investigador.
- Comunicar metodologías, resultados y conclusiones, de manera efectiva, en forma oral y escrita, para contribuir al desarrollo de la disciplina.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Reflexiona acerca de las consecuencias de su trabajo actuando con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional.
- Investiga de manera semi-autónoma un tema mediante la compilación, categorización, resumen y crítica de un conjunto de artículos relacionados a un tema de investigación.



- Distingue y explica las oportunidades, limitaciones y posibles aplicaciones de nuevas tecnologías y metodologías.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su trabajo a sus pares y/o profesores.
- Documenta y comunica efectivamente los resultados de su investigación a la comunidad científica.

6. Contenidos

El trabajo de Tesis deberá constituir una contribución original al conocimiento, de nivel equivalente a publicaciones en conferencias o revistas con comité editorial. Los contenidos que se indican obedecen a las etapas del trabajo que el estudiante deberá desarrollar bajo la supervisión de su Director de Tesis.

1. Desarrollo de la investigación.

- a. Recolección de datos o levantamiento de información.
- b. Análisis teórico y formulación de la solución a un problema identificado.

2. Análisis de resultados de la investigación.

- a. Análisis de datos.
- b. Validación práctica o por simulación.

3. Escritura del informe escrito de Tesis.

- a. Documentar aspectos relevantes del trabajo realizado.
- b. Reportar, comparar y discutir resultados.
- c. Presentar conclusiones y sugerir líneas de trabajo.

4. Elaboración de artículos-

A partir de su trabajo de investigación, el estudiante deberá preparar al menos un artículo para ser enviado a una conferencia o a una revista indexada (ISI, SCOPUS, entre otros).

7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

Considerando los resultados de aprendizaje de la actividad curricular, la metodología de trabajo es la siguiente:

- Reuniones periódicas entre el estudiante y su Director de Tesis.
- Revisión de literatura relevante al tema de investigación.
- Desarrollo de la investigación.
- Preparación de artículos científicos e informes de avance.
- Redacción del informe escrito de la Tesis.

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	La evaluación de la asignatura de Tesis será llevada a cabo por su Director de Tesis, quien deberá consignar la aprobación o reprobación de la misma (sin nota) en base a su valoración de la contribución al conocimiento y la calidad del informe escrito de la Tesis y los artículos elaborados. Posterior a la aprobación de la asignatura, el informe escrito de la Tesis será nuevamente evaluado por el Comité de Evaluación de la Tesis previo a la rendición de su Examen de Grado, según los criterios estipulados en el Reglamento Interno del Programa.
---	---

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	David Evans, Paul Gruba, Justin Zobel, "How to Write a Better Thesis". Springer, New York, 2014.
---------------------	--



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

<p>Elaborado: Comité de Programa</p> <p>Aprobado por Consejo de Departamento. Fecha: 05/09/2018</p> <p>Aprobado por CCDIP. Fecha: 16/08/2018</p>	<p>Observaciones:</p>
--	-----------------------



ANEXO 5

Laboratorios, equipamiento e instalaciones para la ejecución del Programa

I.- Campus Casa Central:

1) Área Alta Tensión

El área de Alta Tensión del Departamento de Ingeniería Eléctrica cuenta con los únicos laboratorios de Alta Tensión de uso académico existentes en el país. Sus instalaciones y equipos pueden ser usadas por alumnos de postgrado e investigadores del área.

LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN (LAT)		
Ubicación	B-235	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	4	3
	Para actividades de postgrado e investigación, hay espacio físico y bancos de trabajo suficientes para no interferir con la cantidad de grupos indicada arriba.	
Medidas	Se dispone de un área interior de aproximadamente 300 m ² construidos, más un campo de prueba a la intemperie (patio de ensayos), de 200 m ²	
Utilización del laboratorio:		
<p>Este laboratorio se encuentra orientado tanto a la actividad académica (investigación y docencia) como a la prestación de servicios a las industrias del área.</p> <p>En el ámbito académico se orienta a la docencia en ramos del área de Alta Tensión de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica y a la docencia e investigación en el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica, área Alta Tensión.</p> <p>También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Jornada de Puertas abiertas (octubre de cada año)</p>		
Recursos:		
1. Campo de prueba Se dispone de un área interior de aproximadamente 300 m ² construidos, espacio que se desglosa de la siguiente manera:		
<ul style="list-style-type: none">• Sala principal de ensayos de 80 m² de superficie, con una altura neta libre de 7 m, apto para ensayos de 300 kV tensión alterna, 400 kV tensión continua y 800 kV tensión de impulso.• Dos salas de ensayos didácticos, de 40 m² de superficie, con altura neta libre de 3,50 m, aptos para ensayos de 200 kV de tensión alterna o continua y 400 kV de tensión de impulso.• Sala blindada a señales electromagnéticas, con una superficie de 36 m², altura neta 2,80 m.		



- Pañol, subestación interior, espacios diversos, 60 m².
- Segundo nivel con oficinas, 40 m².

Paralelamente, se dispone de un campo de prueba a la intemperie (patio de ensayos), de 200 m² aproximadamente, de los cuales 150 m² cuentan con losa de hormigón y el resto forma un área de ensayos de contaminación natural de aislaciones.

2. Alimentación de Potencia

Se dispone de una subestación independiente de 75 kVA, 12 kV / 400V, que recibe alimentación en 12 kV desde el tendido público, mediante acometida subterránea. El transformador tiene derivaciones de regulación en alta tensión y pantalla electrostática entre devanados, a fin de prevenir interferencias mutuas entre el laboratorio y el sistema de distribución.

3. Malla de Puesta a Tierra

Todo el campo de pruebas, tanto en su parte cubierta como a intemperie, está provisto de una doble malla de puesta a tierra, una profunda en conductor de cobre AWG 4/0 y otra de superficie, en fierro enmallado (ACMA), embebido en el hormigón. Bajo esta malla de superficie existe una red de canalizaciones, que permite disponer los cables de medida de los ensayos con adecuada protección mecánica y de interferencias electromagnéticas

4. Sistema de Ensayos de Corriente Alterna

El LAT cuenta con tres transformadores de ensayo, a saber:

- 1 transformador AEG, 125.000 / 400 V, 15 kVA, 100 mA permanentes, en tanque metálico, refrigeración natural.
- Dos transformadores HAEFELY, 100 kV / 220 V, 7,5 kVA, 5 minutos por hora, en tanque aislado, con devanado terciario para conformar una cascada de 200 kV.
- Fuente serie resonante 400 kV, 50 Hz, 2 A, con medición de descargas parciales analógicas y digitales.

Se dispone además de divisores capacitivos de tensión, de 50 y 500 pF, para las fuentes de alta tensión mencionadas de 200 kV, pudiendo conectarse en serie para medir hasta 400 kV.

Cada unidad está provista de su respectiva caja de control para la regulación de la tensión, que incluye protección de sobrecorriente en alta y baja tensión, así como un doble sistema de enclaves de seguridad.

5. Fuente de Corriente Alterna frecuencia VLF (Very Low Frequency)

- Fuente BAUR 24 kV_{rms}, 0,1-0,01 Hz, con medición de factor de pérdidas.
- Fuente BAUR 28 kV_{rms}, 1,0-0,1 Hz.

6. Fuente de Corriente Continua, HAEFELY

- Sistema de generación 400 kV con 5 mA, en ambas polaridades. Se monta sobre una plataforma móvil, y es fácilmente desarmable para ser transportado a terreno. Incluye elementos de control, protección y medida, así como difusores de campo para limitar descargas corona.

7. Amplificador de alta tensión, Trek

- Sistema electrónico de amplificación de tensión, marca Trek Inc., modelo 20-20C-HS, ganancia 2000, tensión máxima de salida 20 kV_{peak}, 20 mA y 5 kHz de ancho de banda.

8. Sistema de Impulso de Baja Energía, HAEFELY

- Consiste de un generador de dos etapas, para ondas de impulso tipo rayo y maniobra, de hasta 400 kV de amplitud, con 1200 J de energía. Dispone de control electrónico de disparo, divisor capacitivo de 500 pF, sistema oscilográfico digital y voltímetro electrónico de valor máximo.



- Generador de Impulsos Repetitivo (500 V) para medir la distribución transitoria de potenciales en aisladores y devanados.

9. Sistema de Impulso de Alta Energía, HAEFELY

- Consiste de un generador de 12 etapas, para ondas de impulso tipo rayo y maniobra, de 900 kV, con 18 kJ de energía.

10. Sistema de Impulso de Alta Energía, USIM, para ensayos en terreno

- Este sistema ha sido desarrollado por académicos de la unidad, y consiste de una cascada de 10 etapas de 120 kV cada una, conformando un circuito MARX de dos condensadores por etapa. Su energía máxima es 36 kJ. Su concepción es tal, que permite su total montaje y desmontaje en algunas horas y puede ser embalado para transporte a distancia y operación en terreno. Su control es electrónico y posee un sistema oscilográfico digital, que permite procesar las señales por computador.

11. Sistema de Ensayos Dieléctricos

Para el ensayo de materiales aislantes de diverso tipo se dispone de los siguientes equipos:

-Sistema para medición de capacidad y factor de pérdidas de materiales sólidos y líquidos, consistente en:

- Puente de medición Messwandler-Bau (MWB) C-tan δ , con rangos (0-11.000) $\cdot C_n$ en capacidad y (0-1000) $\cdot 10^{-6}$, 10^{-5} ... 10^{-2} en factor de pérdidas. Frecuencia de medición, 50 ó 60 Hz. Se dispone de puentes MWB.
- Puente PRESCO de rangos similares al MWB.
- Indicador de cero oscilográfico MWB, con filtro de armónicas incorporado.
- Condensador patrón en gas a presión (SF6) para 140kV, 37,57pF.
- Condensadores patrones sólidos PRESCO 100kV, 1000pF.
- Condensadores de ensayo de tres electrodos para probetas sólidas y líquidas.

-Sistema de medición de descargas parciales, que consiste en:

- Medidor de descargas parciales MWB, modelo TEM 77, con filtros de banda amplia (30-400 kHz), y de banda estrecha (1 indicación analógica y oscilográfica).
- Medidor de descargas parciales MICAMAXX digital.
- Medidos de descargas parciales OMICROM, sistema de adquisición MPD600, controlador MCU502, cable de fibra óptica, sistema de batería MPP600 y *software* básico.

-Sistema Keithley para medición de parámetros dieléctricos en CC., consistente en:

- Fuente estabilizada de 3000 V, 6 mA.
- Electrómetro digital, con rangos hasta 10^{-12} A.
- Picoamperímetro, con rangos hasta 10^{-9} A.

- Otros instrumentos:

- Medidores de resistencia de aislamiento AEMC 5070 hasta 5kV.
- Osciloscopio digital Keysight Infiniium S Series, 2.5 GHz, 4 canales, 20 GS/s, 200 Mpts/CH
- Medidor de Rigidez Dieléctrica de aceites marca BAUR con juego de vasos ASTM 877, 1434, 1816.
- Cámaras de ensayo para gases en vacío y presión, con diversos juegos de electrodos.
- Puente de medición de líneas equipotenciales, en modelos a escala (papel resistencia o cubeta electrolítica).
- Medidor de resistividad de terreno y resistencias de puesta a tierra.
- Divisor resistivo patrón 100 kV.
- Calibrador FLUKE 5500A.
- Medidor de respuesta en frecuencia de transformadores Megger FRAX101.
- Generador de pulsos ensayos SURGE 10 kV.



- Osciloscopios varios (TEKTRONIX).
- Divisores de tensión capacitivos y resistivos.
- Sondas de corriente núcleo ferrita y aire.
- TTR y TVR marca Megger modelo TTR310 80V.
- Medidor de resistencia de contacto marca Megger MTO210.
- Medidor de Conductividad, en líquidos Xylem, modelo "Cond 3110".
- Telurómetro de Alta frecuencia MEGABRAS, modelo TM-35R

11 Recursos Computacionales

Hardware:

- Computadores PC tipo escritorio y portátiles para estudios y mediciones.
- Estación de trabajo PC, alto desempeño, según sigue:

Nombre	Procesador	RAM [GB]	Observación
PC_TRELIAT	i7-4930K 3.4 GHz	64	Placa madre Asus Sabertooth X79
PC_FRACTAL	i7-5930K 3.5 GHz	64	Placa madre MSI MB X99A
PC_SIMET	AMD RYZEN 9 3900X	32	
Monitor Samsung 24"			
Monitor LG 29UM68			(2560x1080)
Monitor Viewsonic VA226			
Monitor LG 22M38H			
UPS 1			APC 650VA
UPS 2			APC 500VA
UPS 3			APC 700VA
UPS 4			APC 950VA
Impresora mono laser			Samsung ML-2165W

Software:

- Programas EMTP y ATP para análisis de transitorios en redes eléctricas.
- Programa MATLAB y SIMULINK.

Ensayos que pueden ser realizados en el LAT

1. Ensayo de materiales aislantes

- Medición de parámetros dieléctricos: permitividad, factor de pérdidas, conductividad.
- Características de rigidez dieléctrica en campo continuo, alterno o de impulso.
- Características de absorción y dispersión dieléctrica de materiales.
- Ensayos normalizados de dieléctricos líquidos, según normas ASTM, DIN, IEC, BS.

2. Ensayos no destructivos en transformadores de condensadores de alta tensión

- Mediciones dieléctricas ($C - \tan \delta$).
- Corriente de absorción.
- Descargas parciales
- Distribución de tensiones transitorios en devanados.
- Análisis de aceite.

3. Ensayo de impulso a transformadores de potencia con nivel básico de aislación (N8A) hasta 900 kV, y ondas normalizadas 1,2/50, 250/2500, 20/500.



4. Ensayos de cables de alta y baja tensión

- Mediciones dieléctricas ($C - \tan \delta$).
- Descargas parciales.
- Corriente de absorción.
- Resistencia de aislación
- Resistencia eléctrica
- Localización de fallas

5. Ensayos de recepción de máquinas rotatorias de alta tensión (motores y generadores)

- Corriente de absorción.
- Parámetros dieléctricos ($C - \tan \delta$).
- Descargas parciales.
- Sobretensión controlada.

6. Ensayo de elementos de líneas de transmisión

- Comportamiento de aislación contaminada.
- Rigidez dieléctrica longitudinal de aisladores de vidrio y porcelana (ensayo de flash-over).
- Ensayos de impacto mecánico.
- Distribución de potenciales estacionarios y transitorios en cadenas de aisladores.

7. Ensayos diversos

- Medición de resistividad de terreno.
- Medición de resistencia de puesta a tierra.
- Medición de interferencia electromagnética en cables blindados y cabinas de medición.
- Medición de resistencia de contactos.

Accesibilidad:

Los alumnos tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.

Los alumnos tesistas, memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.

Observaciones



2) Área Máquinas y Accionamientos Eléctricos

Laboratorio de Investigación en Accionamientos Eléctricos (**LIAcE**):

Se cuenta con un laboratorio especializado en accionamientos eléctricos modernos, el LIAcE, el que es usado regularmente por estudiantes de postgrado para realizar el trabajo experimental correspondiente a su Tesis de Grado, por ayudantes de investigación y por investigadores.

El LIAcE cuenta con el siguiente equipamiento e instalaciones:

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS (LIAcE)		
Ubicación	B-133	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	5	1
Medidas	6,15 x 6 m (36,9 m ²) ; h = 3,5 m	
Utilización del laboratorio:		
Laboratorio principalmente orientado a la investigación en las áreas de Accionamientos Eléctricos, Máquinas Eléctricas y Electrónica de Potencia. Su característica es el uso intensivo de técnicas modernas para realizar estudios en estas áreas, en especial el uso de procesadores digitales de señales (DSP) y convertidores estáticos para controlar máquinas eléctricas, corriente u otras variables relevantes. No sólo es utilizado por tesis de postgrado, profesores e investigadores, sino también por memoristas y ayudantes de pregrado. También se ha trabajado en el desarrollo de experiencias de laboratorio para incluirlas en laboratorios de pregrado.		
Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">• 4 tableros<ul style="list-style-type: none">- Alimentación CA 380V 3φ 50 Hz.- Alimentación CA 380V 3φ 40 a 60 Hz.- Alimentación CC de 100 a 300 V CC / 150 A.- Alimentación CA de 40 a 300 V CC / 35 A.		



- Enchufes 220V 50 Hz.
- 5 bancos de trabajo, equipados con mesón, repisa y estructura para fijar elementos pesados.
- 7 DSP (procesador digital de señales) de punto flotante, modelo TMS320C6713 de la firma Texas Instruments.
- 1 DSP de punto fijo, modelo TMS320C6455 de la firma Texas Instruments.
- 7 plataformas digitales en base a FPGA XC2S400, donde se ha programado periféricos adicionales para los DSP.
- 7 plataformas digitales en base a FPGA XC6SLX16, donde se ha programado periféricos adicionales para los DSP.
- 20 puntas diferenciales de tensión DP-25.
- 15 transductores de corriente CC-CA, rangos 10 A-100 A, 0-100kHz.
- 1 transductor de corriente CA (tipo bobina Rogowski) con rangos 60-600-6000 A.
- 3 transductores de corriente CC-CA N2782B, rango 30 A, 0-50MHz.
- 3 osciloscopios marca Agilent Technologies, modelo DSO6014A, 4 canales, 100 MHz, 2 GSa/s.
- 1 osciloscopio marca Agilent Technologies, modelo MSO6014A, 4 canales, 100 MHz, 2 GSa/s.
- 1 osciloscopio marca Agilent Technologies, modelo MSO7034B, 4 canales, 350 MHz, 2 GSa/s.
- 1 osciloscopio marca Agilent Technologies, modelo MSO-X 4024A, 4 canales, 200 MHz, 5 GSa/s.
- 1 generador de señales marca RIGOL DG1022.
- 2 máquinas asincrónicas marca Marelli, 5,5 kW, 380 V, 11,61 A, 1440 rpm, dotadas de encoder incremental.
- 1 máquina sincrónica de imanes permanentes marca SSD Drives, 7,48 kW, 400 V, 2600 rpm, dotada de resolver.
- Convertidor de frecuencia asociado a máquina SSD Drives, marca SSD Drives, modelo 637f, con control vectorial y programable vía PC. Salida hasta 447 V, 600 Hz, 22 A.
- Convertidor de frecuencia marca Parker, modelo 690, con control vectorial y programable vía PC. Salida hasta 460 V, 23 A.
- Convertidores varios, construidos en el LIAcE para investigaciones terminadas, los que pueden ser usados en nuevos trabajos: convertidor multicelda en cascada de cinco celdas por fase, 40 A por fase y transformador de alimentación asociado. Convertidor condensador flotante. Convertidor NPC. Rectificador doble estrella con transformador de interfase, 200 V, 80 A. Inversor trifásico de dos niveles, 380 V, 40 A (dos unidades armadas y circuitos impresos disponibles para nuevas unidades).
- 6 PC de laboratorio para programar plataformas digitales de control, para realizar simulación y para trabajo de oficina.
- 5 fuentes de laboratorio GPS-3303: tensión continua variable hasta +-30 V, 3 A, con fuente fija de 5 V y regulación de corriente máxima.
- 3 transformadores multipulso, para alimentar convertidores estáticos.
- 1 fuente programable generadora de señales de potencia de forma de onda arbitraria, marca Chroma, modelo 61704. Fuente de 6 kVA, 0-300 V, 15-1200 Hz.
- 1 fuente para puntas de corriente, Keysight, N2779A.
- 2 variac trifásicos 380 V, 20 A, con rectificador incorporado para generar tensión continua variable entre 0 y 550 V, 20 A.
- 2 variac trifásicos 380 V, 10 A.
- 1 resistor de potencia 600 V, 8 kW.
- 2 resistores de potencia trifásicos.
- 1 cámaras térmicas, para realizar mediciones de temperatura y tomar fotografías o capturar videos relativos a fenómenos térmicos.
- 1 estación de soldadura ERSA i-con2.
- 6 sondas de medición de corriente Keysight N2782-B
- 2 fuentes para sondas de corriente Keysight N2779-A
- Varios: Herramientas de trabajo variadas, mobiliario adecuado, disponibilidad de componentes electrónicas, tarjetas electrónicas variadas, elementos de medición adicionales.



El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.
Accesibilidad:
Los alumnos tesistas, memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto. Alumnos de pregrado pueden ingresar bajo la tutela de un profesor.
Observaciones
Los instrumentos de medición listados son de uso exclusivo para este laboratorio. La proximidad y la disposición física del recinto, permite realizar experiencias conjuntas con el Laboratorio de Máquinas Eléctricas y con el Laboratorio de Accionamientos Eléctricos de pregrado, con lo que es posible usar algunos elementos de estos últimos también.

En el área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos el Departamento de Ingeniería Eléctrica cuenta, además de con el LIAcE (postgrado), con tres laboratorios en pregrado (Conversión Electromecánica de Energía, Máquinas Eléctricas y Accionamientos Eléctricos). Es política del Departamento permitir el uso de los laboratorios de docencia de pregrado para actividades de investigación, si ellas no interfieren con el desarrollo de las actividades de docencia. Se lista a continuación el equipamiento e instalaciones de los laboratorios de pregrado mencionados:

LABORATORIO DE CONVERSIÓN ELECTROMECAÁNICA DE ENERGÍA		
Ubicación	B-227	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	6	3
Medidas	12,5 x 6,5 m (81 m ²) ; h = 3,5 m	
Utilización del laboratorio:		



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica.

Además, este Laboratorio se ha empleado en el desarrollo de algunas memorias de titulación.

Recursos:

- 6 máquinas eléctricas generalizadas marca Hampden, 5 kW.
- 1 transformadores generalizados marca Hampden.
- Juegos de cables de conexión.
- Máquinas e instrumentos de panel.
- 7 tableros + 1 general
 - Alimentación CA 380V 3 ϕ 50 Hz.
 - Alimentación CA 380V 3 ϕ 40 a 60 Hz.
 - Alimentación CC de 0 a 240 V CC / 0 a 50 A CC.
 - Enchufes 220V 50 Hz.
- 1 Proyector.
- 2 computadores personales.

El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos de pregrado tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.

Los alumnos memoristas pueden trabajar solos, autorizados por el profesor guía.

Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones

Este laboratorio también puede ser habilitado como sala de clases, con una capacidad de 15 alumnos.

LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS		
Ubicación	B-128	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	6	3



Medidas	25,5 x 6,5 m (167,75 m ²) ; h = 3,5 m
Utilización del laboratorio:	
<p>Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica.</p> <p>También presta servicios en asignaturas de carreras ofrecidas por otras unidades que son dictadas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica.</p> <p>También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Jornada de Puertas abiertas (octubre de cada año).</p>	
Recursos:	
<ul style="list-style-type: none">• 9 tableros + 1 general de control<ul style="list-style-type: none">- Alimentación CA 380V 3ϕ 50 Hz.- Alimentación CA 380V 3ϕ 40 a 60 Hz.- Enchufes 220V 50 Hz.• 3 grupos rotatorios generadores de corriente continua con capacidad de regeneración a la red principal<ul style="list-style-type: none">- 1 de 100 V a 300 V CC / 150 A.- 2 de 40 V a 300 V CC / 35 A.• 2 grupos Impulsor – Generador (potencia máxima en CA 12 kVA)<ul style="list-style-type: none">- Máquina de CC (impulsora).- Máquina de CA (sincrónica).- Máquina de CC (excitatriz).• 1 banco de trabajo motor asincrónico 1ϕ (rotor tipo jaula)-mesa de torque con freno magnético de 2 kW máximo + disco de inercia.• 2 dínamo basculante para acoplar máquinas bajo ensayo: AEG (11,8 kW como motor, 15 kW como generador) y Garbe-Lahmeyer (7,5 kW). Cada dínamo cuenta con plataformas de acoplamiento ajustables.• 1 máquina generalizada (marca MAWDSLEYS).• 4 máquinas de CC.• 6 máquinas asincrónicas 3ϕ (rotor tipo jaula).• 1 máquina asincrónica 3ϕ (rotor tipo devanado 2ϕ).• 1 máquina asincrónica 3ϕ (rotor tipo devanado 3ϕ).• 3 desfasadores.• 2 transformadores aisladores 1ϕ de 220 / 220 V.• 2 transformadores aisladores 1ϕ de 220 / 440-220-110 V.• 2 transformadores 3ϕ de 380 / 55-110 V.• 1 transformador 3ϕ de 519-380 / 90x2 V.	



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

- 4 transformadores 380 V primario, dos secundarios en estrella 150 V de fase con derivación en 50 V. Múltiples bornes en primario para lograr distintas configuraciones de desfase (aplicación en convertidores).
- 8 transformadores adicionales de potencia (>4 kVA) con capacidad de diversas conexiones, derivaciones y niveles de tensión en primario y secundario.
- 9 váriacs 3 ϕ de 380 V, 20 A, con rectificador 3 ϕ incorporado para generar tensión continua variable entre 0 y 550 V, 20 A.
- 5 váriacs 3 ϕ de 380 V, 15 A. Otros váriac 1 ϕ de capacidades menores.
- 1 banco de experimentación motor de corriente continua 5,1 kW-máquina asincrónica 4 HP, con discos de inercia. Máquina de corriente continua controlada por convertidor de corriente continua en cuatro cuadrantes, marca SSD Drives, modelo 590p, de 560 V, 15 A.
- 1 banco de experimentación motor de corriente continua 11 kW-máquina sincrónica de doble eje 5 kVA-máquina asincrónica 10 HP, con mesa de torque instalada en máquina asincrónica. Máquina de corriente continua controlada por convertidor de corriente continua en cuatro cuadrantes, marca SSD Drives, modelo 590p, de 560 V, 40 A.
- 1 banco prototipo para experiencias con control digital, consistente en PC, DSP programable, tarjetas de interfaz, convertidor de frecuencia y motor asincrónico de 5,5 kW.
- 3 analizadores de energía marca AEMC, modelo 8333 cada uno con tres tenazas de corriente MN193-BK.
- 6 módulos integrados de medidores de energía con salida analógica (4-20mA ó +-10V), compuestos por medidores de energía marca SATEC modelo PM130EH-PLUS, más módulos de salida analógicos (accesorio) para equipos SATEC PM130EH-PLUS. Estos módulos sirven para realizar control automático o para monitorear con registro oscilográfico.
- 2 resistores de 11 kW, 380 V.
- 1 resistor de 5 kW, 380 V.
- 1 resistor de 1 kW, 380 V.
- 3 resistores 1 ϕ de 25 A, 220 V.
- 3 resistores 1 ϕ de 50 A, 110 V.
- 1 resistor 1 ϕ de 30 A, 440 V.
- 1 resistor 3 ϕ de 20 A, 240 V.
- Múltiples resistores de potencia de menor capacidad que los listados, condensadores de potencia, condensadores de alisamiento, reactores, instrumentos de medición y otros, disponibles en Pañol.

El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos de pregrado tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.

Los alumnos memoristas pueden trabajar solos, autorizados por el profesor guía.

Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones



La proximidad y la disposición física del recinto permiten realizar experiencias conjuntas con el Laboratorio de Accionamientos Eléctricos

Este laboratorio se utiliza también en la asignatura “Laboratorio de Máquinas C” que se dicta para la carrera de Ingeniería Civil Mecánica.

El laboratorio podría destinarse hasta a 9 grupos de trabajo simultáneo, pero por razones de seguridad se ha restringido a sólo 6 grupos.

LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS		
Ubicación	Acceso por B-128	
Capacidad laboratorio	Nº de grupos / unidades de trabajo	Nº de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	4	3
Medidas	7,4 x 6 [m] (44,4 [m ²]) ; h = 3,5 m	
Utilización del laboratorio:		
<p>Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica.</p> <p>También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Semana Sansana y de Puertas abiertas (octubre de cada año).</p> <p>Además se emplea en el trabajo experimental de memoristas y en proyectos de investigación</p>		
Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">• 4 tableros + 1 general<ul style="list-style-type: none">- Alimentación CA 380V 3φ 50 Hz.- Alimentación CA 380V 3φ 40 a 60 Hz.- Alimentación CC de 100 a 300 V CC / 150 A.- Alimentación CA de 40 a 300 V CC / 35 A.- Enchufes 220 V 50 Hz.• 2 juegos de transformadores para hacer conexiones.• 2 transformadores 3φ de 5 columnas 380 / 50-90 V.• 1 transformador 3φ de 5 columnas 658-380 / 63,5-110-127-220 V.• 1 panel de control Leybold Didactic más dos paneles de pared para almacenar diversos componentes electrónicos modulares de aplicación variada: control de velocidad, control de corriente, control de tensión, control de potencia.• 4 máquinas de CC de 220 V, 1 kW.• 3 máquinas sincrónicas de 380 V, 1 kW.• 3 máquinas asíncronas, una de rotor devanado 3φ.		



- 2 máquinas sincrónicas de imanes permanentes, cada una con su convertidor.
- 2 convertidores dual con control de velocidad para máquina CC, para experiencias de control de potencia en generador sincrónico. Control V/F.
- 1 Convertidor de frecuencia marca Parker, serie AC30V, de 5,5 kW. Control V/f, vectorial y vectorial sensorless.
- 1 Convertidor de frecuencia marca Parker, serie AC30V, de 7,5 kW. Control V/f, vectorial y vectorial sensorless.
- 1 Inductor de línea para convertidores, 1,5 mH, 18 A, para estudios de armónicas.
- 1 Resistor monofásico de 9 kW (para frenado permanente de máquinas controladas por convertidor).
- 3 convertidores de frecuencia para alimentación y control de máquinas asincrónicas
- 1 freno controlado por computador.
- 8 circuitos de disparo 1 ϕ - 2 ϕ - 3 ϕ - 24 pulsos.
- Diversos semiconductores de potencia de distinta capacidad de corriente y tensión (SCR - Diodo - Triac – IGBT).

El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos de cursos regulares tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.

Los alumnos memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.

Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones

El Laboratorio de Accionamientos Eléctricos comparte el espacio físico con el Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia (pregrado).

La proximidad y la disposición física del recinto permiten realizar experiencias conjuntas con el Laboratorio de Máquinas Eléctricas y usar varios elementos de este último también. En particular, se suele utilizar muchas de las máquinas de mayor potencia y transformadores disponibles en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas, debido a que las asignaturas que utilizan ambos laboratorios tienen lugar en semestres distintos.



3) Área Sistemas de Energía y Potencia

Laboratorio de Investigación en Sistemas Eléctricos de Potencia (**LISEP**):

Laboratorio con fines de investigación que cuenta con 13 puestos de trabajo, para labores principalmente de simulación y estudios avanzados en Sistemas de Energía y Potencia. Cuenta con equipos y redes computacionales acordes al poder requerido para estudios en el área:

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA (LISEP)			
Ubicación	B-236		
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo	
	13	1	
Medidas	8,7 x 3,1 m (27 m ²) ; h = 3,6 m		
Utilización del laboratorio:			
Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la investigación y desarrollo de Tesis de Grado para estudios avanzados en el área de Sistemas de Energía y Potencia, por lo que cuenta con equipamiento computacional de alto poder, redes computacionales y servidor de licencias de programas.			
Recursos:			
Nombre	Procesador	RAM [GB]	Observación
PC LICENCIA (DIRECTOR)	Intel Pentium Dual 1.6 GHz		2 Aloja licencia Xpress, DigSilent, ETAP
UPS 1			APC Smart-UPS 3000
UPS 2			APC Smart-UPS 3000
PCSIM-SEP-00	2 x Xeon E5-2630	32	
PCSIM-SEP-01	1 x Core i7-960	24	
PCSIM-SEP-02	1 x Core i7-960	24	
PCSIM-SEP-03	1 x Core i5-2400	8	
PCSIM-SEP-04	1 x Core 2 Duo		
PCSIM	1 x Core i7-950	6	
PCSIM-SEP-XX	2 x Xeon E5-2630	64	
PCSIM-SEP-YY	2 x Xeon E5-2630	64	
PCSIM-SEP-ZZ	2 x Xeon E5-2630	128	
Switch LISEP			D-Link DES-1024D
Access Point			TP-Link TL-WA901ND



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Impresora			Brother HL-2270DW
Monitor HP 19"			HP S1033
Monitor Samsung 19"			Samsung SyncMaster 933
Monitor Samsung 20"			Samsung SyncMaster S20B300
Monitor Dell 27"			Dell S2740L
Monitor Samsung 17"			Samsung SyncMaster 733NW
Monitor Samsung 17"			Samsung SyncMaster 743NX
PC-CORE I7	Intel Core i7 4790	16	Clio
MyCloud EX4100			Dos Discos duros 2T
Monitor LG			FLATRON 22EA53VQ
Monitor Samsung 17"			Samsung SyncMaster 733NW
Monitor Samsung 17"			Samsung SyncMaster 733NW
Monitor Samsung 17"			Samsung SyncMaster 940NW
Cafetera Oster			
<p>En este laboratorio se cuenta con licencia de los siguientes programas: Matlab, DigSilent Power Factory, XPress, CPLEX, PLP, ETAP y Gurobi.</p>			
<p>Accesibilidad:</p>			
<p>Los alumnos tesistas, memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.</p> <p>Alumnos de pregrado pueden ingresar bajo la tutela de un profesor.</p>			
<p>Observaciones</p>			
<p>Los puestos de trabajo permiten trabajar también con computadores personales o <i>notebooks</i>, para conectarlos a la red del laboratorio y así utilizar la capacidad de procesamiento del equipo computacional existente.</p> <p>La Universidad también cuenta con VPN, el que puede ser solicitado por el Director del Programa para académicos y alumnos que lo requieran, con el cual se puede acceder a la red por vía remota, aprovechar la capacidad computacional del laboratorio, y de esa forma correr simulaciones y acceder a resultados.</p>			



II.- Campus Santiago San Joaquín

1) Área Alta Tensión

El área de Alta Tensión del Departamento de Ingeniería Eléctrica cuenta con los únicos laboratorios de Alta Tensión de uso académico existentes en el país. Sus instalaciones y equipos pueden ser usadas por alumnos de postgrado e investigadores del área.

LABORATORIO DE ALTA TENSIÓN (LAT)		
Ubicación	Edificio LIDAT	
Capacidad laboratorio	Nº de grupos / unidades de trabajo	Nº de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	2	5
	Para actividades de postgrado e investigación, hay espacio físico y bancos de trabajo suficientes para no interferir con la cantidad de grupos indicada arriba.	
Medidas	Se dispone de un área interior de aproximadamente 136m ² construidos. Laboratorio tienen una altura de 12 m	
Utilización del laboratorio:		
<p>Este laboratorio se encuentra orientado tanto a la actividad académica (investigación y docencia) como a la prestación de servicios a las industrias del área.</p> <p>En el ámbito académico se orienta a la docencia en ramos del área de Alta Tensión de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica y a la docencia e investigación en el programa de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica, área Alta Tensión.</p> <p>También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Jornada de Puertas abiertas (octubre de cada año)</p>		
Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">• 1 tester para aceite dpa marca baur• 1 unidad de control de temperatura sg121 samgor technology• 1 sellador al vacío• 1 punta de corriente modelo mn103 aemc• 1 detector de tensión sin contacto modelo 275hvd• 1 bomba de vacío modelo mm56p2 220 v marca carpanelli• 1 equipo portátil para pruebas de aislamiento modelo mtc2 marca schleich• 1 transformador de corriente de alta frecuencia tipo ct17 pdtech• 2 puntas de tensión para osciloscopio ppe 6kv le croy• 2 puntas de prueba para osciloscopio de at 200 mhZ pr2000b• 1 generador de funciones dg4062 60mhZ 500 msA/S rigol• 1 equipo medidor de tangente delta sg 2008 samgor technology• 1 estación meteorológica la crosse tech• 1 fast current transformer fct-028-2,5 #3206 bergoz instrumentation• 1 telurómetro digital marca megabras modelo mtd 20kwE		



- 1 tarjeta de adquisición de datos national instruments
- 1 cámara termográfica modelo ti175 urlvision
- 1 Cromatógrafo portátil GC2 marca ECH
- 1 Analizador de bobinados y motores MCT2 marca Schleich
- 1 Ensayador de aceites aislantes DPA marca BAUR
- 1 Analizador de espectro + VNA Master, marca Anritsu
- 1 PDCheck Control marca Techimp
- 1 teo150-75hv test transformer terco
- 1 srpo,5/4e control desk terco
- 1 ck150 capacitor coupling terco
- 1 hv9150 peak voltmeter terco
- 1 hv9106 high voltage connection terco
- 1 ck300 capacitor coupling terco
- 1 mf 500 measuring spark gap terco
- 1 hv9134-a vessel for vacuum and pressure terco
- 1 hv9135 corona cage terco
- 1 hv9144 compressed gas capacitor terco
- 1 hv 300-35pf measuring capacitor terco
- 4 hv9109 connection cup terco
- 2 hv9130 low voltage divider terco
- 2 hv9106 high voltage connection terco
- 2 hv9106-3 high voltage connector terco
- 1 hv9146 capacitor coupling terco
- 1 hv9153-d (dtm-d) partial discharge measuring system terco
- 1 dv9158 difference module terco
- 1 hv9157 filter insert for broadband terco
- 1 hv9103 control desk terco
- 1 hv9105 single-pH. ac-voltage test transf terco
- 1 hv9107 discharge rod terco
- 4 hv9108 connecting rod terco
- 13 hv9109 connection cup terco
- 8 hv9110 floor pedestal terco
- 4 hv9111 high voltage silicon rectifier terco
- 3 hv9112 smoothing capacitor/impulse capacit terco
- 2 hv9113 measuring resistor terco
- 1 hv9114 earthing switch terco
- 8 hv9119 spacer tube terco
- 2 hv9120 load capacitor terco
- 2 hv9121 charging resistor terco
- 2 hv9122 wave front resistor terco
- 2 hv9123 wave tail resistor terco
- 8 hv9124 insulating rod terco
- 2 hv9125 sphere gap terco
- 1 hv9126 drive for sphere gap terco
- 1 hv9138 top electrode terco
- 1 hv9141 measuring capacitor/cm100 terco
- 4 hv9191 component stand terco
- 1 hv9131 triggering device terco
- 2 hv9130 low voltage divider terco
- 1 hv9132 electronic trigger sphere terco
- 1 hv9150 peak voltmeter terco



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

<ul style="list-style-type: none">• 1 hv9151 dc voltmeter terco• 1 hv9152 impulse voltmeter terco• 1 hv9118 space bar terco• 1 hv9133 measuring spark gap terco• 1 hv9137 oil testing cup terco
Accesibilidad:
Los alumnos tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor. Los alumnos tesistas, memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.
Observaciones



2) Área Máquinas y Accionamientos Eléctricos

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS (LIAcE)		
Ubicación	Edificio E, Segundo Piso	
Capacidad laboratorio	Nº de grupos / unidades de trabajo	Nº de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	4	1
Medidas	10 x 4 m (40m ²) ; h = 2.80 m	
Utilización del laboratorio:		
<p>Laboratorio principalmente orientado a la investigación en las áreas de Accionamientos Eléctricos, Máquinas Eléctricas y Electrónica de Potencia. Su característica es el uso intensivo de técnicas modernas para realizar estudios en estas áreas, en especial el uso de procesadores digitales de señales (DSP) y convertidores estáticos para controlar máquinas eléctricas, corriente u otras variables relevantes. No sólo es utilizado por tesis de postgrado, profesores e investigadores, sino también por memoristas y ayudantes de pregrado. También se ha trabajado en el desarrollo de experiencias de laboratorio para incluirlas en laboratorios de pregrado.</p>		
Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">• 4 tableros<ul style="list-style-type: none">- Alimentación CA 380V 3ϕ 50 Hz.- Alimentación CC de 100 a 300 V CC / 150 A.- Enchufes 220V 50 Hz.• 1 Microlab Box dSpace• 5 bancos de trabajo, equipados con mesón, repisa y estructura para fijar elementos pesados.• 15 puntas diferenciales de tensión DP-25.• 4 osciloscopio marca Agilent Technologies, modelo DSOX3014A, 4 canales, 100 MHz, 2 GSa/s.• 1 osciloscopio marca Agilent Technologies, modelo MSOX3014A, 4 canales, 100 MHz, 2 GSa/s.• 1 máquina sincrónica de imanes permanentes marca SSD Drives, 7,48 kW, 400 V, 2600 rpm, dotada de resolver.• 1 Convertidor de frecuencia asociado a máquina SSD Drives, marca SSD Drives, modelo 637f, con control vectorial y programable vía PC. Salida hasta 447 V, 600 Hz, 22 A.• 1 Convertidor de frecuencia marca Parker, modelo 690, con control vectorial y programable vía PC. Salida hasta 460 V, 23 A.• 2 inversores trifásicos 2 niveles de 80 y 120 A• 3 drivers e IGBTs• 6 DSP starter kit (DSK) para microprocesador TMS 320C6713(16Mb)• 2 PC de laboratorio para programar plataformas digitales de control, para realizar simulación y para trabajo de oficina.• 5 fuentes de laboratorio GPS-3303: tensión continua variable hasta +-30 V, 3 A, con fuente fija de 5 V y regulación de corriente máxima.		



- 3 transformadores multipulso, para alimentar convertidores estáticos.
- 1 fuente programable generadora de señales de potencia de forma de onda arbitraria, marca Chroma, modelo 61704. Fuente de 6 kVA, 0-300 V, 15-1200 Hz.
- 2 variac trifásicos 380 V, 20 A, con rectificador incorporado para generar tensión continua variable entre 0 y 550 V, 20 A.
- 2 resistores de potencia trifásicos.
- 1 estación de soldadura ERSA i-con2.
- 1 banco de baterías de 4 baterías 12 V
- 1 Convertidor marca MPP, control de paneles solares y banco de baterías
- 1 Convertidor para generación eólica
- Varios: Herramientas de trabajo variadas, mobiliario adecuado, disponibilidad de componentes electrónicos, tarjetas electrónicas variadas, elementos de medición adicionales.
- 2 osciloscopios 4 canales 100 MHz, 2GSa/S, almacenamiento digital, modelo DSOX1204G, marca KEYSIGHT. Incluyen 4 puntas pasivas de 150MHz, 10MOHM/11pF; 10:1 300Vrms, CAT II. modelo N2841A.

El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos tesistas, memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.

Alumnos de pregrado pueden ingresar bajo la tutela de un profesor.

Observaciones

Los equipos y máquinas aquí listados son de uso exclusivo para este laboratorio.

Es política del Departamento permitir el uso de los laboratorios de docencia de pregrado para actividades de investigación, si ellas no interfieren con el desarrollo de las actividades de docencia. Se lista a continuación el equipamiento e instalaciones de los laboratorios de pregrado mencionados:

LABORATORIO DE CONVERSIÓN ELECTROMECAÁNICA DE ENERGÍA		
Ubicación	Edificio E, Primer piso	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	9	3
Medidas	10 x14.80 m (148 m ²) ; h = 3,10 m	



Utilización del laboratorio:

Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica. Además, este Laboratorio se ha empleado en el desarrollo de algunas memorias de titulación. También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Semana Sansana y de Puertas abiertas (octubre de cada año). Además se emplea en el trabajo experimental de memoristas y en proyectos de investigación.

Recursos:

- 1 máquinas eléctricas generalizadas marca Hampden, 220/380V AC 3 ϕ 50Hz
- Juegos de cables de conexión.
- 9 tableros + 1 general
 - Alimentación CA 380V 3 ϕ 50 Hz.
 - Alimentación CC de 0 a 600 V CC / 0 a 20 A CC.
 - Enchufes 220V 50 Hz.
- 3 Grupos Generador Sincrónico Trifásico –Electrodinómetro Dínamo Freno
- 3 Grupos Motor Asincrónico con Rotor Bobinado –Electrodinómetro Dínamo Freno
- 3 Grupos Motor/Generador de Corriente continua con Poliexcitación Separada, Compuesta, Serie – Electrodinómetro Dínamo Freno
- 10 multímetro análogo kyoritsu
- 5 multímetro digital uni-t trms ut60e
- 9 multímetro digital average east sun dt9202
- 5 multímetro digital uni-t trms ut71a
- 2 multímetro de banco digital b&k precisión modelo 5491b
- 8 multímetro digital de mano agilent modelo u1242b
- 2 multímetro universal lcr marca bk precisión modelo 879b
- 1 multímetro de banco digital marca agilent modelo 34401^a
- 2 osciloscopio digital gw instek gds 1022
- 10 osciloscopio digital marca rigol modelo ds1064b
- 2 osciloscopio digital marca rigol modelo ds1104z
- 10 amperímetro de tenazas acdc modelo 503 aemc
- 10 amperímetro medidor corriente de fuga modelo 0565 aemc
- 17 amperímetro de tenazas trms + potencia modelo f09 aemc
- 10 amperímetro de tenazas trms ac/dc modelo 380942 extech instruments
- 1 puente wheatstone kelvin marca tinsley modelo qj31e
- 1 analizador de calidad de energía fluke modelo 1735
- 2 analizador de potencia y calidad de energía aemc modelo 3945-b
- 10 analizador de redes satec modelo pm 130h plus
- 1 megohmetro digital modelo 1050 aemc
- 5 megohmetro digital modelo 1026 aemc
- 10 fuente de poder dc mastech hy3003d-3
- 10 fuente de poder dc mcp m10-dp 305e
- 10 fuente de poder dc para laboratorio gw instek modelo gps 3303
- 5 generador de funciones bk precision modelo 4001^a
- 5 generador de funciones bk precision modelo 4003^a
- 3 indicador de rotación fases & motor modelo ms5900 marca mastech
- 2 Tacómetro AEMC 1725
- 3 Estroboscopio PCE modelo OM15



- 2 punta diferencial dp 100
- 8 punta de corriente AEMC AC/DC modelo SL261
- 10 punta de corriente AEMC AC modelo MN261
- 18 punta diferencial de tensión modelo CT2593 CallTest
- 1 variac trifásico tipo htn450/30 3/500 30a; 23,4kva; 79,3 kg; ip20
- 12 transformador de control monofásico tipo seco Novoelectric 120 va, 220/2X20 v; 50 Hz
- 10 fuente de poder continua 120 va, 220/±15 v. fabricación propia
- 10 fuente de poder continua 120 va, 220/±15 v. fabricación propia
- 10 variac trifásico 20 a 4800va; 415 VAC, Carrollmeynell cmv-20e-3
- 12 inductancia monofásica con núcleo móvil 220 v; 5 a; 50 hZ. 150 Mh
- 4 unidad capacitiva weg trifásica 480 vac; 7,5 kvar
- 12 unidad capacitiva weg monofásica 440vac; 3,3kvar
- inductancia monofásica tipo seco 220 v; 5 a; 50 hZ. 2; 10; 30; 80; 120; 140 Mh
- 6 banco de resistencias variables; 2700w;220/380v; marca ev
- 3 banco de inductores variables; 1350va;220/380v; 50hZ; marca ev
- 3 banco de condensadores variables; 1350va;220/380v; 50 hZ; marca ev
- 6 reactor monofásico tipo seco 1-2-3-4-5 Mh; 20a; 50 hZ; marca novoelectric
- 3 reactor monofásico tipo seco 6-7-8-9 Mh; 20a; 50 hZ; marca novoelectric
- 3 reactor monofásico tipo seco 10-20-30 Mh; 20a; 50 hZ; marca novoelectric
- 12 transformador control monofásico tipo seco 1kva; 220/110 v: 50 hZ
- 10 transformador de potencial; 25va; 480/120 v; clase 0,6; generic
- 10 transformador de corriente 5va 2,5-5-10-25-50/5 a, mah80-02 marca ganz
- 12 transformador control monofásico tipo seco 1kva; 220/110 v: 50 hZ
- 18 transformadores de corriente t15, 40a:5a. marca hobut; ct151m40/5-2.5/3. riel din. IP20.
- 12 transformador de control monofásico tipo seco novoelectric 120 va, 220/2X20 v; 50 hz
- 9 unidad digital de medición; 100va; 220 v; 50hZ; elettronica veneta
- 9 unidad mecánica de medición elettronica veneta
- 3 medidor de ángulo de torque modelo mac-2, elettronica veneta
- 5 tacogenerador, modelo m-16/ev, elettronica veneta
- 9 sensor de velocidad, cordón marca tasker; c116; 4X0.14-26awg

El laboratorio cuenta también el apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos de pregrado tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.
Los alumnos memoristas pueden trabajar solos, autorizados por el profesor guía.
Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones

Este laboratorio, el espacio físico, está destinado para los Laboratorios de Máquinas Eléctricas y de Accionamientos Eléctricos, aunque no se interfieren entre ellos, ya que Laboratorio de Accionamientos se imparte durante el primer semestre y Laboratorio de Conversión y de Máquinas Eléctricas, en el segundo; estos últimos se realizan en días diferentes.
Algunos equipos son utilizados, cuando necesario, en algunas experiencias de Máquinas Eléctricas.



LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS		
Ubicación	Edificio E, Primer piso (mismo espacio físico que Laboratorio de Conversión)	
Capacidad laboratorio	Nº de grupos / unidades de trabajo	Nº de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	6	3
Medidas	14.80x10 m (148.0 m ²) ; h = 3,1 m	
Utilización del laboratorio:		
<p>Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica. También presta servicios en asignaturas de carreras ofrecidas por otras unidades que son dictadas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica. También es usado en actividades de extensión, en el marco de la Muestra Electricista que se realiza anualmente durante la Jornada de Puertas abiertas (octubre de cada año).</p>		
Recursos:		
<ul style="list-style-type: none">• 9 tableros + 1 general de control<ul style="list-style-type: none">- Alimentación CA 380V 3ϕ 50 Hz.- Alimentación CA 380V 3ϕ 40 a 60 Hz.- Enchufes 220V 50 Hz.• 2 alternador sincrónico de polos salientes de 7,35 kva/3000 rpm mecc alte• 2 motor de inducción trifásico jaula de ardilla 7,5 kw/ 4 polos marelli• 2 motor de inducción trifásico jaula de ardilla 7,5 kw/ 2 polos marelli• 4 motor de inducción trifásico jaula de ardilla 5,5 kw/ 4 polos marelli• 1 motor de inducción trifásico jaula de ardilla 2,2 kw/ 4 polos marelli• 2 transformadores 3ϕ de 5 columnas 380 / 50-90 V.• 1 transformador 3ϕ de 5 columnas 658-380 / 63,5-110-127-220 V.• 1 Convertidor de frecuencia marca Parker, serie AC30V, de 5,5 kW. Control V/f, vectorial y vectorial sensorless.• 1 Convertidor de frecuencia marca Parker, serie AC30V, de 7,5 kW. Control V/f, vectorial y vectorial sensorless.• 3 ETD display transductor• 2 sensor de torque marca sensor technology		
El laboratorio cuenta con el apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.		
Accesibilidad:		



Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Los alumnos de pregrado tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.
Los alumnos memoristas pueden trabajar solos, autorizados por el profesor guía.
Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones

LABORATORIO DE ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS		
Ubicación	Edificio E, Primer piso (mismo espacio físico que Laboratorio de Máquinas eléctricas)	
Capacidad laboratorio	N° de grupos / unidades de trabajo	N° de alumnos por grupo / unidad de trabajo
	6	3
Medidas	14.80x10 [m] (148.0 [m ²]) ; h = 3,1 m	
Utilización del laboratorio:		
Este laboratorio se encuentra prioritariamente orientado a la docencia en ramos del área de Máquinas y Accionamientos Eléctricos de las carreras de Ingeniería Civil Eléctrica e Ingeniería Eléctrica.		
Recursos:		



- 4 tableros + 1 general
 - Alimentación CA 380V 3 ϕ 50 Hz.
 - Alimentación CA 380V 3 ϕ 40 a 60 Hz.
 - Alimentación CC de 100 a 300 V CC / 150 A.
 - Alimentación CA de 40 a 300 V CC / 35 A.
 - Enchufes 220 V 50 Hz.
- 12 control adaptativo tipo pi código 734065 marca leybold
- 12 módulo de ajuste de ganancia y offset código 73419 marca leybold
- 4 módulo unidad de control digital de seis pulsos código 735135 marca leybold
- 2 módulo unidad de control de modulación pwm y pfm marca leybold
- 6 igbt 1000v/10a marca leybold
- 8 mosfet 500v/ 12a marca leybold
- 9 tiristor 1000v/ 12a marca leybold
- 9 medio puente de tiristores 1000v/ 12 a marca leybold
- 4 generador rampa marca leybold
- 5 generador de voltaje de referencia marca leybold
- 6 amplificador aislado de cuatro canales marca leybold
- 2 rectificador b6, 3X400v / 10a marca leybold
- 3 regulador de velocidad mediante tiristores marca leybold
- 2 regulador de la tensión de excitación 200v /c 4,5 a marca leybold
- 2 medidor de potencia activa y reactiva. valímetro marca leybold
- 4 limitador de ángulo de disparo marca leybold
- 2 inductancia de línea 12a 2,5mH para drive ac690+ de 5,5 kw parker ssd
- 8 filtro emc para drive 690+ parker ssd
- 1 filtro emc para drive 650+ parker ssd
- 2 inductancia de línea 29,75 a 50 μ h de drive dc 590+ de 15 a parker ssd
- 7 inductancia de línea 18 a 1,5mH para drive ac 690+ de 7,5 kw parker ssd
- 6 inductancia de línea 18 a 1,5mH para drive ac 690+ de 7,5 kw parker ssd
- 1 inductancia de línea 8 a 5mH para drive ac 650v de 2,2 kw parker ssd
- 1 resistencia de frenado para drive ac 650 v de 2,2 kw modelo irv500 56 ohm parker ssd

El laboratorio cuenta también con instrumentación y apoyo de Pañol y Taller Eléctrico del Departamento.

Accesibilidad:

Los alumnos de cursos regulares tienen acceso al laboratorio bajo la supervisión de un profesor.
Los alumnos memoristas y ayudantes de investigación tienen acceso con la autorización del profesor guía o jefe de proyecto.
Alumnos ayudantes de investigación, tesis (postgrado) e investigadores pueden utilizar este laboratorio para sus actividades, si ello no interfiere con el desarrollo de las actividades de docencia (política del Departamento de Ingeniería Eléctrica).

Observaciones

Este laboratorio hace uso de las máquinas usadas para laboratorio de Máquinas Eléctricas, ya que se dictan en semestres distintos. Lo mismo con la instrumentación y accesorios para el buen desarrollo de las experiencias.



ANEXO 6

MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

Formulario para la convalidación u homologación de asignatura*

Nombre y sigla de asignatura o conjunto de asignaturas aprobadas	Institución en la que se rindió/rindieron	Créditos SCT-Chile	Nota de aprobación	Escala de notas	Nombre y sigla de asignatura del Programa por la cual desea convalidar

Decisión Comité de Programa

Reprueba solicitud

Aprueba solicitud

Aprueba con condiciones

Condiciones/Observaciones:

--

	Alumno	Profesor Tutor	Director de Programa
Nombre			
Fecha			
Firma			

* El estudiante debe completar un formulario por cada asignatura a convalidar u homologar

* El estudiante debe adjuntar el/los programa/s de asignatura a convalidar u homologar



Anexo 7

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DICTAMEN DE TESIS DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

ASSESSMENT OF MASTER THESIS

Nombre del miembro del tribunal / <i>Name of the examination panel member</i>
Cargo actual/ <i>Current position</i>
Departamento, Universidad a la que pertenece / <i>Department, University to which s/he belongs:</i>

Título de la tesis / <i>Thesis title</i>
Nombre del alumno que presenta la tesis / <i>Name of the student presenting the thesis</i>



Por favor evalúe los siguientes aspectos de la tesis / *Please evaluate the following aspects of the thesis*

1. Metodología utilizada/ *Methodology used*

Metodología utilizada e hipótesis contrastadas / *Methodology used and hypotheses tested*

2. Relevancia del trabajo realizado/ *Relevance of work:*

3. Resultados del trabajo y publicaciones derivadas/ *Results and publications derived from the work*



Resultado de la evaluación/ *Evaluation result:*

- Aceptada incondicionalmente para su defensa oral / *Unconditionally accepted for oral defense*
- Aceptada condicionalmente para su defensa oral. Las correcciones que se indican, deberán incorporarse luego de la defensa oral / *Conditionally accepted for oral defense. Requested corrections should be included after the oral defense.*
- No aceptada para su defensa oral. La tesis será evaluada nuevamente, una vez incorporadas las correcciones y/o modificaciones que se indican / *Not accepted for oral defense. The thesis will be evaluated again, once the requested corrections and/or amendments are included.*
- Rechazada/ *Rejected*

Correcciones requeridas / *Requested amendments:*

- Se indican en hojas adicionales que se adjuntan al presente dictamen
They are indicated on additional sheets.
- Se han anotado en el ejemplar de la tesis evaluada
They are annotated in the evaluated copy of the thesis.

Observaciones / *Observations:*

FIRMA

FECHA: .