

Programa de Maquinas Eléctricas II



Código/s: E14

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Aplicadas	Área:	Máquinas Eléctricas
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimstre:	8º [ETA]		
Carga horaria:	80 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electricidad Aplicada
Docente responsable:	CANO, José		

Programa Sintético

Análisis formal de las máquinas eléctricas. Teoría de los sistemas de referencia. Análisis dinámico de las máquinas de inducción y sincrónicas ante perturbaciones típicas. Metodologías de modelado y de simulación. Introducción al estudio de la estabilidad de las máquinas sincrónicas. Impedancias operacionales. Modelos linealizados y de orden reducido. Introducción al análisis de funcionamiento en condiciones de desbalance típicas. Aplicaciones de máquinas eléctricas.

Asignaturas Relacionadas

Previas:	E11 - Dinámica de los Sistemas
Simultaneas Recomendadas:	E15 - Automatización II, E16 - Instalaciones Eléctricas I, E17 - Transmisión de la Energía Eléctrica
Posteriores:	E20 - Accionamientos Eléctricos, E21 - Sistemas de Potencia

Vigencia desde

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

Se trata de una asignatura del 8º cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Dentro de la estructura formativa de la carrera, su objetivo es preparar adecuadamente a los alumnos para abordar, en especial las asignaturas posteriores: Sistemas de Potencia y Accionamientos Eléctricos.

Puntualmente, se ocupa de completar la formación ya iniciada en el 6º cuatrimestre con la asignatura Máquinas Eléctricas 1. En ambas se abordan temarios casi similares aunque desde puntos de vista muy diferentes y por tanto, con aplicaciones y objetivos muy distintos.

En Máquinas Eléctricas 2 se concentra la atención en el modelado de las máquinas eléctricas, el análisis de su funcionamiento en estado transitorio, y los parámetros que pueden utilizarse como elementos para su control. Como una herramienta didáctica se emplea un software específico. Se introduce a los alumnos en las temáticas de los transitorios en los accionamientos eléctricos y en los sistemas de potencia, conformando así una base para su posterior profundización.

Se implementa la modalidad de enseñanza teórico-práctica, incluyendo la resolución de problemas abiertos y actividades proyectuales, que resultan necesarias a esta altura de la espiral formativa de los estudiantes.

Los aportes concretos de esta actividad curricular pueden focalizarse, principalmente, en los sistemas o partes de sistemas de conversión de energía eléctrica en todas las frecuencias y potencias, así como capacitar para efectuar los desarrollos de computación aplicada a la Ingeniería

Dentro de las actividades de evaluación, se implementan correcciones individuales (modalidad parcial teórico-práctico) y grupales (modalidad informe de trabajo de laboratorio y presentaciones públicas en clases especiales).

Objetivos

Como objetivo general, se busca que al final del curso el estudiante sea capaz de modelar y analizar el desempeño transitorio de las máquinas eléctricas en sus distintos modos de funcionamiento.

Para esto es necesario que comprenda y aplique la teoría de los sistemas de referencia, que es la herramienta formal que le permitirá:

Comprender el concepto de la estabilidad de las máquinas sincrónicas.

Modelar y analizar, mediante ecuaciones linealizadas y/o de orden reducido a las máquinas sincrónicas y de inducción.

Modelar y analizar el comportamiento de las máquinas sincrónicas y de inducción ante condiciones de asimetría y desbalance típicas.

Iniciarse en las técnicas de modelado y simulación digital de las máquinas eléctricas, desde el punto de vista de sus aplicaciones en los sistemas de potencia y en los accionamientos eléctricos.

En el plano actitudinal, se espera que el alumno logre:

Asumir una postura responsable, involucrándose en forma activa, cooperando y participando.

Reflexionar sobre su comprensión de los fenómenos, interrelacionando y correlacionando sus propias construcciones cognitivas previamente adquiridas.

Fortalecer sus habilidades para trabajar tanto en forma autónoma como en equipo.

Contenido Temático

Unidad 1. PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1.1. Introducción

1.2. Circuitos magnéticamente acoplados

1.3. Conversión electromecánica de la energía

1.4. Arrollamientos de la máquina y fmm de entrehierro

1.5. Inductancias de los arrollamientos y ecuaciones de tensión

Unidad 2. ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

- 2.1. Introducción
- 2.2. Máquina elemental de corriente continua
- 2.3. Ecuaciones de tensión y cupla en las variables de la máquina
- 2.4. Tipos básicos de máquinas de corriente continua
- 2.5. Representación en diagramas de bloques de las máquinas de corriente continua
- 2.6. Características dinámicas del motor shunt y de imán permanente alimentado desde una fuente de tensión constante
- 2.7. Convertidores de estado sólido para sistemas de accionamientos de corriente continua
- 2.8. Características dinámicas y de estado estacionario de sistemas convertidores CA/CC
- 2.9. Ecuaciones linealizadas de la máquina
- 2.10. Control de velocidad

Unidad 3. LOS SISTEMAS DE REFERENCIA

- 3.1. Introducción
- 3.2. Base teórica
- 3.3. Ecuaciones de transformación. Cambio de variables
- 3.4. Variables del circuito estacionario transformadas al sistema de referencia arbitrario
- 3.5. Sistemas de referencia más utilizados
- 3.6. Transformación entre sistemas de referencia
- 3.7. Transformación de un conjunto balanceado
- 3.8. Relaciones fasoriales en estado estacionario balanceado
- 3.9. Ecuaciones de tensión en estado estacionario balanceado
- 3.10. Variables observadas desde diferentes sistemas de referencia

Unidad 4. ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN SIMÉTRICAS

- 4.1. Introducción
- 4.2. Ecuaciones de tensión en las variables de la máquina
- 4.3. Ecuaciones de cupla en las variables de la máquina
- 4.4. Ecuaciones de transformación para los circuitos rotóricos
- 4.5. Ecuaciones de la tensión en las variables del sistema de referencia arbitrario
- 4.6. Ecuaciones de cupla en las variables del sistema de referencia arbitrario
- 4.7. Sistemas de referencias más utilizados
- 4.8. Sistema por unidad
- 4.9. Análisis de la operación en estado estacionario
- 4.10. Características de aceleración libre
- 4.11. Características de aceleración libre observadas desde distintos sistemas de referencia
- 4.12. Desempeño dinámico durante variaciones repentinas en la cupla de carga
- 4.13. Desempeño dinámico durante una falla trifásica en los terminales de la máquina
- 4.14. Simulación por computadora en el sistema de referencia arbitrario

Unidad 5. ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS

- 5.1. Introducción
- 5.2. Ecuaciones de la tensión en las variables de la máquina
- 5.3. Ecuación de cupla en las variables de la máquina
- 5.4. Ecuaciones de la tensión estática en las variables del sistema de referencia arbitrario
- 5.5. Ecuaciones de la tensión en las variables del sistema de referencia rotórico. Transformada de Park
- 5.6. Ecuación de cupla en variables de sustitución
- 5.7. Angulo del rotor y ángulo entre rotores
- 5.8. Sistema por unidad
- 5.9. Análisis de la operación en estado estacionario
- 5.10. Desempeño dinámico durante un cambio brusco en la cupla de entrada
- 5.11. Desempeño dinámico durante una falla trifásica en los terminales de la máquina

- 5.12. Características aproximadas de cupla transitoria contra ángulo del rotor
- 5.13. Comparación de las características reales y aproximadas de cupla transitoria – ángulo del rotor durante una variación brusca en la cupla de entrada. Límite de estabilidad transitoria en primera oscilación
- 5.14. Comparación de las características reales y aproximadas de cupla transitoria – ángulo del rotor durante una falla trifásica en los terminales de la máquina. Tiempo crítico de despeje de falla
- 5.15. Criterio de áreas iguales
- 5.16. Simulación por computadora
- 5.17. Representación de la saturación magnética
- 5.18. Límites de capacidad de potencia
- 5.19. Ecuaciones de movimiento
- 5.20. Síntesis de los modelos de la máquina y su interconexión con la red

Unidad 6. LAS IMPEDANCIAS OPERACIONALES Y LAS CONSTANTES DE TIEMPO DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS

- 6.1. Introducción
- 6.2. Ecuaciones de Park en forma operacional
- 6.3. Impedancia operacional y $G(p)$ para una máquina sincrónica con cuatro arrollamientos rotóricos
- 6.4. Reactancias estándar de la máquina sincrónica
- 6.5. Constantes de tiempo estándar de la máquina sincrónica
- 6.6. Constantes de tiempo derivadas de la máquina sincrónica
- 6.7. Parámetros derivados a partir de la característica de cortocircuito
- 6.8. Características de respuesta en frecuencia
- 6.9. Parámetros derivados a partir de la característica de respuesta en frecuencia

Unidad 7. LAS ECUACIONES LINEALIZADAS DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS

- 7.1. Introducción
- 7.2. Ecuaciones de la máquina a ser linealizadas
- 7.3. Linealización de las ecuaciones de la máquina
- 7.4. Estabilidad ante pequeños desplazamientos. Autovalores
- 7.5. Autovalores de máquinas de inducción típicas
- 7.6. Autovalores de máquinas sincrónicas típicas
- 7.7. Formulación de la función de transferencia

Unidad 8. LAS ECUACIONES DE ORDEN REDUCIDO DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS

- 8.1. Introducción
- 8.2. Ecuaciones de orden reducido
- 8.3. Predicción del comportamiento en grandes excursiones de la máquina de inducción por medio de las ecuaciones de orden reducido
- 8.4. Predicción del comportamiento en grandes excursiones de la máquina sincrónica por medio de las ecuaciones de orden reducido
- 8.5. Ecuaciones linealizadas de orden reducido
- 8.6. Predicción de autovalores de la máquina de inducción por medio de las ecuaciones linealizadas de orden reducido
- 8.7. Predicción de autovalores de la máquina sincrónica por medio de las ecuaciones linealizadas de orden reducido
- 8.8. Formulación de la función de transferencia
- 8.9. Simulación de modelos de orden reducido
- 8.10 Comentarios finales

Unidad 9. LA OPERACIÓN NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN SIMÉTRICAS

- 9.1. Introducción
- 9.2. Teoría de las componentes simétricas

- 9.3. Análisis de componentes simétricas de las tensiones rotóricas no balanceadas
- 9.4. Aplicación de la teoría de los sistemas de referencia al análisis de condiciones no balanceadas
- 9.5. Análisis de la aplicación de estado estacionario con condiciones estatóricas no balanceadas
- 9.6. Condiciones estatóricas típicas de desbalance
- 9.7. Análisis de la operación de estado estacionario con condiciones no balanceadas en el rotor
- 9.8. Resistencias no balanceadas en el rotor
- 9.9. Método de los sistemas de referencia múltiples

Unidad 10. LA OPERACIÓN ASINCRÓNICA Y NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS

- 10.1. Introducción
- 10.2. Aplicación de la teoría de los sistemas de referencia al análisis de la operación asincrónica y no balanceada
- 10.3. Operación asincrónica
- 10.4. Operación no balanceada

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

La totalidad del material didáctico que integra la asignatura, se encuentra disponible en versión impresa y digital (introducción teórica, guías de ejemplos, problemas y trabajos prácticos de simulación digital).

La Cátedra efectúa una introducción teórica al tema a desarrollar, por medio de presentaciones multimedia, interactuando con los estudiantes y se desarrollan los ejemplos del tema tratado, fomentando la participación en clase, a través de preguntas específicas.

Se indican y se comienzan a resolver los problemas con aplicación de software específico, de complejidad suficiente para fomentar el trabajo en equipo (se conforman grupos de 2 o 3 alumnos).

Con el objetivo de fomentar la lecto-comprensión de bibliografía técnica en idioma inglés, mejorar la expresión oral y a la vez informar sobre las líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico referidas a la aplicación de las máquinas eléctricas, los alumnos deberán entregar y exponer en clases especiales, un trabajo de traducción de un artículo científico técnico breve (paper), suministrado por la cátedra.

Al comienzo del cuatrimestre se informa sobre la modalidad de evaluación que incluye correcciones individuales (modalidad parcial teórico-práctico) y grupales (modalidad informe de trabajo de laboratorio y presentaciones públicas en clases especiales).

Se dispone de horarios de consulta semanales teórico-prácticos y de laboratorio, y en los casos en que sea necesario, se coordinan horarios especiales.

Actividades de Formación Práctica

A través de la resolución de ecuaciones diferenciales no lineales simultáneas, mediante software específico y utilizando las ventajas de las transformaciones formales que se presentan, se busca que el estudiante sea capaz de observar las características dinámicas de las máquinas eléctricas, en sus principales modos de operación. Se fomenta la lecto-comprensión de textos científico-técnicos en idioma inglés y su exposición pública.

Nº	Título	Descripción
----	--------	-------------

1	DESEMPEÑO TRANSITORIO DE MAQUINAS ESTATICAS	<p>OBJETIVOS: Ejercitar al alumno sobre el uso y edición de programas ejecutables con Matlab, aplicados a realizar el modelado elemental, con algunas consideraciones reales, del comportamiento transitorio de una máquina estática frente a un cortocircuito en bornes. Corriente de inserción.</p> <p>TEMAS DE APLICACIÓN: Transformadores monofásicos y trifásicos, Matlab, Simulink.</p> <p>PROGRAMAS A UTILIZAR: Librería de modelos de Simulink Sim Power Systems</p>
2	DESEMPEÑO DINÁMICO DE MOTORES DE INDUCCIÓN	<p>OBJETIVOS: Analizar los resultados de las simulaciones en condiciones de aceleración libre y perturbaciones externas (modificaciones de la cupla de carga y condiciones de falla).</p> <p>MODELOS SIMULINK Y SIMUDRIVES A UTILIZAR: Modelos de la máquina de inducción alimentada por tensión (sistema de referencia estacionario)</p> <p>TEMAS DE APLICACIÓN: Motores de inducción, Simulink, Simudrives.</p>
3	DESEMPEÑO DINÁMICO DE MÁQUINAS SINCRÓNICAS	<p>OBJETIVOS: Aplicar las librerías de modelos disponibles en Simulink (Power System Blockset). Analizar los resultados de las simulaciones de generadores, ante perturbaciones externas (cupla y condiciones de falla).</p> <p>MODELOS SIMULINK A UTILIZAR: Transformación de coordenadas, fuentes trifásicas, interruptores, temporizadores, demux, barra infinita y modelo de la máquina sincrónica (sistema de referencia del rotor), sistema de excitación y turbina hidráulica.</p> <p>TEMAS DE APLICACIÓN: Máquinas sincrónicas, Simulink.</p>
4	TRABAJO FINAL INTEGRADOR	<p>Se propone a cada grupo un tema específico para profundizar sobre el desempeño transitorio de máquinas de inducción o sincrónicas ante condiciones especiales de operación, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un estudio del comportamiento del motor de inducción, cuando se alimenta mediante una fuente de frecuencia y tensión variable. - Realizar el estudio de una falla trifásica en un sistema con dos máquinas sincrónicas y observar las variaciones relativas entre los ángulos de carga y el deslizamiento de polos.
5	APLICACIONES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS	<p>OBJETIVOS: fomentar la lecto-comprensión de artículos científico-técnicos (papers) en idioma inglés, mejorar la expresión oral y a la vez informar sobre las líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico referidas a la aplicación de las máquinas eléctricas.</p> <p>TEMAS DE APLICACIÓN: simulación digital, máquinas especiales, desarrollo tecnológico y aplicaciones.</p> <p>MATERIAL A UTILIZAR: artículos científico-técnicos (papers) provistos por la cátedra.</p>

Evaluación

Requisitos de aprobación: (según Resolución N° 132/00 CD)

- APROBADO: Calificación final igual o superior a 6 (seis) y aprobar el coloquio final integrador
- INTERMEDIA: Calificación final igual o superior a 4 (cuatro) y menor a 6 (seis). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir final escrito de los temas y/o trabajos prácticos no aprobados, y coloquio final integrador
- LIBRE: Calificación final menor a 4 (cuatro). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir laboratorios, final escrito de todos los temas y coloquio final integrador.

Criterios de evaluación:

Se sigue un método de evaluación continuo, dado que permite que los alumnos asimilen e integren los conocimientos y aprovechen el tiempo de clase.

Instrumentos o técnicas de evaluación:

Dentro de las actividades de evaluación, se implementan correcciones individuales (modalidad parcial teórico-práctico) y grupales (modalidad informe de trabajo de laboratorio y presentaciones públicas en clases especiales).

La nota final surge del promedio de:

- Nota 1: Promedio de notas de los Parciales de Teoría
- Nota 2: Promedio de notas de los informes de Trabajos Prácticos de Simulación
- Nota 3: Calificación del TPS N° 4 (Trabajo Integrador)
- Nota 4: Calificación del TP N° 5 (traducción, interpretación y defensa de un artículo científico técnico breve)
- Concepto de la cátedra
- Obligatoriamente se recupera aquella actividad con calificación menor a 4 (cuatro)

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		32 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	16 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	12 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	12 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	8 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
Total		80 Hs.
Evaluaciones		8 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	40 Hs.
	Preparación Práctica	20 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	20 Hs.
Total		80 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Analysis of Electric Machinery	Paul C. Krause	IEEE Press Wiley-Interscience	1980	1
Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 2º edition.	Paul C. Krause, Oleg Wasynczuk and Scott D. Sudhoff	IEEE Press Wiley-Interscience	2001	(621.31 3 K91 Ej.1)

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
--------	---------	-----------	-----	-------

Dynamic Simulations of Electric Machinery: Using MATLAB/SIMULINK	C. M. Ong	Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall	1998	(621.31 3 O58 Ej. 1)
Máquinas Eléctricas, Análisis y Diseño Aplicando Matlab	Jimmie Cathey	Mc Graw Hill	2001	1
Electric Motor Handbook -1 edition	H. Wayne Beaty, James L., Jr. Kirtley	McGraw-Hill Professional	1998	(621.3 B369 Ej. 1)

Recursos web y otros recursos

La cátedra tiene elaborado los apuntes de todos los capítulos de teoría, las guías de ejemplos y problemas, así como para el desarrollo de los trabajos prácticos al final de cada unidad temática:

- PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS (Cap. 1). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008.
- ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA (Cap. 2). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008.
- LOS SISTEMAS DE REFERENCIA (Cap. 3). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008.
- ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SIMÉTRICAS DE INDUCCIÓN (Cap. 4). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2010.
- ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS (Cap. 5). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2011.
- LAS IMPEDANCIAS OPERACIONALES Y LAS CONSTANTES DE TIEMPO DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS (Cap. 6). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2012.
- LAS ECUACIONES LINEALIZADAS DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS (Cap. 7). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2013.
- LAS ECUACIONES DE ORDEN REDUCIDO DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS (Cap. 8). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2013.
- LA OPERACIÓN NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN (Cap. 9). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2014.
- LA OPERACIÓN ASINCRÓNICA Y NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS (Cap. 10). Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2014.
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 1. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 2. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008

- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 3. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 4. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2009.
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 5. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2009.
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 6. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2010.
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 7. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2010
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 8. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2011
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 9. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2012
- GUÍA DE EJEMPLOS Y PROBLEMAS N° 10. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2013.
- TPS N°1: DESEMPEÑO TRANSITORIO DE MÁQUINAS ESTÁTICAS. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2008
- .- TPS N° 2: DESEMPEÑO DINÁMICO DE MOTORES DE INDUCCIÓN. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2010
- TPS N° 3: DESEMPEÑO DINÁMICO DE MÁQUINAS SINCRÓNICAS. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2009.
- TPS N° 4: TRABAJO FINAL INTEGRADOR. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR. 2013
- TP N° 5: Trabajo científico-técnico breve (paper) suministrado por la cátedra.

Software a utilizar: Matlab 2010 y Simulink (The MathWorks, Inc 2010)

Para el desarrollo de las actividades prácticas se cuenta con un aula de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, especialmente equipada con PCs y software específico.

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	CAP. 1: PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 1. LABORATORIO: Presentación de Matlab 2010 y librerías de Simulink
2	2	CAP. 2: ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 2. LABORATORIO: Transformadores (ensayos sobre maquinas reales. Determinación del circuito equivalente. Modelo transitorio de la máquina estática)
3	3	CAP. 3: LOS SISTEMAS DE REFERENCIA	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 3. LABORATORIO: Simulación de energización, corrientes de inrush y transitorios.
4	4	CAP. 4: ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SIMÉTRICAS DE INDUCCIÓN	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 4 LABORATORIO: Simulación de cortocircuito en bornes de la máquina, corrientes y dinámicas presentes. Presentación del TPS N°1: Desempeño Transitorio de Máquinas Estáticas.
5	5	CAP. 5: ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 5 LABORATORIO: Simulación de respuesta al escalón en torque de carga, dinámicas eléctricas y mecánicas.
6	5	CAP. 5: ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 5. LABORATORIO: Simulación de respuesta a falla en alimentación, dinámicas eléctricas y mecánicas.
7		1º EVALUACIÓN PARCIAL HASTA CAPÍTULO 4 INCLUSIVE. Afianzar las capacidades adquiridas. Determinar el grado de avance y asimilación del curso, tanto a escala individual como grupal. Detectar problemas de comprensión individual y grupal.	Preguntas conceptuales de grado de complejidad tal que permitan su resolución escrita en 2 horas reloj. LABORATORIO: Presentación del TPS N° 2: Desempeño Dinámico de Motores de Inducción

8	6	CAP. 6: LAS IMPEDANCIAS OPERACIONALES Y LAS CONSTANTES DE TIEMPO DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 6. LABORATORIO: Simulación de respuesta al escalón en torque de carga, dinámicas eléctricas y mecánicas.
9	7	CAP. 7: LAS ECUACIONES LINEALIZADAS DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 7. LABORATORIO: Simulación de respuesta a falla en bornes, dinámicas eléctricas y mecánicas.
10		2º EVALUACIÓN PARCIAL CAPÍTULOS 5 Y 6 INCLUSIVE Afianzar las capacidades adquiridas. Determinar el grado de avance y asimilación del curso, tanto a escala individual como grupal.	Detectar problemas de comprensión individual y grupal. Preguntas conceptuales de grado de complejidad tal que permitan su resolución escrita en 2 horas reloj LABORATORIO: Presentación del TPS N° 3: Desempeño Dinámico de Máquinas Sincrónicas Propuesta y elección de tema para el trabajo final integrador (TPS N° 4).
11	8	CAP. 8: LAS ECUACIONES DE ORDEN REDUCIDO DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN Y SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 8. TP N° 5: Presentación de una publicación científica breve (paper) para su posterior traducción, interpretación y defensa individual en clase. LABORATORIO: Simulación dinámica de diferentes tipos de arranque de máquinas de CC.
12	9	CAP. 9: LA OPERACIÓN NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS DE INDUCCIÓN	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 9 LABORATORIO: Motor lineal, dinámica de arranque. Solenoide como caso simplificado de motor lineal.
13	10	CAP. 10: LA OPERACIÓN ASINCRÓNICA Y NO BALANCEADA DE LAS MÁQUINAS SINCRÓNICAS	TEORÍA PRÁCTICA: Guías de Ejemplos y Problemas N° 10 LABORATORIO: Transformadores de llenado integral. Presentación de la tecnología. Ventajas y desventajas.
14		3º EVALUACIÓN PARCIAL DESDE CAPÍTULO 7 Afianzar las capacidades adquiridas. Determinar el grado de avance y asimilación del curso, tanto a escala individual como grupal.	Detectar problemas de comprensión individual y grupal. Preguntas conceptuales de grado de complejidad tal que permitan su resolución escrita en 2 horas reloj.

15		<p>EVALUACIÓN FINAL DE PRÁCTICA</p> <p>Afianzar las capacidades adquiridas. Determinar el grado de avance y asimilación del curso, tanto a escala individual como grupal.</p>	<p>Valorar la expresión oral y el trabajo en equipo sobre un trabajo específico.</p> <p>LABORATORIO:</p> <p>Presentación del Trabajo Final Integrador (TPS N° 4)</p>
16		<p>COLOQUIO INTEGRADOR</p> <p>Valoración final del desempeño y aprendizaje individual, teniendo en cuenta tanto las instancias escritas como orales y el trabajo en equipo.</p>	<p>Evaluación que involucra los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nota 1: Promedio de notas de los Parciales de Teoría - Nota 2: Promedio de notas de los informes de Trabajos Prácticos de Simulación - Nota 3: Calificación del TPS N° 4 (Trabajo Integrador) - Nota 4: Calificación del TP N° 5 (traducción, interpretación y defensa de un artículo científico técnico breve) - Concepto de la cátedra