

Plan Anual de Actividades Académicas
a completar por el Director de Cátedra
2023

Departamento: **Electromecánica**.....

Asignatura: **Máquinas Eléctricas**.....

Titular:

Asociado:

Adjunto:

Interino: **Ing. Diego Salinas**.....

JTP: **Ing. Claudio Starna**.....

Auxiliares:

Planificación de la asignatura

Debe contener como mínimo:

▪ **FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS.**

En prácticamente todos los dispositivos que efectúan algún tipo de trabajo mecánico de cierta magnitud y sean alimentados con energía eléctrica, encontraremos al menos una máquina eléctrica convencional. Es por ello que puede considerarse a **Máquinas Eléctricas** como una asignatura de extrema importancia práctica para la vida profesional del futuro ingeniero electromecánico.

Además, los conocimientos y criterios ingenieriles adquiridos durante su cursado serán requeridos y aplicados en otras disciplinas de especialización: Instalaciones Térmicas, Mecánicas y Frigoríficas, Electrónica Industrial, Centrales y Sistemas de Transmisión, Mantenimiento Electromecánico y Máquinas y Equipos Industriales entre otras.

Todos estos conceptos se ven enfatizados aún más cuando se analizan, tanto el perfil específico que se desea del futuro ingeniero electromecánico en el área de los conocimientos eléctricos, como las incumbencias profesionales derivadas del título de grado que se obtiene al culminar la carrera.

▪ **PROPÓSITOS U OBJETIVOS DE LA MATERIA. (Según consta en el Diseño Curricular de la Carrera – Ord. 1029 / 04, pag. 62)**

- Conocer la teoría de funcionamiento de las máquinas eléctricas de corriente continua y alterna.
- Desarrollar capacidades para ensayar las máquinas eléctricas.
- Conocer sus disposiciones constructivas y elementos de cálculo vinculados con estas

máquinas y desarrollar criterios para seleccionar las mismas.

OBJETIVOS GENERALES

- ❑ Afianzar y profundizar conocimientos adquiridos en asignaturas de cursado previo , en particular Física y Electrotecnia, e integrarlos con el aprendizaje de los nuevos conceptos involucrados en el estudio de los principios y leyes de las Máquinas Eléctricas.
- ❑ Capacitar y brindar el conocimiento que será necesario en el futuro para poder comprender e integrar muchos de los contenidos de Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas, Centrales y Sistemas de Transmisión y Automatización y Control Industrial.
- ❑ Lograr la integración de herramientas físico-matemáticas (software) con la realidad física idealizada de los circuitos eléctrico-magnéticos haciendo especial hincapié en la obtención de circuitos equivalentes y en la importancia práctica de los mismos, al permitir analizar rápidamente como afectan las variaciones de los parámetros internos el comportamiento de las distintas máquinas.
- ❑ Formar y afianzar, en el aula y el laboratorio, criterios ingenieriles de invaluable importancia práctica para su vida profesional, en la cual se verá eventualmente involucrado en el uso, selección, evaluación, asesoramiento, mantenimiento, fabricación, diseño o comercialización de maquinaria eléctrica.
- ❑ Reiterar y enfatizar la importancia del uso de software y/o simuladores que permiten analizar rápidamente el efecto de las variaciones de parámetros internos o externos a las máquinas, especialmente en el caso de aquellas de difícil disponibilidad inmediata como es el caso de grandes generadores o motores síncronos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los cuatro grandes grupos de máquinas eléctricas que son el objeto de estudio del curso son: Los **Transformadores**, las **Máquinas Asíncronas**, las **Máquinas de Corriente Continua** y las **Máquinas Síncronas**.

Para todas ellas se plantean en general los siguientes objetivos:

- ❑ Conocer sus características constructivas y/o poder realizar una descripción física detallada.
- ❑ Conocer en profundidad su teoría de funcionamiento a régimen permanente.
- ❑ Adquirir nociones de la dinámica de funcionamiento.
- ❑ Conocer las aplicaciones de los distintos tipos de máquinas.
- ❑ Los objetivos específicos concretos se detallan en el programa analítico

Así mismo, se considera de fundamental importancia la consolidación de los conocimientos teóricos adquiridos mediante la realización de **prácticas de Laboratorio** bajo la forma de Ensayos y Desarrollo de Aplicaciones.

▪ CONTENIDOS.

PROGRAMA SINTETICO (Según consta en el Diseño Curricular de la carrera)

Temas Comunes: Descripción física y características constructivas. Teoría de funcionamiento a régimen permanente. Nociones de la dinámica de funcionamiento. Aplicaciones de los distintos tipos de máquinas.

Temas relevantes:

- Transformadores monofásicos. Diagrama vectorial. Magnitudes reducidas. Circuito equivalente. Ensayos. Conexión en paralelo. Autotransformadores. Conexiones trifásicas de transformadores.
- Devanados de máquinas rotativas. Campo alterno y rotante.
- Máquinas polifásicas de inducción. Circuito equivalente, potencia y cupla. Arranque, variación de velocidad.
- Motores monofásicos de inducción. Campo elíptico. Métodos de arranque.

- Generadores sincrónicos. Turboalternadores e hidroalternadores. Teoría del rotor cilíndrico. Curvas de funcionamiento. Teoría de las dos reacciones. Potencia de la máquina síncrona. Cortocircuito. Sincronización y marcha en paralelo. Sistemas de excitación.
- Motores sincrónicos. Curvas características. Arranque. Motores de histéresis.
- Máquinas de corriente continua. Excitación. Conmutación. Generadores: curvas características. Motores: curvas características. Arranque. Variación de la velocidad.
- Motores de corriente alterna a colector. Motores no convencionales. A pasos. Servomotores. Lineales.

PROGRAMA ANALITICO

UNIDAD TEMATICA 1 (5 horas)

Introducción a las máquinas eléctricas: Las máquinas eléctricas como dispositivos convertidores de energía. Movimiento rotatorio. Ley de rotación de Newton. Relaciones de potencia. El campo magnético. Circuitos magnéticos. Ley de Faraday. Generación de voltajes inducidos. Generación de fuerzas en un conductor. Máquina lineal sencilla de corriente continua.

UNIDAD TEMATICA 2 (25 horas)

Transformadores: Características constructivas. Transformador monofásico. Principio de funcionamiento. Relaciones fundamentales. Circuito equivalente exacto y aproximado. Sistema por Unidad. Diagrama fasorial. Reducción de magnitudes al primario o al secundario. Ensayos de vacío y de corto circuito. Calentamiento. Pérdidas y rendimiento. Regulación de tensión. Conexión en paralelo. Transformadores trifásicos y conexiones trifásicas de transformadores. Autotransformadores.

UNIDAD TEMATICA 3 (10 horas)

Fundamentos de máquinas de corriente alterna: Espira sencilla que rota en un campo magnético uniforme. Campo magnético rotacional. Voltaje inducido y par inducido en máquinas de corriente alterna. Flujo de potencia y pérdidas. Regulación de voltaje y regulación de velocidad.

UNIDAD TEMATICA 4 (25 horas)

Máquinas asíncronas polifásicas. Características constructivas. Devanados de las máquinas rotativas. Principio de funcionamiento. Campo alterno y campo rotante. Motor de inducción. Deslizamiento. El motor a inducción como transformador. Circuito equivalente. Determinación de los parámetros del circuito equivalente mediante ensayos a rotor bloqueado y de marcha en vacío. Balance energético. Características de potencia y cupla. Diagrama circular. Arranque y frenado. Regulación y control de velocidad. Aplicación de los distintos tipos de motores polifásicos de inducción. Generador de inducción.

UNIDAD TEMATICA 5 (10 horas)

Motor monofásico de inducción. Características constructivas. Principio de funcionamiento. Campo giratorio doble. Circuito equivalente. Cupla motriz. Característica de los distintos tipos de motores monofásicos de inducción: de fase partida con capacitor/es y de polos sombreados. Control de velocidad. Aplicaciones.

UNIDAD TEMATICA 6 (5 horas)

Fundamentos de máquinas de corriente continua: Una espira que rota entre caras polares curvas. Conmutación en una máquina sencilla. Problemas de la conmutación en máquinas reales. Ecuaciones del voltaje generado y del par inducido en las máquinas reales. Flujo de potencia y pérdidas

UNIDAD TEMATICA 7 (15 horas)

Generadores de corriente continua Características constructivas. Principio de funcionamiento. Funcionamiento de las máquinas de C.C. como motor ó generador. Generación de la FEM y de la C.C. Conmutación. Disposiciones multipolares. Conexiones de las máquinas según el tipo de excitación. Circuito equivalente. Reacción del inducido. Polos de conmutación y arrollamientos de compensación. Conexiones, características y aplicaciones de los distintos tipos de generadores de C.C. autoexcitados: Shunt, Serie, Compuesto acumulativo y diferencial.

UNIDAD TEMÁTICA 8 (10 horas)

Motores de corriente continua. Conexionado y arranque. Velocidad, cupla motriz y potencia mecánica desarrollada. Regulación y control de la velocidad. Inversión de marcha y frenado. Conexión, características y aplicaciones de los distintos tipos de motores de C.C.

UNIDAD TEMÁTICA 9 (25 horas)

Máquinas síncronas – Generadores: Características constructivas .Principio de funcionamiento. Primomotores y excitatrices. Ventajas de la armadura estacionaria y el campo rotante. Rotor cilíndrico y rotor de polos salientes. Reacción de inducido. Características de circuito abierto y de corto circuito. Impedancia de sincronismo. Circuito equivalente Curvas características de cargas. Regulación de tensión para cargas con distintos factores de potencia. Método de Blondel de las dos reacciones para máquinas con polos salientes. Corrientes de cortocircuito y empleo de reactores. Relaciones de potencia y cupla. Angulo del par. Funcionamiento en paralelo de alternadores: con otro similar o con la red de potencia infinita. Condiciones y procedimiento para el acoplamiento. Diagramas de casa. División de la carga entre generadores en paralelo. Valores nominales de los generadores síncronos.

UNIDAD TEMÁTICA 10 (10 horas)

Motores síncronos. Características constructivas. Principio de funcionamiento. Arranque. Curvas en V. Ajuste del factor de potencia de un motor síncrono con carga constante. Efecto del aumento de carga para varias condiciones de excitación. Propiedad del motor síncrono como dispositivo corrector del factor de potencia. Condensador síncrono.

UNIDAD TEMÁTICA 11 (5 horas)

Dinámica de las máquinas eléctricas – Motores especiales

Nociones básicas de la dinámica del funcionamiento de las máquinas eléctricas. Máquinas de corriente continua y generador síncrono. Nociones básicas de máquinas eléctricas de propósito especial: motores de imanes permanentes, motores de pasos, motores de reluctancia conmutada. Motores de corriente continua sin escobillas. Servomotores. Motores de histéresis, motores de inducción lineales.

PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DEL CICLO LECTIVO

DESARROLLO DE LAS UNIDADES TEMATICAS

Unidad Temática 1 : **INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS** (5 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 1

1. Que el alumno realice una revisión de los conocimientos adquiridos previamente en Física II y Electrotecnia referidos a los circuitos electromagnéticos y las leyes que los rigen, y los integre y asocie como los básicos de la asignatura.
2. Que el alumno conozca las características y los componentes básicos de las máquinas eléctricas y las leyes que los gobiernan, fundamentalmente las referidas a la generación de fuerzas electromotrices inducidas (FEMs) y a la producción de fuerzas mecánicas que darán origen a los movimientos de rotación.

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
1º	Presentación de la asignatura y entrega y explicación de los contenidos del Legajo de Cátedra. Las máquinas eléctricas como dispositivos convertidores de energía. Movimiento rotatorio. Ley de rotación de Newton. Relaciones de potencia. El campo magnético. Circuitos magnéticos. Ley de Faraday. Generación de voltajes inducidos. Generación de fuerzas en un conductor. Máquina lineal sencilla de corriente continua.	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	5 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas Total :5 hs.

Unidad Temática 2 : **TRANSFORMADORES** (25 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 2

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real y alcance una clara comprensión de su principio de funcionamiento teórico mediante la correcta interpretación y aplicación de las leyes electromagnéticas afines. Que conozca la importancia de la normalización y de las hojas de datos de los fabricantes.
2. Que el alumno asimile la importancia práctica de los ensayos de laboratorio para la obtención de los parámetros de la máquina y su circuito equivalente.
3. Que el alumno aplique los modelos obtenidos para la predicción teórica (en forma manual o mediante software específico) del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.
4. Que el alumno comprenda la importancia y necesidad de puesta en paralelo de transformadores

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
-----------	---	---------------	---------	-------

2º, 3º, 4º, 5º y 6º	Características constructivas. Transformador monofásico. Principio de funcionamiento. Relaciones fundamentales. Circuito equivalente exacto y aproximado. Sistema por Unidad. Diagrama fasorial. Reducción de magnitudes al primario o al secundario. Ensayos de vacío y de corto circuito. Calentamiento. Pérdidas y rendimiento. Regulación de tensión. Conexión en paralelo. Transformadores trifásicos y conexiones trifásicas de transformadores. Autotransformadores	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	18 hs. de teoría y práctica combinadas
		Práctica	JTP	+ 3 hs de práctica
		Práctica	JTP	+ 4 hs de Laboratorio
				Total :25 hs.

Unidad Temática 3 : **FUNDAMENTOS DE MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA** (10 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 3

1. Que el alumno se familiarice con la generación de campos magnéticos rotantes a partir de bobinados polifásicos estáticos excitados por corrientes alternas polifásicas balanceadas y analice el efecto de dicho campo giratorio sobre conductores ubicados en el rotor de la máquina.
2. Que el alumno pueda plantear y analizar los diagramas de flujo de potencia para la máquina funcionando como motor o como generador y adquiera pleno conocimiento de las pérdidas que afectan el rendimiento.
3. Que el alumno comprenda el concepto de regulación de un parámetro (voltaje, velocidad, etc.) y lo distinga claramente del concepto de control de dicho parámetro

Semana Nº	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
7º y 8º	Espira sencilla que rota en un campo magnético uniforme. Generación de un campo magnético rotacional. Voltaje inducido y par inducido en máquinas de corriente alterna. Flujo de potencia y pérdidas. Regulación de voltaje y regulación de velocidad.	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	10 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas Total :10 hs.

Unidad Temática 4 : **MAQUINAS ASINCRONAS POLIFASICAS** (25 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 4

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real , de sus distintos tipos y alcance una clara comprensión de su principio de funcionamiento teórico mediante la correcta interpretación y aplicación de las leyes electromagnéticas afines. Que conozca la importancia de la normalización ,de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
2. Que el alumno asimile la importancia práctica de los ensayos de laboratorio para la obtención de los parámetros de la máquina asincrónica y de su circuito equivalente. Que sepa interpretar el diagrama circular.
3. Que el alumno aplique los modelos obtenidos para la predicción teórica (en forma manual o mediante software específico) del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.
4. Que el alumno ensaye con distintos métodos de arranque (Estrella-triángulo, autotransformador, arrancador inteligente) determinando ventajas y desventajas de cada uno.
5. Que el alumno ensaye con distintos métodos de control de velocidad (variación de tensión y de frecuencia)

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
9°,10°, 11°,12° y 13°	Características constructivas. Devanados de las máquinas rotativas. Principio de funcionamiento. Campo alterno y campo rotante. Motor de inducción. Deslizamiento. El motor a inducción como transformador. Circuito equivalente. Determinación de los parámetros del circuito equivalente mediante ensayos a rotor bloqueado y de marcha en vacío. Balance energético. Características de potencia y cupla. Diagrama circular. Arranque y frenado. Regulación y control de velocidad. Aplicación de los distintos tipos de motores polifásicos de inducción. Generador de inducción.	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	16 hs. de teoría y práctica combinadas
		Práctica	JTP	+ 3 hs de práctica
		Práctica	JTP	+ 6 hs de Laboratorio Total: 25 hs.

Unidad Temática 5 : MOTOR MONOFASICO DE INDUCCION (10 horas)**OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 5**

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real, de sus distintos tipos y alcance una clara comprensión de su principio de funcionamiento teórico mediante la correcta interpretación y aplicación de las leyes electromagnéticas afines.
2. Que conozca la importancia de la normalización, de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
3. Que el alumno ensaye el control de velocidad por variación de tensión en aplicaciones de baja potencia (ventiladores, herramientas, etc.)

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
-----------	---	---------------	---------	-------

14° y 15°	Características constructivas. Principio de funcionamiento. Teoría del doble campo giratorio Circuito equivalente. Cupla motriz. Característica de los distintos tipos de motores monofásicos de inducción : de fase partida, con capacitor/es y de polos sombreados. Control de velocidad. Aplicaciones.	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	10 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas Total :10 hs.
-----------	--	-----------------------	------------------------------	---

Unidad Temática 6 : **FUNDAMENTOS DE MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTÍNUA** (5 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 6

1. Que el alumno alcance una clara comprensión de los principios básicos de funcionamiento de las máquinas de CC actuando éstas como motores o generadores.
2. Que el alumno comprenda la necesidad de la existencia del conmutador (colector) para el funcionamiento de las máquinas de CC y analice los problemas derivados del fenómeno de la conmutación.
3. Que el alumno plantee y analice los diagramas de flujo de potencia para la máquina de CC funcionando como motor o como generador y adquiera pleno conocimiento de las pérdidas que afectan el rendimiento

Semana Nº	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
16°	Una espira que rota entre caras polares curvas. Conmutación en una máquina sencilla. Problemas de la conmutación en máquinas reales. Ecuaciones del voltaje generado y del par inducido en las máquinas reales. Flujo de potencia y pérdidas	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	5 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas Total :5 hs.

Unidad Temática 7 : **GENERADORES DE CORRIENTE CONTÍNUA** (15 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 7

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real y de todos sus aspectos constructivos, en particular, de los distintos tipos de bobinados y conexiones de los mismos y alcance una clara comprensión de las diferencias operativas. Que conozca la importancia de la normalización de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
2. Que el alumno aplique los diferentes modelos teóricos (circuitos equivalentes) para la predicción teórica (en forma manual o mediante software específico) del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.
3. Que el alumno obtenga las curvas características en vacío y bajo carga con los distintos tipos de conexiones posibles (con autoexcitación) y analice los efectos sobre la regulación de tensión de salida.

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
17º, 18º y 19º	Características constructivas. Principio de funcionamiento. Funcionamiento de las máquinas de C.C. como motor ó generador. Generación de la FEM y de la C.C. Conmutación. Disposiciones multipolares. Conexiones de las máquinas según el tipo de excitación. Circuito equivalente. Reacción del inducido. Polos de conmutación y arrollamientos de compensación. Conexiones, características y aplicaciones de los distintos tipos de generadores de C.C. autoexcitados: Shunt, Serie, Compuesto acumulativo y diferencial.	Teórico – Práctica Práctica Práctica	Respons. de la cátedra JTP JTP	10 hs. de teoría y práctica combinadas + 2 hs de práctica + 3 hs de Laboratorio Total :15 hs.

Unidad Temática 8 : **MOTORES DE CORRIENTE CONTÍNUA** (10 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 8

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real y de todos sus aspectos constructivos, en particular, de los distintos tipos de bobinados y conexiones de los mismos y alcance una clara comprensión de las diferencias operativas. Que conozca la importancia de la normalización, de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
2. Que el alumno aplique los diferentes modelos teóricos (circuitos equivalentes) para la predicción teórica del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.
3. Que el alumno experimente con los procedimientos de arranque, inversión de marcha y frenado.
4. Que el alumno obtenga las curvas características en vacío y bajo carga de los distintos tipos de conexiones (con autoexcitación) y analice los efectos sobre la regulación de la velocidad de salida.

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
20º y 21º	Conexión y arranque. Velocidad, cupla motriz y potencia mecánica desarrollada. Regulación y control de la velocidad. Inversión de marcha y frenado. Conexión, características y aplicaciones de los distintos tipos de motores de C.C.	Teórico – Práctica Práctica Práctica	Respons. de la cátedra JTP JTP	5 hs. de teoría y práctica combinadas + 2 hs de práctica + 3 hs de Laboratorio Total :10 hs.

Unidad Temática 9 : **MÁQUINAS SÍNCRONAS – GENERADORES** (25 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 9

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real y de todos sus aspectos constructivos. Que conozca la importancia de la normalización ,de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
2. Que el alumno realice las mediciones (resistencia de aislación y de bobinado estático) y los ensayos más significativos (vacío, cortocircuito y carga) con un alternador y experimente con los procedimientos de puesta en paralelo con otro alternador y con la red.
3. Que el alumno aplique los modelos teóricos (circuitos equivalentes) para la predicción teórica del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
22°,23°, 24°,25° y 26°	Características constructivas .Principio de funcionamiento. Primomotores y excitatrices. Ventajas de la armadura estacionaria y el campo rotante. Rotor cilíndrico y rotor de polos salientes. Reacción de inducido. Características de circuito abierto y de corto circuito. Impedancia de sincronismo. Circuito equivalente Curvas características de cargas. Regulación de tensión para cargas con distintos factores de potencia. Método de Blondel de las dos reacciones para máquinas con polos salientes. Corrientes de cortocircuito y empleo de reactores. Relaciones de potencia y cupla. Angulo del par. Funcionamiento en paralelo de alternadores: con otro similar o con la red de potencia infinita. Condiciones y procedimiento para el acoplamiento. Diagramas de casa. División de la carga entre generadores en paralelo. Valores nominales de los generadores síncronos.	Teórico – Práctica	Respons. De la cátedra	15 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas
		Práctica	JTP	+ 4 hs de práctica
		Práctica	JTP	+ 6 hs de Laboratorio
				Total :25 hs.

Unidad Temática 10 : **MOTORES SÍNCRONOS** (10 horas)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 10

1. Que el alumno se familiarice con la máquina real y de todos sus aspectos constructivos. Que conozca la importancia de la normalización, de las hojas de datos de los fabricantes y que se forme criterios de aplicación y/o selección.
2. Que el alumno realice las mediciones y los ensayos necesarios para la obtención de las Curvas V
3. Que el alumno aplique los modelos teóricos (circuitos equivalentes) para la predicción teórica del comportamiento de la máquina bajo distintas condiciones operativas.

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
27° y 28°	Características constructivas. Principio de funcionamiento. Arranque. Curvas en V. Ajuste del factor de potencia de un motor síncrono con carga constante. Efecto del aumento de carga para varias condiciones de excitación. Propiedad única del motor síncrono como dispositivo corrector del factor de potencia. Condensador síncrono. Motores especiales	Teórico – Práctica Práctica Práctica	Respons. De la cátedra JTP JTP	5 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas + 2 hs de práctica + 3 hs de Laboratorio Total :10 hs.

Unidad Temática 11: **DINÁMICA DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS-MOTORES ESPECIALES** (5 hs)

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD TEMATICA 11

1. Que el alumno adquiera nociones básicas sobre el comportamiento dinámico de las máquinas eléctricas.
2. Que el alumno conozca descriptiva y funcionalmente los motores de reducida potencia que se emplean en aplicaciones especiales y cuyo uso está cada vez mas difundido

Semana N°	Descripción de los contenidos de las clases	Tipo de clase	Docente	Horas
29°	Nociones básicas de la dinámica del funcionamiento de las máquinas eléctricas. Máquinas de corriente continua y generador síncrono. Nociones básicas de máquinas eléctricas de propósito especial: motores de imanes permanentes , motores de pasos , motores de reluctancia conmutada. motores de corriente continua sin escobillas. motores de histéresis , servomotores, motores de inducción lineales.	Teórico – Práctica	Respons. de la cátedra	5 hs. de teoría y práctica simultáneas combinadas Total :5 hs.

▪ **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA.**

La modalidad de dictado es la exposición oral frente a los alumnos. La diversidad y amplitud de temas del programa hace que la estrategia didáctica básica utilizada sea la descriptiva.

En cada una de las unidades temáticas se explican los conceptos fundamentales de cada tema, orientando su desarrollo a su aplicación práctica. La metodología utilizada en la cátedra se basa principalmente, en el desarrollo de los temas en forma teórica con apoyo de ejemplos prácticos, haciendo uso de la información actualizada de equipos e instalaciones existentes.

Como estrategia empleada para garantizar la adquisición de conocimiento, competencias y actitudes en relación con los objetivos y para generar en el alumno hábitos de autoaprendizaje se destaca la explicación por parte del docente de un tema nuevo o de aquellos con dificultades de comprensión, incentivando la formación de criterio propio y la participación de los alumnos.

DESARROLLO DE LAS CLASES

Las clases tendrán una modalidad **teórico-práctica** (70%-30%). Conjuntamente con el desarrollo teórico de los temas, se insistirá simultáneamente en la resolución de ejercicios numéricos y en aplicaciones prácticas que se deriven de los mismos, para que el alumno visualice inmediatamente la importancia del conocimiento recibido y adquiera la capacidad de relacionarlo con situaciones de la vida real.

Al comienzo de cada clase, se podrán efectuar las **consultas** que fuesen necesarias sobre el temario de la clase anterior y eventualmente se acordarán horarios especiales de **consultas grupales**, los que serán adicionales a los de las clases regulares.

Se complementarán las clases teórico-prácticas con algunos **Trabajos de Laboratorio** (real y virtual) en los que se tendrá en cuenta no solo el aspecto teórico-académico (Ej: Deducción de modelos o circuitos equivalentes a partir de ensayos) sino también el eminentemente práctico (Ej.: Métodos de arranque de motores de inducción, paralelo de alternadores, etc).

Por otra parte, y habiéndose observado manifiestas carencias en la **capacidad de expresión oral y/o escrita** de los estudiantes, se solicitará que la **redacción de informes técnicos** (resolución de ejercicios, trabajos prácticos, informes de Laboratorio, etc.) sea realizada **bajo normas**, preferentemente similares a las que tendrán que usar a posteriori para la presentación de sus Trabajos Finales. Además, y de poder usarse total o parcialmente el margen de reserva previsto en el cronograma del curso, se desarrollarán **seminarios** breves para incentivar la capacidad de expresión oral en público.

DESARROLLO DE MATERIAL DE ESTUDIO

Si bien no se editarán formalmente *Apuntes de Cátedra*, en el apartado donde se incluye la Bibliografía se han mencionado las **Notas de Cátedra**. Las mismas consistirán en explicaciones detalladas de algunos temas puntuales del programa, que a criterio de la Cátedra: sean de mediana o alta complejidad, requieran una síntesis de bibliografía variada o no disponible en Biblioteca, y fundamentalmente, cuando se quiera tener un reaseguro de que los conceptos teórico-prácticos involucrados sean transmitidos y adquiridos sin lugar a la más mínima duda o error de interpretación conceptual por parte del alumno.

También se usará este instrumento para ofrecer ejemplos de cómo se puede:

- Hacer uso de la PC para realizar distintos tipos de trabajos de la asignatura, incluidos los informes.
- Usar software de simulación para: verificación de cálculos teóricos y análisis del comportamiento de las máquinas eléctricas.

CARPETA DE CURSO

Cada alumno llevará actualizada una **Carpeta de Curso** en la cual se archivará la siguiente documentación:

- a) Todos los ejercicios desarrollados en el transcurso de las clases teórico-prácticas.
- b) Todos los **Trabajos Prácticos tipo A (TPA)**, los cuales consistirán en conjuntos de ejercicios anualmente seleccionados por la Cátedra en forma aleatoria, para ser resueltos por los alumnos como **actividad extra áulica**. Para ésta finalidad se usarán los siguientes libros:
 - 1) JESUS FRAILE MORA - "**Máquinas eléctricas**"- Bibliografía: Ítem 16.
 - 2) FITZGERALD, KINGSLEY y UMANS "**Máquinas eléctricas**" –Bibliografía: Ítem 3
 - 3) STEPHEN CHAPMAN - "**Máquinas eléctricas**" - Bibliografía: Ítem 1.
 - 4) GURU – HIZIROGLU – "**Máquinas eléctricas y transformadores**" – Bibliografía: Ítem 2

El objetivo de estos trabajos es que el alumno logre confianza y rapidez en su capacidad de análisis y su habilidad de cálculo. Además, cabe destacarse que en la Bibliografía se indican dos títulos (ver ítems 13 y 14 del listado) dedicados específicamente a la resolución de problemas.

Los conjuntos de ejercicios selectos se diagramarán de acuerdo al siguiente esquema:

Bibliografía Trabajo	Fraile Mora	Fitzgerald	Chapman	Guru
TPA 1 : Transformadores	Ejercicios y/o Problemas Cap. 3	Ejercicios y/o Problemas Cap. 2	Ejercicios y/o Problemas Cap. 2	Ejercicios y/o Problemas Cap. 4
TPA 2 : Máquinas Asincronas	Ejercicios y/o Problemas Cap. 4	Ejercicios y/o Problemas Cap. 6 y 9	Ejercicios y/o Problemas Cap. 7	Ejercicios y/o Problemas Cap. 9 y 10
TPA 3 : Máquinas de Corriente Continua	Ejercicios y/o Problemas Cap. 6	Ejercicios y/o Problemas Cap. 7	Ejercicios y/o Problemas Cap. 8 y 9	Ejercicios y/o Problemas Cap. 5 y 6
TPA 4 : Máquinas Sincronas	Ejercicios y/o Problemas Cap. 5	Ejercicios y/o Problemas Cap. 5	Ejercicios y/o Problemas Cap. 5 y 6	Ejercicios y/o Problemas Cap. 7 y 8

c) Las **Notas de Cátedra** y algunos **Ejercicios Especiales** desarrollados por la cátedra. Algunos de estos tendrán la particularidad de ser **integradores**, es decir que eventualmente incluirán en un único enunciado conceptos y contenidos de más de una unidad temática del programa.

d) Los informes de las actividades prácticas realizadas tanto en el **laboratorio** como en las **computadoras** usando los simuladores. A estas actividades se las denominará **Trabajos Prácticos tipo B (TPB)** y su realización se diagramará de acuerdo al siguiente listado:

LISTADO DE PRACTICAS DE LABORATORIO

- TPB Nº 1 - TRANSFORMADOR** : Medición de la resistencia de aislación y de los bobinados - Ensayos de vacío y de cortocircuito - Ensayo de calentamiento (Opcional)
- TPB Nº 2 - MAQUINA ASINCRONA: MOTOR DE INDUCCION (Rotor jaula de ardilla)** - Medición de la resistencia de aislación y del bobinado estático - Ensayos a rotor libre (vacío) y a rotor bloqueado - Determinación de los parámetros y del diagrama circular. - Métodos de arranque – Arrancadores inteligentes.
- TPB Nº 3 - MAQUINA DE C.C: GENERADOR SHUNT** - Medición de la resistencia de aislación, de los bobinados e internas (contacto, escobillas, etc)- Ajuste de la posición de las escobillas y prueba de la conmutación. Determinación de las características en vacío y en carga. Determinación de las características de regulación. Determinación indirecta del rendimiento de un generador shunt.
- TPB Nº 4 - MAQUINA DE C.C: MOTOR SHUNT** - Estudio del par y de la fuerza contraelectromotriz usando la dínamo péndulo. Estudio de la velocidad. Determinación directa de las características de funcionamiento (mecánicas y electromecánicas) de un motor de corriente continua.

5. **TPB Nº 5 - MAQUINA SINCRONA: ALTERNADOR** (De polos salientes) - Medición de la resistencia de aislación y de los bobinados estatóricos - Ensayos de vacío y de cortocircuito - Ensayos con carga: determinación del triángulo de Potier y de la reacción de armadura - Trazado de la característica de carga nominal inductiva con factor de potencia cero.
6. **TPB Nº 6 - MAQUINA SINCRONA : MOTOR** - Determinación de las curvas V
7. **TPBNº 7- PARALELO DE ALTERNADORES SINCRONOS** - Verificación de las condiciones previas y conexionado en paralelo de dos alternadores síncronos usando el método de las lámparas rotantes y el brazo de sincronización - Repartición y transferencia de cargas activas y reactivas maniobrando sobre los reguladores de velocidad de los motores primarios y sobre los reóstatos de campo.

FORMACION PRÁCTICA

Tomando como base (100 %) las 145 horas anuales asignadas a la materia (en realidad son 160 hs pero se han reservado 15 hs para usar según necesidades de la cátedra) , y atendiendo a los requerimientos específicos referidos a la formación práctica del estudiante, se prevé aproximadamente la siguiente subdivisión y utilización del tiempo y espacios:

- a) **CLASES TEORICO-PRACTICAS:** En el aula - 70 %.
- b) **RESOLUCION DE EJERCICIOS CONVENCIONALES y de PROBLEMAS de INGENIERIA y PRACTICA CON SIMULADORES:** En el aula y en el Laboratorio de Informática - 12 %
- c) **PRACTICAS DE LABORATORIO:** En el Laboratorio de Máquinas Eléctricas - 18 %.

En síntesis, se prevé utilizar un 70% del tiempo disponible para clases teórico prácticas y el 30% restante en actividades puramente prácticas (reales y/o virtuales).

▪ METODOLOGÍA DE EVALUACION

Además de toda la documentación incluida en la Carpeta de Curso, y con el objetivo de obtener del alumno la necesaria realimentación (feedback) que permita determinar la correcta transferencia y/o asimilación de los conocimientos, se implementarán distintas instancias evaluadoras, las cuales contarán con un recuperatorio.

Pruebas Breves (Quizzes) consistentes en cuestionarios con preguntas conceptuales sobre los temas que se estén desarrollando en ese momento. Estas serán de unos 10-15 minutos de duración y se realizarán en forma sorpresiva al comienzo o final de la clase. Una de estas pruebas podrá ser usada como **evaluación diagnóstica inicial** para conocer el nivel con que los alumnos acceden al curso.

Pruebas parciales: Consistirán en la resolución de problemas. Se tomará un total de cuatro (4) pruebas y el cronograma se entregará durante las tres primeras semanas del curso.

Coloquio: (oral) sobre **todos los temas** en general, incluidos Laboratorio: En el Coloquio se evaluará:

- Capacidad oral y expresiva.
- Estado y profundidad del conocimiento del alumno.
- Aptitud para organizar y presentar un cuerpo de respuesta con sentido.
- Capacidad para conectar temas, y aptitud para pasar de uno a otro.
- Organización del discurso
- Y además, el uso adecuado de la jerga propia de la carrera.
- Puede incluir la explicación de algún ejercicio resuelto en clases o parciales.

REGIMEN DE APROBACIÓN

Como lo indica la reglamentación vigente según Ordenanza 1549, para obtener la **Aprobación Directa** se deberá entregar los informes de los trabajos de laboratorio y aprobar cada instancia de evaluación prevista (Pruebas y coloquio) con una nota mínima de seis (6).

La nota que finalmente se consignará en el Acta de examen podrá mejorarse significativamente, siempre a partir del seis (6), al ponderarse también el rendimiento global del alumno durante el curso en función de: su participación en las clases y la calidad de la presentación de los trabajos de laboratorio.

Si la cátedra considera que el estudiante ha alcanzado los niveles mínimos y básicos de aprendizajes y entrega los informes de laboratorio, obtendrá una nota de cuatro (4) o cinco (5) y tendrá el **Cursado Aprobado**, por lo que estará habilitado a rendir la evaluación final (Aprobación no directa-Examen Final).

El estudiante que no haya cumplido con las dos condiciones anteriores, es decir no haya demostrado niveles mínimos y básicos de aprendizaje deberá **re cursar** la asignatura.

Evaluación Final (Exámen Final): será de carácter teórico-práctico e incluirá resolución de ejercicios (escrito) y un coloquio (oral) sobre **todos los temas** en general, incluidos Laboratorio y Simuladores. Como lo indica la reglamentación vigente se deberá obtener como mínimo un seis (6) en este examen final para aprobar la materia. Sin embargo, la **nota** que finalmente se consignará en el Acta de Examen podrá mejorarse significativamente (siempre a partir de los seis (6) puntos al ponderarse también el rendimiento global del alumno durante el curso en función de: su participación en las clases, la calidad de la presentación de su Carpeta de Curso y de sus informes de laboratorio, y fundamentalmente, de las notas obtenidas en los quizzes y los parciales.

- **RECURSOS DIDÁCTICOS A UTILIZAR COMO APOYO A LA ENSEÑANZA.**

Descritos en Metodología de la Enseñanza.

▪ **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

PRE-REQUISITOS FORMALES

Para poder **CURSAR** esta asignatura se requiere

- 1) Tener *cursada* (y *regularizada*): ELECTROTECNIA (95 - 0339)
- 2) Tener *aprobada*: FISICA II (95 - 0206)

Para poder **RENDIR** esta asignatura se requiere

- 1) Tener *aprobada*: ELECTROTECNIA (95 - 0339)

PRE-REQUISITOS FUNCIONALES

Además de los requisitos reglamentarios precitados, y a fin de obtener un mejor aprovechamiento del curso, se *sugiere enfáticamente* antes de su inicio:

- 1) Un buen repaso de: a) Leyes básicas de electromagnetismo y circuitos magnéticos, b) respuesta en régimen transitorio y permanente de circuitos de corriente continua y alterna
- 2) Tener buen manejo de PC (Windows, utilitarios e Internet) y razonables conocimientos de inglés (a nivel de traducción de vocabulario técnico) . Esto permitirá que el alumno pueda:
 - a) realizar informes técnicos de muy buena calidad de presentación,
 - b) obtener un mejor rédito de toda la información y/o software disponible en forma gratuita en la web y
 - c) obtener un inmediato aprovechamiento de los simuladores específicos que eventualmente pudieran utilizarse en algunas actividades prácticas

POST-REQUISITOS

El **CURSADO** de esta asignatura es un requisito previo para poder **CURSAR** las siguientes asignaturas pertenecientes a 5to Año de la carrera

- 1) REDES de DISTRIBUCIÓN e INSTALACIONES ELECTRICAS (95 - 0534)
- 2) CENTRALES y SISTEMAS de TRANSMISION (95 - 0536)
- 3) AUTOMATIZACION y CONTROL INDUSTRIAL (95 - 0538)

▪ **CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES.**

Como en las demás asignaturas anuales se dispone, según el Calendario Académico, de 32 semanas para el dictado del curso por lo que, atendiendo a posibles paros, y/o eventuales asuetos, feriados, etc, se planificará realísticamente sobre una base de **30 semanas útiles**.

Además, tomando un **margen adicional de 1 semana** por posibles eventualidades y/o clases de consultas, etc, se estima disponer entonces de **29 semanas efectivas** para desarrollar el programa.

La distribución del tiempo será entonces la siguiente:

Unidad Temática 1.....	Semana 1.....	Total: 1 semana (5 horas)
Unidad Temática 2.....	Semanas 2, 3, 4, 5, y 6.....	Total: 5 semanas (25 horas)
Unidad Temática 3.....	Semanas 7 y 8.....	Total: 2 semanas (10 horas)
Unidad Temática 4.....	Semanas 9, 10, 11, 12 y 13.....	Total: 5 semanas (25 horas)
Unidad Temática 5.....	Semanas 14 y 15.....	Total: 2 semanas (10 horas)

Unidad Temática 6.....	Semana 16.....	Total: 1 semana (5 horas)
Unidad Temática 7.....	Semanas 17, 18 y 19.....	Total: 3 semanas (15 horas)
Unidad Temática 8.....	Semanas 20 y 21.....	Total: 2 semanas (10 horas)
Unidad Temática 9.....	Semanas 22, 23, 24, 25 y 26.....	Total: 5 semanas (25 horas)
Unidad Temática 10.....	Semanas 27 y 28.....	Total: 2 semanas (10 horas)
Unidad Temática 11.....	Semana 29.....	Total: 1 semana (5 horas)

Márgen de **reserva potencial** para posibles ajustes u otros usos didácticos (de no ocurrir ninguno de los impedimentos o causales supuestos): 3 semanas (15 horas)

▪ BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía disponible en el mercado y referida a los contenidos específicos de la asignatura, es muy amplia y de excelente calidad. Además, en la Biblioteca se encuentran ejemplares de prácticamente todas las obras incluidas en el listado. Por tales motivos, y con el explícito propósito de que los estudiantes tomen contacto obligado con los libros físicos (no los e-books), no se editan los conocidos Apuntes de Cátedra. El objetivo didáctico perseguido, es conseguir que el estudiante se acostumbre al “manejo” de libros de diferentes autores y de sus diferentes presentaciones y/o tratamiento de los temas, confiando en que en el futuro ésta práctica redundará en su beneficio personal y profesional.

1. CHAPMAN S. - "**Máquinas Eléctricas**", 3ra Ed, Ed. Mc Graw Hill, 2000.
2. GURU – HIZIROGLU – "**Máquinas eléctricas y transformadores**" – 3ra Edición, Editorial Oxford University Press, 2002.
3. FITZGERALD, KINGSLEY y UMANS "**Máquinas eléctricas**" – 6ta Edición, Ed. McGraw Hill, 2003
4. KOSTENKO - PIOTROVSKY - "**Máquinas eléctricas**" - 2 Tomos - Ed. MIR, 1976.
5. LIWSCHITZ GARIK - WHIPPLE - "**Máquinas de corriente alterna**"- Ed CECSA , 1970.
6. MOELLER - WERR - "**Electrotécnica general y aplicada - Tomo II - Máquinas de corriente continua - Máquinas de corriente alterna (Incluso Transformadores)**" - LABOR, 1964
7. KOSOW IRVING L – "**Máquinas eléctricas y transformadores**" - 2da. Edición, Ed. PRENTICE HALL, 1993.
8. LANGSDORF ALEXANDER – "**Teoría de las máquinas de corriente alterna**" - 2da. Edición. Editorial Mc GRAW HILL, 1967
9. SOBREVILA MARCELO - "**Conversión industrial de la energía eléctrica -Teoría clásica y problemas**" 2 Tomos – Ed. EUDEBA, 1973.
10. O. LOBOSCO y otros (Siemens) "**Selección y aplicación de motores eléctricos**" – Editorial MARCOMBO, 1989.
11. J. PALACIOS BREGEL - "**Prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas**" - 3ra. Edición, Editorial PARANINFO, 1986.
12. MALONEY T., "**Electrónica industrial Moderna**"- 3ra. Ed, Ed. PRENTICE HALL, 1997.
13. ORTEGA GOMEZ – GOMEZ ALOS – BACHILLER SOLER, "**Problemas resueltos de máquinas eléctricas**" - Eitorial Mc Graw Hill – Serie Schaum – Edición 2005
14. FRAILE MORA y FRAILE ARDANUY, "**Problemas de máquinas eléctricas**" Editorial Thomson – Edición 2002

15. FRAILE MORA, JESUS – **“Máquinas eléctricas”** - 5ta. Edición – Ed. Mc Graw Hill, 2003

16. **Notas de Cátedra**

SOFTWARE SUGERIDO

➤ MATLAB – PSPICE - MATHEMATICAL

GUÍA BIBLIOGRAFICA DE ESTUDIO PARA MAQUINAS ELECTRICAS

OBJETIVO DE LA GUIA:

Afortunadamente, y a pesar de la extensión y variedad de los contenidos involucrados en el estudio de esta asignatura, es posible recomendar y/o adoptar alguno de los varios y excelentes libros sobre Máquinas Eléctricas disponibles en el mercado nacional.

En nuestro caso particular, se ha decidido adoptar como **textos base** para el seguimiento del curso a:

“Máquinas Eléctricas” , Jesús FRAILE MORA, 5ta Edición, Editorial Mc Graw Hill, 2003.

“Máquinas Eléctricas” , Stephen CHAPMAN, 3ra Edición, Editorial Mc Graw Hill, 2000.

“Máquinas Eléctricas y Transformadores”, GURU – HIZIROGLU – 3ra Edición, Editorial Oxford University Press. 2002.

El hecho de haber adoptado textos base, de ninguna manera implica que deba dejarse de lado la lectura de la valiosísima bibliografía complementaria disponible, toda vez que una significativa parte de la misma fue escrita por los pioneros que desarrollaron formalmente la teoría de las Máquinas Eléctricas.

Es por ello, y dado que:

- a) **Todos los temas del programa** se encuentran en la bibliografía consignada en el Legajo de Cátedra y que dicha bibliografía está en más de un 87% disponible en la Biblioteca de la facultad.
- b) Es sumamente importante que el alumno se acostumbre al **manejo de bibliografía variada**, lo cual le permitirá entre otras cosas:
 - Tomar contacto directo con obras de excelente calidad académica, usadas incluso actualmente en reconocidas universidades extranjeras, y ampliamente superiores a cualquier apunte doméstico.
 - Perfeccionarse en el manejo de los ejemplares , interiorizándose desde el sorprendente contenido de algunos prólogos hasta el manejo inteligente de índices temáticos y/o alfabéticos.
 - Familiarizarse con los distintos enfoques, tratamientos y nomenclaturas que realizan diferentes autores sobre un mismo tema.
 - Formarse una conciencia crítica que le permita distinguir rápidamente la mayor o menor calidad de las obras que consulta y/o la adaptación a sus necesidades puntuales o generales. Este aspecto será crucial a la hora de desempeñarse como profesional independiente y sin tutores.

Se ha decidido en virtud de lo expuesto, elaborar la presente guía de estudio, la cual será un instrumento facilitador que tiene el solo objetivo de colaborar con el alumno acotándole su campo y tiempo de búsqueda.

Cabe destacar que la misma tendrá un carácter dinámico, por lo que eventualmente podrá ser diferente en cada Ciclo Lectivo debido a la incorporación de nuevos contenidos y/o nueva bibliografía de referencia.

A continuación se muestra el listado de libros incluido en el Legajo de Cátedra, anteponiéndose en cada caso la leyenda **Ref. x**, la cual servirá para identificar al libro cuando éste sea aplicable para el estudio de los temas de las diferentes Unidades Temáticas.

- Ref. 1:** CHAPMAN S. - **"Máquinas eléctricas"** , 3ra Ed, Ed. Mc Graw Hill, 2000
- Ref. 2:** GURU – HIZIROGLU – **"Máquinas eléctricas y transformadores"** – 3ra Edición, Editorial Oxford University Press. 2002.
- Ref. 3:** FITZGERALD, KINGSLEY y UMANS **"Máquinas eléctricas"** – 6ta Edición, Ed. McGraw Hill, 2003.
- Ref. 4:** KOSTENKO - PIOTROVSKY - **"Máquinas eléctricas"** - 2 Tomos - Ed. MIR, 1976
- Ref. 5:** LIWSCHITZ GARIK - WHIPPLE - **"Máquinas de corriente alterna"**- Ed. CECOSA, 1970.
- Ref. 6:** MOELLER - WERR - **"Electrotécnica general y aplicada - Tomo II 1ra. Parte - Máquinas de Corriente continua - Máquinas de corriente alterna (Incluso transformadores)"** – Editorial LABOR, 1964.
- Ref. 7:** KOSOW IRVING L – **"Máquinas eléctricas y transformadores"** - 2da. Ed., Ed. PRENTICE HALL, 1993.
- Ref. 8:** LANGSDORF ALEXANDER – **"Teoría de las máquinas de corriente alterna"** - 2da. Edición. Editorial Mc GRAW HILL, 1967.
- Ref. 9:** SOBREVILA MARCELO - **"Conversión industrial de la energía eléctrica -Teoría clásica y problemas"** 2 Tomos – Ed. EUDEBA, 1973.
- Ref. 10:** O. LOBOSCO y otros (Siemens) **"Selección y aplicación de motores eléctricos"** – Editorial MARCOMBO, 1989.
- Ref. 11:** J. PALACIOS BREGEL - **"Prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas"** - 3ra. Edición, Editorial PARANINFO, 1986.
- Ref. 12:** MALONEY T., **"Electrónica industrial moderna"**- 3ra. Ed, Ed. PRENTICE HALL, 1997
- Ref. 13:** ORTEGA GOMEZ – GOMEZ ALOS – BACHILLER SOLER, **"Problemas resueltos de máquinas eléctricas"** - Eitorial Mc Graw Hill – Serie Schaum – Edición 2005.
- Ref. 14:** FRAILE MORA y FRAILE ARDANUY, **"Problemas de máquinas eléctricas"** Editorial Thomson. Edición 2002.
- Ref. 15:** FRAILE MORA, JESUS – **"Máquinas eléctricas"** - 5ta. Edición – Ed. Mc Graw Hill, 2003.

UNIDAD TEMATICA 1	REF. 1 : CAP. 1 REF. 2 : CAP. 2 y 3 REF. 3 : CA.P 3 REF. 5 : CAP. 1 REF. 7 : CAP. 1 y 2 REF. 9 : CAP. 0, 1 y 2 REF.15: CAP. 1 y 2
UNIDAD TEMATICA 2	REF. 1 : CAP. 2 REF. 2 : CAP. 4 REF. 3 : CAP. 2 REF. 5 : CAP. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12 REF. 7 : CAP. 13 (Inc. 13-10 completo) y 14 (Inc.14-9 completo) +Apéndice A-9 REF. 9 : CAP. 3 REF.15: CAP. 3
UNIDAD TEMATICA 3	REF. 1 : CAP. 4 REF. 2 : CAP. 3 REF. 3 : CAP. 4 REF. 5 : CAP. 13, 14 y 15 REF. 7 : CAP. 1 y 2 REF.15: CAP. 2

UNIDAD TEMATICA 4	REF. 1 : CAP. 4 y 7 REF. 2 : CAP. 9 REF. 3 : CAP. 6 REF. 5 : CAP. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 REF. 7 : CAP. 9 REF. 9 : CAP. 7 REF.15: CAP. 4
UNIDAD TEMATICA 5	REF. 1 : CAP. 10 REF. 2 : CAP. 10 REF. 3 : CAP. 9 REF. 5 : CAP. 26 y 28 REF. 7 : CAP. 10 REF. 9 : CAP. 8 REF.15: CAP. 4 inciso 4.13
UNIDAD TEMATICA 6	REF. 1 : CAP. 8 REF. 2 : CAP. 5 REF. 3 : CAP. 7 REF. 7 : CAP. 1, 2, 3 y 4 REF. 9 : CAP. 9 y 10 REF.15: CAP. 2
UNIDAD TEMATICA 7	REF. 1 : CAP. 8 y 9 REF. 2 : CAP. 5 REF. 3 : CAP. 7 REF. 7 : CAP. 3 y 5 REF. 9 : CAP. 9 REF.15: CAP. 6
UNIDAD TEMATICA 8	REF. 1 : CAP. 8 y 9 REF. 2 : CAP. 6 REF. 3 : CAP. 7 REF. 7 : CAP. 4 y 5 REF. 9 : CAP. 10 REF.15: CAP. 6
UNIDAD TEMATICA 9	REF. 1 : CAP. 4 y 5 + APENDICE "C" REF. 2 : CAP. 7 REF. 3 : CAP. 5 REF. 5 : CAP. 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 40 REF. 7 : CAP. 6 y 7 REF. 9 : CAP. 5 REF.15: CAP. 5
UNIDAD TEMATICA 10	REF. 1 : CAP. 4 y 6 REF. 2 : CAP. 8 REF. 3 : CAP. 5 REF. 5 : CAP. 32, 34, 35, 36, 38 y 40 REF. 7 : CAP. 8 REF. 9 : CAP. 6 REF.15: CAP. 5
UNIDAD TEMATICA 11	REF. 1 : CAP. 10 REF. 2 : CAP. 11 y 12 REF. 7 : CAP. 11 REF. 9 : CAP. 11