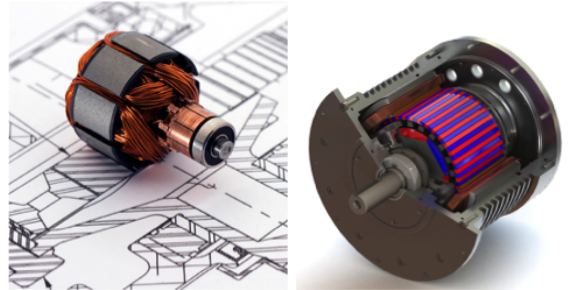


Programa del Curso

IEE2213 Máquina Eléctricas 2017-I

Profesor: Javier Pereda
Créditos: 10 UAC
Requisitos: IEE2123 Circuitos Eléctricos ó IEE1122 Análisis de Circuitos
Horario: L-W:2, Sala (Por Asignar)
Ayudantía V:2, Sala (Por Asignar)



1. Introducción

Este curso trata sobre máquinas eléctricas, las cuales son dispositivos que transforman energía utilizando el campo magnético. Las máquinas eléctricas se pueden clasificar en convertidores electromagnéticos (transformadores) y electromecánicos (actuadores, motores y generadores). El curso aborda la teórica, conceptos y principios de funcionamiento de éstos, pasando por un análisis de sus características, control y aplicaciones en la industria, minería y tracción eléctrica.

2. Objetivo

Comprender la teoría y principios básicos de las máquinas eléctricas, poseer un conocimiento profundo y transversal de los distintos tipos de máquinas y sus características, enfocándose principalmente en la conversión electromecánica (motor y generador), campos magnéticos rotatorios, sistemas trifásicos y controles básicos de torque y velocidad. Finalmente aplicar, analizar y evaluar la teoría y principios de estas máquinas para su diseño y correcta aplicación.

3. Competencias e indicadores de desempeño

A continuación se describen las principales competencias del curso en conjunto con sus índices de desempeño:

- Comprender los conceptos y principios de la conversión de energía electromagnética (*conocer y describir los términos, unidades, parámetros y variables involucradas; explicar los conceptos fundamentales y principios de funcionamiento de las máquinas*).
- Identificar los tipos de máquinas eléctricas presentes en la industria, minería y otras aplicaciones como tracción (*conocer las características básicas de cada tipo de máquina; comprender su funcionamiento y posible aplicación; y distinguir sus diferencias y variantes*).
- Evaluar el tipo de máquina y control idóneos para determinadas aplicaciones (*comprender los requerimientos básicos de la aplicación; analizar los tipos de máquinas y controles que satisfacen las necesidades; y decidir cual es el tipo de máquina y control más adecuado*).

- Aplicar, analizar y evaluar los distintos tipos de máquinas en aplicaciones simuladas (*comprender y aplicar software especializados como Matlab/Simulink[®] y PSIM[®] a máquinas eléctricas; construir un diagrama de bloques para simular una máquina en una determinada aplicación; evaluar y analizar los resultados obtenidos en las simulaciones*).
- Diseñar máquinas eléctricas básicas (*comprender las variables, parámetros y principio básico de funcionamiento; analizar y evaluar cada etapa del diseño y las simplificaciones en los cálculos; y elegir los materiales adecuados e implementarlos de forma adecuada*).

4. Contenido

El contenido presentado puede sufrir modificaciones menores.

- I **Introducción y Motivación:** Historia, corriente continua y alterna, sistemas trifásicos, características, clasificación, aplicaciones y ventajas generales de las máquinas eléctricas.
- II **Electromagnetismo (repaso):** Conceptos básicos; flujo y campo magnético; ecuaciones de Maxwell; materiales magnéticos; histéresis y armónicos; circuitos magnéticos; inductancia, flujo mutuo y de fuga; pérdidas de energía en sistemas magnéticos (histéresis y corrientes de parásitas).
- III **Transformadores (profundización):** Principio de funcionamiento del transformador ideal; operación en régimen sinusoidal y ecuación de diseño; polaridad; transformador real y circuito equivalente; pruebas en c.a y c.c; regulación de voltaje; pérdidas, eficiencia, aislación y refrigeración; conexión en paralelo y serie; autotransformador y tomas (taps); corriente de excitación y armónicos generados; transformadores de medida; transformadores trifásicos (características, conexiones, diagrama fasorial y armónicos); Características constructivas y transporte.
- IV **Energía y conversión electromecánica:** Energía y coenergía magnética; balances de energía; conversión electromecánica de energía; fuerzas y torques electromecánicos.
- V **Máquinas y Campos Magnéticos Rotatorios (CMR):** Máquina básica de reluctancia; máquina de doble excitación; máquina cilíndrica; distribución sinusoidal de la fuerza magnetomotriz; campo magnético rotatorio (CMR); pares de polos; condición de torque medio; introducción a las principales máquinas (Síncrona, Inducción y de Corriente Continua).
- VI **Máquina Síncrona:** Características y clasificación; aplicaciones; circuito equivalente y diagrama fasorial; Potencia activa, reactiva y torque; Operación en red aislada y barra infinita; regulación de voltaje; diagrama de potencia PQ; diagrama de operación; curva v; determinación experimental de parámetros (pruebas en c.a y c.c. y prueba de deslizamiento).
- VII **Máquina de Inducción (máquina Asíncrona):** Características y aplicaciones; principio de funcionamiento, deslizamiento y clasificación; circuito equivalente, potencia mecánica; circuito equivalente aproximado; torque electromagnético; corriente y resistencia rotórica; prueba de vacío y rotor bloqueado; modelo dinámico y variables de estado; balance de potencias y eficiencia; Tipos de jaula de ardilla (Norma NEMA y características); métodos de arranque y control de velocidad.

- VIII **Máquina de Corriente Continua (CC ó DC):** Características y aplicaciones; principio de funcionamiento y operación; tipos de bobinados reales; reacción de armadura y compensación (escobillas con grado variable, devanados compensadores e interpolos); clasificación (excitación separada, shunt, serie y compound); circuitos equivalentes y torque electromagnético; operación como generador; control de partida y velocidad.
- IX **Máquinas Monofásicas:** Clasificación, el motor universal, el motor de repulsión y el motor de inducción, configuraciones y métodos de partida, características típicas y aplicaciones.
- X **Accionamientos:** Clasificación de convertidores (chopper buck, boost, buck-boost, buck-boost regenerativo), puente H, rectificadores tiristorizados, el cicloconvertor, el inversor convencional fuente de voltaje, el inversor convencional fuente de corriente, ejemplo de aplicaciones en generadores y motores, controles muy básicos de convertidores y máquinas.

5. Metodología

El curso se basa en clases expositivas donde el profesor presentará la teoría, conceptos, principios, aplicaciones y características de las máquinas eléctricas. Sin embargo, semestre a semestre se buscará migrar cuidadosamente hacia una clase más activa donde el alumno sea el protagonista, lo que significa una mayor participación y esfuerzo. Está demostrado que un alumno puede aprender 7 veces más en una clase activa, lo que requiere una alta demanda mental del alumno antes y durante la clase, pero por otro lado el estudio previo a las evaluaciones se reduce considerablemente.

El curso consta de 3 interrogaciones y un examen donde se medirá, además del desarrollo de problemas, el manejo de conceptos y principios. Se realizará una ayudantía para cada tema central visto en el curso (7-10) donde se reforzarán los conceptos y se resolverán problemas de desarrollo. El resto de las ayudantías serán utilizadas para talleres, reforzamiento y visitas a laboratorios dependiendo del número de ayudantes. Lo ideal es realizar una visita a dos laboratorios relacionados con el curso para que el alumno vea aplicaciones reales, éstos son el Laboratorio de Conversión de Potencia y Energía PEClab (<http://peclab.ing.puc.cl>) y el Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Además, se realizarán tareas para que el alumno refuerce los temas vistos en clases y un proyecto aplicado durante el semestre (proyecto grupal). Finalmente, existe la posibilidad de realizar micro-Controles para asegurar que el alumno lea e internalice parte de la materia antes de asistir a clases, lo que es fundamental para lograr una clase activa.

En este curso se busca respetar los distintos métodos y tiempos de aprendizaje que tienen los alumnos y entregarles todas las herramientas necesarias para este fin. En consecuencia, se persigue que el alumno tenga la madurez necesaria para ajustar su dedicación y asistencia al curso sin métodos externos de presión, por lo tanto, la asistencia no será evaluada y los micro-Controles no serán sorpresa. Sin embargo, la asistencia es recomendable y será registrada para fines estadísticos y posibles bonificaciones.

6. Evaluaciones

Las evaluaciones constan de interrogaciones, un examen, tareas, controles, un proyecto y visitas a laboratorios. Se busca forzar una distribución uniforme del estudio del alumno

durante el semestre y evitar que el estudio se concentre en los días previos a las evaluaciones.

7. Políticas del curso

Se da por hecho que el alumno acepta las políticas del curso al inscribirlo.

- **Asistencia:** No será evaluada pero se considera obligatoria y se recomienda encarecidamente asistir a clases y ser puntual debido a que se puede ver materia que no se encuentra en los apuntes.
- **Ambiente en la sala:** Se debe mantener silencio durante la exposición de ideas por parte del profesor u otros alumnos. No está permitido realizar actividades ajenas al curso (leer el periódico, facebook, etc.). El consumo de alimentos y bebidas está permitido siempre y cuando se realice de forma discreta y no se genere ruido ni olor.
- **Inasistencia a una evaluación:** Si es injustificada se evaluará con un 1.0 y si es justificada por la dirección de docencia, el alumno deberá rendir una evaluación especial ó se buscará otro método a criterio del profesor (Obs: la Dirdoc sólo acepta justificativos durante los 3 días hábiles posteriores al evento).
- **Plazos de entrega:** Todo documento no entregado dentro de los plazos y medios estipulados será calificado con un 1.0 sin excepción alguna.
- **Código de Honor:** Cualquier falta a los principios de la universidad como copia, falta o citación inadecuada (copy/paste) y adulteración indebida de documentos entre otros, será sancionado con un 1.0 y se notificará a la dirección de docencia para su registro (<http://www.uc.cl/codigodehonor>).
- **Página web:** La página web del curso será el medio oficial donde se publicaran noticias, las clases, tareas, proyectos, guías y lineamientos.
- **Horario de Consultas:** El profesor está dispuesto a recibir consultas en cualquier horario siempre y cuando se encuentre disponible. Sin embargo, para asegurar un horario de atención se recomienda avisar al profesor al finalizar la clase él mismo día (Lugar: Departamento de Ingeniería Eléctrica). Se ruega evitar consultas sobre las fechas límites.
- **Foro:** Por acordar.

8. Bibliografía sugerida

El curso no tiene bibliografía mínima, pero se sugieren los libros 1-2 para todos los capítulos del curso y el libro 3 para el último capítulo (x) .

1. Electric Machinery by A. E. Fitzgerald, Jr., Charles Kingsley, Stephen Umans, and A. E. Fitzgerald, McGraw-Hill Education; 7th Edition (January 28, 2013).
2. Máquinas Eléctricas, Jesus Fraile Mora, McGraw-Hill; 6ta Edición (2008)
3. Power Electronics: Converters, Applications, and Design by Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, Wiley; 3rd Edition (October 10, 2002)