

## **Análisis de la Asignatura Máquinas Eléctricas II**

1. *Introducción*
2. *Datos de la Asignatura*
3. *Datos de la Cátedra*
4. *Descripción de la Asignatura*
5. *Objetivos de la Asignatura*
6. *Competencias y resultados del aprendizaje*
7. *Contenidos*
8. *Metodología del docente*
9. *Metodología de evaluación y retroalimentación*
10. *Cronogramas*
11. *Recursos y Bibliografías*

## **1. Introducción**

Al finalizar el curso el estudiante se habrá capacitado del siguiente modo:

- Habrá adquirido los conocimientos sobre la constitución, funcionamiento y utilización de las máquinas eléctricas rotativas de corrientes alternas asincrónicas y sincrónicas, en estado estacionario y dinámico.
- Podrá calcular parámetros y variables importantes mediante la aplicación de modelos fundados en conceptos matemáticos y físicos.
- Habrá adquirido los conceptos fundamentales de las máquinas eléctricas rotativas de corriente alterna.
- Estará en condiciones de sintetizar los resultados experimentales en generalizaciones prácticas transferibles a asignaturas superiores.
- Manipulará las máquinas eléctricas asincrónica y sincrónica realizando ensayos de recepción y mantenimiento adquiriendo no solo habilidad manual sino el criterio analítico para evaluar los resultados.
- Conocerá y podrá efectuar ensayos normalizados con el uso de instrumentos adecuados.
- Estará en condiciones de efectuar un análisis utilizando software adecuado.
- Podrá seleccionar una máquina eléctrica en función de su utilización y tendrá nociones básicas del mantenimiento de las mismas.
- Conocerá el modelo matemático de las ME (MES y MEI) y su relación con el comportamiento de la misma en cualquier estado de carga y al mismo tiempo su correlación paramétrica con el diseño.
- Tendrá el conocimiento de las partes constitutivas, sus interrelaciones y la incidencia de las mismas en el comportamiento de la Máquina Eléctrica permitiéndole analizar su comportamiento normal y diagnosticar su falla.
- Manipulará la Máquina realizando los ensayos correspondientes adquiriendo no solo habilidad manual sino un criterio analítico a través de la evaluación de los resultados.
- Aplicará las técnicas de resolución aprendidas o elabore nuevas para concluir en los problemas aplicativos.
- Integrará a la ME al Sistema Eléctrico, comprendiendo su inserción en el mismo como módulo receptor o fuente, según la condición de funcionamiento que está en estudio.
- Realizará el modelo del sistema integralmente, lo resuelva para las diferentes condiciones de funcionamiento, analice y concluya.
- Utilizará elementos clásicos e informáticos en el desarrollo de su labor profesional en relación a las Máquinas Eléctricas.

Enseñanza en modo no presencial

En el supuesto caso que no se pueda realizar un dictado de clases y laboratorios de manera presencial:

- Estará en condiciones de sintetizar los resultados obtenidos de experiencias virtuales para aplicarlos en asignaturas del nivel superior
- Mediante el empleo de software y videos adecuados, adquirirá las herramientas básicas para ser capaz de manipular las máquinas eléctricas sincrónica y asincrónica simulando ensayos de recepción y mantenimiento obteniendo un criterio analítico para evaluar los resultados.
- Tendrá el conocimiento y podrá efectuar ensayos normalizados con el uso de instrumentos adecuados.
- Estará en condiciones de manipular las Máquinas Eléctricas, realizando los ensayos correspondientes mediante software adecuado, adquiriendo un criterio analítico a través de la evaluación de los resultados.

## 2. Datos de la Asignatura

Nombre de la Materia	MAQUINAS ELECTRICAS II
Módulo	Formación básica y aplicada
Código	
Título	Ingeniero Electricista
Plan de estudios	2018
Lugar de dictado	CEUT Montevideo 340 (Teoría/Práctica/Laboratorios)
Tipo	Obligatoria del Plan de Estudios
Año de cursado	4º año
Período Lectivo	Anual
Horas de Teoría	96
Horas de Laboratorio y Práctica	96

Tabla 1: Datos de la Asignatura

### 3. Datos de la Cátedra

En la Tabla 2 se observan los datos de la asignatura y los correspondientes contactos con los componentes de la cátedra.

Denominación	Datos
Asignatura	MAQUINAS ELECTRICAS II
Departamento	Ingeniería Eléctrica
Área de conocimiento	Básica y aplicada
Profesor responsable	RIOS, Marcelo Guillermo
Teléfono	0291-4555220 – Int. 180
Correo electrónico 1	<a href="mailto:marcelogrios@gmail.com">marcelogrios@gmail.com</a>
Correo electrónico 2	
Jefe de Trabajos Prácticos	
Teléfono	
Correo electrónico	
Ayudante de Trabajos Prácticos	DELBIANCO, Horacio
Teléfono	0291-4555220 – Int. 180
Correo electrónico	<a href="mailto:horaciodelbianco@gmail.com">horaciodelbianco@gmail.com</a>
Red Social 1 Nombre	
Dirección Web	
Red Social 2 Nombre	

Tabla 1: Datos de la asignatura

Para la comunicación permanente los estudiantes tendrán la posibilidad de utilizar los correos electrónicos disponibles por la Cátedra. Esto permitirá una mayor fluidez en las tareas a realizar por los estudiantes.

## ***4. Descripción de la Asignatura***

### ***4.1 Descripción general de la Asignatura***

El conocimiento del modelo de las máquinas eléctricas (ME) y su utilización en la resolución de los problemas de aplicación requieren de una buena teoría de modelos, los parámetros de diseño de la máquina eléctrica, las ecuaciones de relación y los conceptos de conversión de la energía.

El desarrollo teórico se enfoca integralmente buscando que el alumno adquiriera conocimientos de modelos y su relación físico matemática con los parámetros propios y los dispositivos asociados, ya sea red eléctrica o carga mecánica.

### ***4.2 Aportación de la Asignatura al ejercicio profesional***

Las máquinas eléctricas incluidas en esta materia son de mayor importancia en la carrera de Ingeniería Eléctrica por su aplicación en el campo profesional. La máquina eléctrica sincrónica (MES) tiene una mayor utilización como Generador y la máquina eléctrica de inducción (MEI) como motor. Sin embargo, su estudio abarca las condiciones de funcionamiento como motor (MES) y generador (MEI) ya que con el uso de controladores de velocidad la MES tiene aplicaciones como motor y la MEI como generador en su aplicación en aerogeneradores.

### ***4.3 Relación con otras Asignaturas del Plan de Estudios***

La materia incluida en el plan de estudios en cuarto año posee un alto contenido conceptual al aplicar los conocimientos adquiridos en las materias de Máquinas Eléctricas I, Electrotecnia I y II, Tecnología y Ensayo de los Materiales, Instrumentos y Mediciones Eléctricas y Teoría de los Campos convirtiéndose en una verdadera materia integradora. El análisis de modelos y los ensayos completan una conjunción de elementos educativos que le permiten afrontar las materias de quinto año con un mayor bagaje de conocimientos y conceptos integrados tales como Accionamientos y Controles Eléctricos, generación Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y Sistemas de Potencia.

### ***4.4 Incompatibilidades de la Asignatura definidas en el Plan de Estudios***

Para cursar la asignatura Máquinas Eléctricas II es necesario haber aprobado las siguientes asignaturas:

- Química General
- Física II
- Probabilidad y Estadística
- Electrotecnia I
- Integración Eléctrica II
- Análisis Matemático II

Y haber cursado las siguientes materias:

- Tecnología y Ensayos de Materiales Eléctricos

- Instrumentos y Mediciones Eléctricas
- Teoría de los Campos
- Máquinas Eléctricas I
- Electrotecnia II

#### **4.5 Recomendaciones para cursar la Asignatura**

La estadística interna de la cátedra establece algunas características a fin de facilitar a los estudiantes algunas cuestiones a tener en cuenta. Los estudiantes que:

- Asisten regularmente a clases.
- Se cuestionan permanentemente acerca de los temas teóricos y prácticos de la materia y relacionados.
- Leen los apuntes del tema que se va a dar en la clase próxima.
- No estudian de las presentaciones Multimedia, sino que lo usan para repaso únicamente.
- No esperan a la próxima clase para realizar preguntas sino que realizan las mismas por correo electrónico a fin de poder entender la los conceptos teóricos o algunas dudas de la práctica.

Estos estudiantes promocionan o, cursan y rinden rápidamente la materia sin ningún tipo de inconvenientes.

Es casi imprescindible que los estudiantes consulten dudas globales en una clase de Trabajo Práctico en Laboratorio o practica de resolución de problemas. Para esto último debe realizar el trabajo totalmente en su casa observando las dudas puntuales y, por último, preguntar esas dudas específicas en las siguientes clases. Es muy importante que el estudiante comprenda la totalidad de los conceptos y técnicas contenidas en la teoría (requisito indispensable), antes de llevar a cabo los prácticos.

En el supuesto caso que el dictado de clases y laboratorios se realice de manera virtual, los estudiantes deberán realizar las consultas en la clase de práctica de laboratorio virtual o resolución de problemas actuando de manera similar al caso presencial.

Por otra parte, en algunas clases prácticas, se resolverán ejercicios modelos en el pizarrón, que serán de gran ayuda para la resolución del resto y la interpretación conceptual del mismo.

Cuando las clases prácticas se efectúan de manera virtual, el profesor resolverá ejercicios modelo empleando herramientas informáticas para la resolución e interpretación conceptual de los mismos.

## **5 *Objetivos de la Asignatura***

### **5.1 *Orientación de la Asignatura***

Tanto en los aspectos programáticos como los explicitados para efectuar el desarrollo de esta materia queda expuesta la importancia en la formación del graduado tecnológico. Se basa en conceptos básicos de conversión de la energía eléctrica pero aplica conocimientos y conceptos adquiridos en Máquinas Eléctricas I, Electrotecnia I y II, Tecnología y ensayo de los materiales, Instrumentos y mediciones eléctricas y Teoría de los Campos, integrando los conocimientos y exhibiendo una aplicación útil de los mismos, pero, además fija los conceptos básicos de la Conversión electromecánica de la Energía.

Las ME utilizadas, de gran aplicación en el campo Profesional, le permiten desarrollar conocimientos integrales dada la interacción de éstas con los sistemas eléctricos y mecánicos. Tanto la MES como la MEI deben considerarse fundamentales en la formación técnica, considerando su utilización en el campo profesional como extensa y de gran importancia.

La Metodología utilizada permite un desarrollo profundo del tema, a la vez que facultará al futuro profesional para aplicar sus conocimientos con fundamento y criterio.

En la faz de preparación es importante el trabajo en grupo, permitiéndole la integración con otras personas en el análisis técnico, lo que en su función de Ingeniero será de permanente utilidad.

La resolución de problemas ayudará al alumno a templar su faz inquisidora y resolver las situaciones que se le presentarán en su profesión.

La presentación de los informes de las prácticas de laboratorio facilitará que el futuro Ingeniero se habitúe a realizar, organizar y presentar informes.

La exposición oral busca desarrollar en el futuro graduado: la dialéctica-expresión-poder de síntesis y de Transmisión de conocimientos.

En síntesis, dada la velocidad de cambio tecnológico y la variedad de diseños que hoy enfrentan las máquinas eléctricas, el estudiante se preparará en esta cátedra para proseguir su aprendizaje y adaptarse a las condiciones profesionales que deberá enfrentar.

### **5.2 *Objetivos Generales***

En esta materia se robustecerá el conocimiento de la interrelación entre la máquina con los dispositivos asociados y fundamentalmente el comportamiento frente a los sistemas eléctrico y mecánico, por lo que cobra importancia el planteo de un modelo adecuado para poder responder a las inquietudes experimentales y de utilización de las mismas en relación con dichos sistemas.

Al mismo tiempo se fortalecerá el conocimiento interno de la máquina lo que se realiza al principio planteando los fundamentos de las máquinas eléctricas con otro nivel matemático y teórico. La relación entre



fuerza magnetomotriz y fuerza electromotriz, así como la energía electromagnética de conversión y el torque (par). El estudiante necesita ya en este nivel desarrollar una teoría que lo lleve a comprender el mecanismo esencial del funcionamiento de la ME sin perder de vista la relación con los sistemas que la acompañan.

### **5.3 Objetivos Específicos**

En el caso de las MES, en su uso como generador, el estudiante analizará la máquina integrada al sistema, tanto en sus aspectos teóricos como experimentales, efectuando ensayos normados comprendiendo las características de respuesta a las diferentes condiciones de funcionamiento. Entenderá el comportamiento de la ME en respuesta a las exigencias del sistema, su regulación, las condiciones de falla y el paralelo con otras máquinas similares. Se analizará el conjunto moto-generador para diferentes máquinas primarias con el fin de que analice los efectos de la regulación de frecuencia y de tensión.

Si no existe la posibilidad de realizar las prácticas experimentales en laboratorio de manera presencial, se reproducirán ensayos de laboratorio por medios audiovisuales, procediendo al mismo análisis que de manera presencial.

Como motor se analizará su comportamiento ante las variaciones de carga y de excitación frente al sistema eléctrico, analizando las condiciones de variación de velocidad por equipamientos modernos.

En el caso de la MEI, teóricamente se analizarán las características propias como motor definido a partir de parámetros constructivos y el comportamiento frente a diferentes tipos de carga. Los ensayos permitirán aplicar los conceptos del modelo matemático y analizar la MEI en sus diferentes estados. Se efectuarán ensayos normados y de laboratorio. Podrá estudiarse el comportamiento como freno y en etapa de arranque y parada, las características acelerativas y las cargas para lograr una visión integral de la misma tanto en su comportamiento individual como en relación al sistema eléctrico que la energiza como la carga mecánica.

Si no existe la posibilidad de realizar las prácticas experimentales en laboratorio de manera presencial, se reproducirán ensayos de laboratorio por medios audiovisuales, procediendo al mismo análisis que de manera presencial.

Al realizar su análisis como Generador debemos mostrarlo como un generador conectado a la red ó autoexcitado. En el primer caso deben analizarse sus características y comportamiento, siendo un ejemplo el aerogenerador. Como autoexcitado, la capacidad crítica, la frecuencia relacionada con la carga y la variación de la tensión.

Se incluye el diagrama de Heyland sólo como medio didáctico de análisis considerando que los métodos gráficos facilitan la visualización de ciertos elementos de juicio, que puedan resultar más lentos de interpretar de otros modos. Sin embargo, se efectuará el análisis integral del modelo mediante el uso de la informática.

De este modo se realizará el estudio de ambas máquinas sin perder de vista su aplicación, su inserción en el sistema, integrándola en su análisis tanto del punto de vista teórico como práctico, logrando que el estudiante avanzado en la carrera de Ingeniería analice el sistema exhaustivamente mostrando una visión modular en los aspectos individuales del sistema pero integrada con el mismo en su funcionamiento.

## **6 Competencias y resultados del aprendizaje**

### **6.1 Competencias generales, transversales y específicas de la Asignatura**

#### **6.1.1 Competencias Generales**

Las competencias generales de la asignatura serán la de comprender, analizar, obtener los parámetros y monitorear el funcionamiento de las Máquinas Eléctricas Sincrónica y Asincrónica, analizándolos desde un punto de vista físico y circuital, considerando los efectos que estos simulan en las redes eléctricas reales. Además, será la de conocer y comprender el funcionamiento de máquinas eléctricas simples considerándolas desde un punto de vista físico y conceptual.

Para ello deberán comprender y poseer los conocimientos indicados, aplicarlos adecuadamente, emitir juicios reflexivos y poder comunicarlos. Por otro lado, deberán poseer la habilidad necesaria para emprender las materias posteriores con un alto grado de autonomía.

#### **6.1.2 Competencias transversales**

Los estudiantes poseerán los conocimientos, habilidades y actitudes para la comprensión de nuevas teorías, interpretaciones, métodos y técnicas dentro del campo disciplinar impuesta por el currículo. Asimismo, utilizarán las técnicas de información y la comunicación en forma adecuada y tendrán la capacidad de identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo en forma autónoma y sin dilaciones. Para ello se expresarán con claridad, tendrán capacidad de crítica y autocrítica y valorarán el trabajo en equipo, realizando las tareas con compromiso ético con la sociedad, respetando los derechos fundamentales de las personas y los principios medioambientales.

## 6.2 Competencias específicas: Unidades de Competencias

### 6.2.1 Unidad N° 1: La Máquina Sincrónica como Generador

En la Tabla 3 se muestra la finalidad, requerimientos y elementos de la unidad de competencia.

Unidad de Competencia	1	Identificador	La Máquina Sincrónica como Generador		
Capacidad	Finalidad	Requerimientos	Elementos de competencias		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
(verbo+objetivo+logro de producto)	¿Para qué?	(Conocimientos, habilidades y destrezas previas)	(saber)	(saber hacer)	(saber ser)
<p>Reconocer, analizar y relacionar los aspectos constructivos de la Máquina Sincrónica funcionando como Generador con la teoría de campo y electrotecnia.</p> <p>Distinguir, describir y comprender la operación y funcionamiento y los tipos de Generadores Sincrónicos.</p> <p>Obtener el modelo equivalente y sus parámetros.</p> <p>Lograr la puesta en paralelo del Generador Sincrónico con una red infinita y con otra máquina de características similares</p>	<p>Entender y analizar el Generador Sincrónico en su constitución, funcionamiento y utilización.</p> <p>Sintetizar los resultados experimentales en generalizaciones prácticas y transferibles a asignaturas superiores.</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar el Generador Sincrónico.</p>	<p>Comprender acerca de la teoría de Campo y electrotecnia.</p> <p>Conocer las formas de generación de energía eléctrica.</p> <p>Deberá conocer las Leyes Electromagnéticas que facilitan comprender el proceso de conversión de la energía.</p> <p>Circuitos magnéticos y materiales magnéticos.</p> <p>Principios de la Conversión Electromecánica de la Energía</p>	<p>Aspectos constructivos del Generador Sincrónico</p> <p>Obtención de los parámetros eléctricos del Generador Sincrónico</p> <p>Condiciones para la puesta en paralelo del Generador Sincrónico.</p>	<p>Identificar los componentes del Generador Sincrónico.</p> <p>Ensayar el Generador Sincrónico para determinar los parámetros del modelo equivalente.</p> <p>Obtener a partir de los parámetros el Modelo Equivalente del Generador Sincrónico.</p> <p>Puesta en paralelo del Generador Sincrónico con una red infinita y con una máquina de igual porte.</p> <p>Característica exterior y de regulación.</p> <p>Realizar el Diagrama Fasorial</p>	<p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar el Generador Sincrónico desarrollado en el programa de la materia con criterio profesional.</p>

Tabla 2: Descripción de la unidad de competencias n° 1

## 6.2.2 Unidad N°2: La Máquina Sincrónica como Motor

En la Tabla 4 se muestra la finalidad, requerimientos y elementos de la unidad de competencia.

Unidad de Competencia	2	Identificador	La Máquina Sincrónica como Motor		
Capacidad	Finalidad	Requerimientos	Elementos de competencias		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
(verbo+objetivo+logro de producto)	¿Para qué?	(Conocimientos, habilidades y destrezas previas)	(saber)	(saber hacer)	(saber ser)
<p>Reconocer y analizar los aspectos constructivos de los Motores Sincrónicos.</p> <p>Distinguir y describir los tipos de Motores Sincrónicos.</p> <p>Obtener el modelo equivalente y sus parámetros.</p> <p>Características del Motor Sincrónico</p>	<p>Entender y analizar el Motor Sincrónico en su constitución, funcionamiento y utilización.</p> <p>Sintetizar los resultados experimentales en generalizaciones prácticas y transferibles a asignaturas superiores.</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar el Motor Sincrónico.</p>	<p>Entender acerca de la teoría de Campo Magnético.</p> <p>Conocer las formas de generación de energía eléctrica.</p> <p>Deberá conocer las Leyes Electromagnéticas que facilitan comprender el proceso de conversión de la energía.</p> <p>Circuitos magnéticos y materiales magnéticos.</p> <p>Principios de la Conversión Electromecánica de la Energía.</p>	<p>Aspectos constructivos del Motor Sincrónico</p> <p>Obtención de los parámetros eléctricos del Motor Sincrónico</p> <p>Conocer el comportamiento del Motor Sincrónico en sus distintas regiones de funcionamiento.</p>	<p>Identificar los componentes del Motor Sincrónico.</p> <p>Ensayar el Motor Sincrónico para determinar los parámetros del modelo equivalente.</p> <p>Obtener a partir de los parámetros el Modelo Equivalente del Motor Sincrónico.</p> <p>Característica de operación del Motor Sincrónico en diferentes regiones.</p> <p>Análisis de la potencia activa y reactiva versus el ángulo de carga</p> <p>Comportamiento a potencia activa y reactiva constante.</p> <p>Hipo-excitación e hiper-excitación.</p> <p>Curvas V</p> <p>Realizar el Diagrama Fasorial</p>	<p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar el Motor Sincrónico desarrollado en el programa de la materia con criterio profesional</p>

Tabla 3: Descripción de la unidad de competencias n° 2.

### 6.2.3 Unidad N°3: La Máquina Asíncrona Trifásica

En la Tabla 5 se muestra la finalidad, requerimientos y elementos de la unidad de competencia.

Unidad de Competencia	3	Identificador	La Máquina Asíncrona Trifásica		
Capacidad	Finalidad	Requerimientos	Elementos de competencias		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
(verbo+objetivo+logro de producto)	¿Para qué?	(Conocimientos, habilidades y destrezas previas)	(saber)	(saber hacer)	(saber ser)
<p>Reconocer y analizar los aspectos constructivos de la Máquina asíncrona trifásica.</p> <p>Distinguir y describir los tipos de Máquinas asíncronas trifásicas.</p> <p>Obtener el modelo equivalente y sus parámetros.</p> <p>Características de la Máquina asíncrona trifásica.</p>	<p>Entender y analizar la Máquina asíncrona trifásica en su constitución, funcionamiento y utilización.</p> <p>Sintetizar los resultados experimentales en generalizaciones prácticas y transferibles a asignaturas superiores.</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar la Máquina asíncrona trifásica..</p>	<p>Entender acerca de la teoría de Campo Magnético.</p> <p>Conocer las formas de generación de energía eléctrica.</p> <p>Deberá conocer las Leyes Electromagnéticas que facilitan comprender el proceso de conversión de la energía.</p> <p>Circuitos magnéticos y materiales magnéticos.</p> <p>Principios de la Conversión Electromecánica de la Energía</p>	<p>Aspectos constructivos la Máquina asíncrona trifásica.</p> <p>Obtención de los parámetros eléctricos la Máquina asíncrona trifásica.</p> <p>Conocer el comportamiento la Máquina asíncrona trifásica en sus distintas regiones de funcionamiento.</p>	<p>Identificar los componentes de la Máquina asíncrona trifásica.</p> <p>Ensayar la Máquina Asíncrona Trifásica para determinar los parámetros del modelo equivalente.</p> <p>Obtener a partir de los parámetros el Modelo Equivalente de la Máquina asíncrona trifásica.</p> <p>Característica de operación de la Máquina Asíncrona trifásica en diferentes regiones.</p> <p>Influencia del resbalamiento sobre el rendimiento</p> <p>Arranque de la Máquina Eléctrica Asíncrona.</p> <p>Regulación de velocidad de la Máquina Eléctrica Asíncrona trifásica.</p> <p>Describir el funcionamiento como freno y generador de la Máquina Eléctrica Asíncrona Trifásica.</p> <p>Realizar el Diagrama Fasorial</p>	<p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar la Máquina Eléctrica Asíncrona Trifásica desarrollada en el programa de la materia con criterio profesional.</p>

Tabla 4: Descripción de la unidad de competencias n° 3.

### 6.2.4 Unidad N° 4: La Máquina Asíncrona Monofásica

En la Tabla 6 se muestra la finalidad, requerimientos y elementos de la unidad de competencia.

Unidad de Competencia	4	Identificador	La Máquina Asíncrona Monofásica		
Capacidad	Finalidad	Requerimientos	Elementos de competencias		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
(verbo+objetivo+logro de producto)	¿Para qué?	(Conocimientos, habilidades y destrezas previas)	(saber)	(saber hacer)	(saber ser)
<p>Reconocer, analizar y relacionar los aspectos constructivos de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica con la teoría de campo y electrotecnia.</p> <p>Distintuir y describir los tipos de Máquinas Eléctricas Asíncronas Monofásicas.</p> <p>Obtener el modelo equivalente y sus parámetros.</p> <p>Características de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p>	<p>Entender y analizar la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica en su constitución, funcionamiento y utilización.</p> <p>Sintetizar los resultados experimentales en generalizaciones prácticas y transferibles a asignaturas superiores.</p> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p>	<p>Comprender acerca de la teoría de Campo y electrotecnia.</p> <p>Conocer las formas de generación de energía eléctrica.</p> <p>Deberá conocer las Leyes Electromagnéticas que facilitan comprender el proceso de conversión de la energía.</p> <p>Circuitos magnéticos y materiales magnéticos.</p> <p>Principios de la Conversión Electromecánica de la Energía</p>	<p>Aspectos constructivos de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p> <p>Obtención de los parámetros eléctricos de Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p> <p>Arranques de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p>	<p>Identificar los componentes de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p> <p>Ensayar de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica para determinar los parámetros del modelo equivalente.</p> <p>Obtener a partir de los parámetros el Modelo Equivalente de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p> <p>Realizar el Diagrama Fasorial.</p> <p>Clasificar la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica.</p>	<p>Aplicar los conocimientos adquiridos para seleccionar, utilizar y ensayar de la Máquina Eléctrica Asíncrona Monofásica desarrollada en el programa de la materia con criterio profesional.</p>

Tabla 5: Descripción de la unidad de competencias n° 4.

### 6.2.5 Unidad N°5: Introducción al estudio transitorio de las Máquinas Rotantes de Corriente Alterna

En la Tabla 7 se muestra la finalidad, requerimientos y elementos de la unidad de competencia

Unidad de Competencia	5	Identificador	Introducción al estudio transitorio de las Máquinas Rotantes de Corriente Alterna		
Capacidad	Finalidad	Requerimientos	Elementos de competencias		
			Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
(verbo+objetivo+logro de producto)	¿Para qué?	(Conocimientos, habilidades y destrezas previas)	(saber)	(saber hacer)	(saber ser)
Conocer el comportamiento de la Máquina Eléctrica Asíncrona y Síncrona en condiciones transitorias.	Analizar el comportamiento de la Máquina Eléctrica Asíncrona y Síncrona en condiciones transitorias.	<p>Comprender acerca de la teoría de Campo y electrotecnia.</p> <p>Conocer las formas de generación de energía eléctrica.</p> <p>Deberá conocer las Leyes Electromagnéticas que facilitan comprender el proceso de conversión de la energía.</p> <p>Circuitos magnéticos y materiales magnéticos.</p> <p>Principios de la Conversión Electromecánica de la Energía.</p> <p>Funcionamiento y constitución de las Máquinas Eléctricas, adquiridos durante el cursado de la Asignatura.</p>	Análisis del comportamiento de la Máquina Eléctrica Asíncrona y Síncrona en condiciones transitorias.	Comprender de un modo cualitativo los fenómenos físicos que se producen y que dan lugar en el transitorio de las Máquinas Eléctricas Asíncrona y Síncronas.	Aplicar los conocimientos adquiridos para poder realizar un análisis riguroso de las Máquinas Eléctricas Asíncrona y Síncronas en el estado transitorio.

Tabla 6: Descripción de la unidad de competencias n° 5.

### 6.3 Resultados del Aprendizaje

Al finalizar el cursado y aprobación de la asignatura Máquinas Eléctricas II, los estudiantes serán capaces de realizar con éxito todas las acciones mostradas en la primera columna de cada una de las unidades de competencia indicadas en los puntos anteriores.

## **7** *Contenidos*

Considerando el avance de la comunicación y la globalización en los conocimientos el Profesional que surgirá en este nuevo milenio, será reflexivo, analítico, capacitado en informática y con conocimientos que le permitan adoptar decisiones rápidas para resolver los problemas de su profesión. Para lograr dicho objetivo, esta asignatura establece actividades que propenden a lograr que el estudiante integre los conocimientos tanto verticalmente como horizontalmente, buscando claridad de conceptos que le permitan aplicar teorías de materias como las mencionadas en el análisis del temario y una integración con materias de mecánica dada la relación entre las ME y los dispositivos mecánicos (motor primario en el generador y carga mecánica en el motor). Es evidente que se articula con el área, el nivel y el diseño curricular, utilizando los conocimientos adquiridos y adicionando los conceptos de conversión de la energía. La metodología y los elementos de estudio utilizados y descriptos en la presente propenden a tal resultado.



## **8 Metodología Docente**

### **8.1 La Evaluación Diagnóstica**

#### **8.1.1 Introducción**

La evaluación diagnóstica propuesta por la Cátedra tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los conocimientos previos del estudiante de los temas básicos necesarios y de las nociones que serán impartidas.
- El contexto y la forma en que aprendió. (Ejemplo: si es egresado de escuelas técnicas)
- Las herramientas conexas de las cuales posee conocimiento (Segundo idioma, herramientas informáticas, cad, etc.)
- La situación de tiempo que el estudiante posee en función de sus obligaciones laborales.
- Las materias que tiene cursadas y aprobadas con anterioridad.
- La relación entre las materias cursadas y aprobadas.
- Las dificultades que tuvo en las materias anteriores.
- Lo que espera aprender de esta materia.
- La evaluación de conocimientos y conceptos.
- La autoevaluación de conceptos necesarios para la realización de la materia.

Se le envía al estudiante un archivo en Excel en la cual debe responder a todas estas cuestiones y reenviar al profesor para su tratamiento. Con esta información se realiza una estadística de todos los datos obtenidos y se elevan en otro archivo que forma parte del Plan anual de actividades académicas que se nombra como “Resultados de las evaluaciones diagnósticas de Máquinas Eléctricas II”.

#### **8.1.2 Datos y Evaluación Diagnóstica**

Ver Anexo I

#### **8.1.3 Cuestionario**

Ver Anexo II

#### **8.1.4 Resultados Evaluación Diagnóstica y Cuestionario**

Ver Anexo III

### **8.2 La clase magistral del Profesor**

Se entenderá para la transferencia de conceptos básicos, análisis de la información dada, responder las preguntas, y establecer problemas, ayudándolos a resolverlos. La misma se verá apoyada por diapositivas de Power Point.

Se resolverán ejercicios en el pizarrón (con ayuda de los sistemas informáticos con el foco puesto en lograr una mejor adquisición de los conocimientos por parte de los alumnos), indicando los procesos correctos y los conceptos salientes.

En el caso de que no se puedan realizar las clases de manera presencial, se utilizarán presentaciones Power Point y herramientas informáticas para el desarrollo de ejercicios como ejemplo.

### **8.3 *Los Trabajos Prácticos de Laboratorio***

Se utilizarán para ejercitar habilidades prácticas, confirmar la teoría presentada en las clases teóricas, diseñar experimentos, abordar preguntas abiertas o mini proyectos, implementar los aspectos importantes de proyectos de envergadura, ayudar a los estudiantes a acaparar los conceptos difíciles, etc. Las actividades de laboratorio se realizarán de manera que los principios demostrados en el mismo tengan una íntima correlación con la teoría dada.

Para el supuesto en que los mismos se realicen de manera no presencial, se reproducirán ensayos por medios audiovisuales y se complementará con el uso de software adecuado.

Las guías de Estudio para Laboratorio presentan los siguientes contenidos: Un Planteo Básico, objetivos y actividades de información y experimentación, de análisis y de conclusiones y transferencia, lo que les permite trabajar personalmente con la supervisión del docente auxiliar.

Al mismo tiempo, los problemas se desarrollarán de forma tal que el procedimiento de resolución implique un conocimiento tal de la ME que le permita al estudiante analizar, concluir, sintetizar y transmitir su experiencia de forma organizada.

### **8.4 *Las clases de Problemas***

Serán para desarrollar ciertas clases de habilidades de solución de problemas, tomando idea cuantitativa de los conceptos (por ejemplo: resolución de circuitos, cálculo de los parámetros de las Máquinas Eléctricas, etc.).

Diferenciar entre la resolución de problemas y la ejercitación es de vital importancia aquí. Para ello debe combinarse la resolución de ejercicios mediante la adaptación de estos últimos en problemas de la vida cotidiana ingenieril.

La guía de problemas poseerá como título aquellos conceptos que serán aprendidos y se elaborarán de manera que estos tengan un escalonamiento adecuado y con una complejidad creciente.

Es de importancia, también, agregar en la guía de problemas del año siguiente aquellos ejercicios que formaron parte de las evaluaciones del año anterior a fin de asegurar que existe una relación entre las prácticas y los exámenes.

### **8.5 *Los Sistemas Informáticos***

Se emplearán para motivar un aprendizaje más profundo a través de la simulación de diseño, actividades de solución de problemas y a través de la conferencia por computadora. Estas últimas harán que los estudiantes deban aprender a formularse preguntas y componer explicaciones en respuesta a las preguntas de otros, que son aspectos clave del aprendizaje conceptual. Por otro lado los informes individuales de laboratorio, será obligatorio presentarlo en procesadores de texto, con la inserción de otros tipos de documentos, como por ejemplo planillas de cálculo, animaciones, dibujos en CAD, editores de ecuaciones, programas de manejo matemático, etc. También serán de utilidad utilizarlos para

correr software específico a fin de corroborar cálculos realizados en los laboratorios y clase de problemas (MathLab).

El mismo uso se le dará durante las actividades realizadas de manera no presencial.

## **8.6 Los Videos**

Se utilizarán para mostrar conceptos que no puedan visualizarse de otro modo, como son el caso de campos magnéticos, campo magnético giratorio, fuerzas, etc. Por supuesto deberán ir acompañado de una explicación teórica simultánea.

## **8.7 Metodología específica**

### **8.7.1 La primera clase**

Se presentan los docentes a cargo de la Asignatura y se explica la modalidad del cursado, esto incluye lo siguiente entre otros:

- Confección de una lista con las direcciones de correo electrónico de los alumnos con el fin de tener contacto permanente con ellos.
- Cronograma de los temas a desarrollar.
- Libros de texto disponibles en la Biblioteca de la Universidad con su correspondiente signatura.
- Link de interés existente en la web.
- Información de las formas de cursado, fecha de exámenes parciales.
- Programa analítico de la materia
- Acceso al Aula Virtual donde encontrarán:
  - Apuntes de todos los capítulos.
  - Guía de problemas
  - Problemas resueltos
  - Guía de Laboratorios
  - Literatura disponible en formato informático
  - Presentaciones Power Point a presentar en la Cátedra
  - Videos de máquinas eléctricas
  - Links de interés y apoyo
- La entrega de la dirección del correo electrónico del Ayudante de Trabajos Prácticos y del Profesor. Esto es de suma importancia ya que posibilita las consultas y el

intercambio de información permanente, ya sea entre los componentes de la cátedra y los estudiantes y entre los mismos compañeros.

- Una charla inicial sobre la posición del estudiante en la cátedra, la forma de encarar la materia y los roles de cada componente de la cátedra a fin de que tengan claro cuál es la responsabilidad de cada uno dentro de la organización.
- Presentación y entrega de la evaluación diagnóstica, según lo indicado en párrafos precedentes.
- La repartición de los grupos de trabajo para el laboratorio, dependiendo de la cantidad de estudiantes inscriptos. En el caso de laboratorios realizados de manera virtual se utilizará la misma modalidad de grupos de trabajo.
- La recomendación de ejecutar, antes de la segunda clase, la lectura del capítulo 1, a fin de poder tener las dudas ante de la clase magistral del profesor.

### **8.7.2 La segunda clase y posteriores**

En éstas se realiza lo siguiente:

- ❑ Presentación de los contenidos y apuntes de las clases digitalizadas para explicar lo que se desea alcanzar, y el estudiante tenga acceso a la información y actividades a desarrollar en la misma.
- ❑ Indagar conocimientos previos a través de preguntas, lluvia de ideas y discusión.
- ❑ Utilizar organizadores previos, presentando información de tipo introductoria para procurar establecer conexión entre la información nueva y la previa.
- ❑ Se comenzará con el primer capítulo de la materia, con la presentación en Power Point y la exposición oral del Profesor. Exposición oral donde el docente parta de los conocimientos previos que poseen los estudiantes del tema.
- ❑ Demostración, formulación y resolución de problemas identificándolos con situaciones reales.
- ❑ Muestra de videos de la simulación de los ejercicios dados en clase.
- ❑ Preguntas intercaladas para mantener la atención, favorecer la práctica, la retención y obtención de información relevante.
- ❑ Se realizarán actividades grupales de resolución de casos y problemas propuestos por el profesor.
- ❑ Los últimos 15 minutos de la clase, se dedicarán a un debate sobre el tema visto en la clase, a fin de que la cátedra pueda notar que los conceptos hayan sido asimilados por los estudiantes. Elaboración de mapas conceptuales y diagramas para la explicación de contenidos.

- Se utilizarán diferentes técnicas pedagógicas para lograr la experiencia de enseñanza-aprendizaje:
  - Exposición oral para introducir el Tema, guiar o presentar conceptos básicos.
  - Ensayos de laboratorio con Guías de Estudio y utilizando técnicas de Aula Taller. Cuando los laboratorios se realicen de manera virtual el acceso a la visualización de resultados y análisis de los mismos se llevarán a cabo a través de la proyección audiovisual.
- Análisis de resultados como una forma de fijar los conceptos que se consideran importantes.
- Resolución de problemas, individual, con el fin de fomentar la creatividad del estudiante.
- Visitas a Industrias, talleres o sitios que utilicen las ME y dispositivos analizados.

## **9 Metodología de Evaluación y Retroalimentación**

### **9.1.1 Introducción**

Evaluar permite generar la evidencia del aprendizaje; por tanto, a la vez que se describen los resultados del aprendizaje, es necesario determinar qué métodos y criterios de evaluación son los más adecuados para valorar si el estudiante ha adquirido el nivel de conocimientos, comprensión y competencias deseado. Además, la evaluación condiciona el tipo de aprendizaje y la forma en que se va a distribuir la carga de trabajo del estudiante a lo largo del periodo de impartición de la asignatura.

En este apartado se proporciona la información más relevante sobre la metodología de evaluación que se utiliza. Se detallan las técnicas de evaluación que se van a utilizar y la relación entre:

- Las actividades de evaluación planificadas.
- Los criterios de evaluación que se aplicarán.
- La aportación de cada actividad a la calificación final.
- La forma de evaluar los resultados del aprendizaje.

## **9.2 Las evaluaciones**

### **9.2.1 Formas generales de la Evaluación**

Las técnicas de evaluación, dependerán del grado de aprendizaje que se esté midiendo. Es decir, es diferente la forma de evaluación en el caso de los conocimientos y las habilidades básicas, que para las habilidades profundas y más aún para el entendimiento. Por ello se establecen las siguientes pautas de evaluación:

- **Conocimientos y habilidades:** prueba conceptos básicos y la memorización de la información otorgada. Por este motivo es que un examen escrito es la mejor forma de evaluarlo.
- **Habilidades Profundas:** Para este caso se utiliza la resolución de ejercicios y casos propuestos, en forma individual, defendiendo las experiencias recogidas en los laboratorios y clase de problemas.
- **Entendimiento:** Para este caso la evaluación es diferente, entrando en debates con sus compañeros, o la corrección de exámenes de otros estudiantes. Esta evaluación no será vinculante, pero toma en cuenta el grado de entendimiento de los estudiantes y su predisposición hacia la investigación.
- **Presentación de los informes de laboratorio:** Se evaluará por separado la forma de presentación, como así también el contenido del mismo.
- **Trabajos Grupales:** Se evaluará el desempeño y resultado del trabajo grupal a realizar a lo largo de las prácticas de Laboratorio.
- **Asistencia a Clases:** Se evaluará la asistencia a clases en forma ponderada

### **9.2.2 *Conocimientos y habilidades – Parciales y Recuperatorio***

Se tomarán dos (2) Parciales-Coloquios; Contenido: Ejemplos reales y preguntas teóricas - resuelve y entrega - requiere para rendir Informe Trabajos Prácticos: Aprobado. Si el alumno aprueba ambos Parciales-Coloquios promociona la Materia. Si desaprueba uno o ambos Parcial-Coloquio, el alumno podrá rendir un recuperatorio integral al final del dictado de la materia recuperando el examen desaprobado. Para cursar el Alumno debe contar con los Trabajos Prácticos de Laboratorio aprobados y haber aprobado los parciales o el recuperatorio.

### **9.2.3 *Habilidades Profundas – Estudio de casos y resolución de ejercicios en clase***

Para evaluar esta situación se prevé el planteo de casos y resolución de ejercicios en la clase al finalizar cada una de las unidades de competencias.

### **9.2.4 *Laboratorios y Trabajo Grupal***

Se evaluará la forma de realización de los laboratorios y la entrega del trabajo grupal.

### **9.2.5 *Resultado Final***

Evaluación Final del Estudiante a lo largo del cursado: Será una evaluación permanente a través de los ensayos de laboratorio, (orientado a verificar si ha alcanzado los objetivos propuestos y ha cumplido con las actividades de las guías de laboratorio). Para obtener el cursado requerirá entonces de un conocimiento sobre las experiencias. Los Parciales-Coloquios, y en caso que el alumno rinda examen Final, comprenden tres elementos de juicio, laboratorio, problemas y teoría. En el Tema de laboratorio debe explicar detalladamente como elige los instrumentos, que actividades le permiten cumplir con los objetivos de cada ensayo y como analiza los resultados (esto pone de manifiesto la capacidad de experimentar alcanzada). Los problemas se plantean de modo que demuestre los conocimientos adquiridos orientados a resolver problemas de su profesión (permite exponer la posibilidad de resolución utilizando los conceptos teóricos y su aplicación a los problemas profesionales). Los temas teóricos serán orientados a que pueda demostrar que los conceptos adquiridos le permiten con criterio evaluar las diferentes condiciones de funcionamiento de los sistemas y/o dispositivos que componen el programa.

Cuando los laboratorios se realicen mediante modalidad virtual, el alumno debe presentar por escrito un trabajo grupal en el cual explique el laboratorio realizado y efectuar una presentación oral de mismo.

El promedio ponderado de todas las evaluaciones realizadas (parciales o recuperatorio, actividades de laboratorios (presencial o virtual), estudio de casos, ejercicios en clase, asistencia a clases, informe de laboratorio) dará una nota final promediada que si es superior o igual a 8 (ocho) se producirá la aprobación directa de la materia. Caso contrario solo se logrará el cursado de la asignatura.

## **9.3 *Retroalimentación – Técnicas de autoevaluación***

Autoevaluación de la Cátedra: La realimentación que le permite a la cátedra evaluar su protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje se efectúa a través de la interacción permanente con el avance del estudiante, ya que la metodología propuesta permite rápidas correcciones de rumbo ante la evidencia de que las actividades propuestas no propenden al objetivo general o particular planteado.

La inadaptación o el bajo rendimiento del estudiante remiten a una disfuncionalidad del proceso de aprendizaje o a la propia inadecuación como profesor. Por este motivo se analizarán los siguientes puntos, luego y durante el desarrollo de las clases:

- Contenidos de la asignatura (correlación, análisis de la integración con otras materias, jerarquía de la información, etc.)
- Eficacia de las formas pedagógicas brindadas.
- Resultados de los trabajos prácticos de problemas y laboratorios.
- Conclusiones sobre las técnicas utilizadas en la evaluación de los estudiantes.
- Eficiencia de los elementos de tecnología educativa: computadoras, cintas de video, conferencias, etc.
- Documentos enviados por otras cátedras del mismo nivel o superiores sobre el rendimiento de los estudiantes sobre los temas desarrollados en esta asignatura. (Evaluaciones diagnósticas de materias de nivel superior, que deben ser pedidas al Departamento de Ingeniería Eléctrica)

Todo este análisis desembocará en un replanteo profundo de los componentes de la cátedra, sobre los temas indicados, sumándose a ellos la realimentación que se produce por la evaluación de la cátedra realizada por los estudiantes.



## **11 Recursos y Bibliografía**

### **11.1 Los Recursos**

- El personal docente:
  - Profesor: Máximo responsable de la Cátedra. Tendrá a su cargo los aspectos teóricos de la materia y las tareas organizativas de la asignatura. También tendrá parte en algunas de las evaluaciones a realizar.
  - Jefe de Trabajos Prácticos: Responsable de la Práctica y Prácticas de Laboratorio. Tendrá a su cargo los parciales y recuperatorio. Conjuntamente con el profesor, tendrá a su cargo el resto de las evaluaciones.
  - Ayudante: Asistirá al jefe de trabajos prácticos en la tarea de la práctica y los Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Libros de texto, publicaciones, revistas.
- Material entregado por el profesor (Apuntes digitalizados, bibliografía electrónica, software, cronogramas y planificación de la materia).
- Cañón multimedia para PC.
- Sistemas informáticos.
- Elementos didácticos (contactores, capacitores, conductores eléctricos, interruptores, máquinas eléctricas de laboratorio, etc.)
- Videos.
- Internet.
- Correos electrónicos para los estudiantes.

### **11.2 Bibliografía**

- Máquinas Eléctricas - FRAILE MORA - Sexta edición
- Máquinas Eléctricas - CHAPMAN - Quinta edición
- Máquinas Eléctricas – FITZGERALD - Sexta edición
- Electric Machinery – FITZGERALD – Sixth edition
- Mablekos- Electric Machine Theory for Power Engineers
- Liwschitz-Garik-Whiple- Tomo II
- Landsdorf - Tomo II
- Moeller-Werr - Elect.Gral.Aplicada-Tomo II

- Máquinas electromagnéticas y electromecánicas – Leander W. Matsch
- Introducción a los fenómenos transitorios - Corrales Martín
- Fundamentos de máquinas eléctricas rotativas – Luis Serrano Iribarnegaray
- Electricmachines – análisis and design applying MATLAB® - Jimmie J. Cathey
- Analysis de electric machinery – Krause
- Dynamic simulation of electric machinery using MATLAB®/SIMULINK – Chee-Mun-Ong
- Electric Machinery Fundamentals – Stephen J. Chapman
- Modeling and high performance control of electric machines - IEEE Press Series on Power Engineering – John Chiasson - A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION - ISBN 0-47 1-68449-X - Ed. 2005
- Mathematical models of electric machines – I.P. Kopylov – Ed 1984

.....  
**Prof. Ing. Marcelo G. RIOS**

**Leg. 86185 – Marzo 2021**