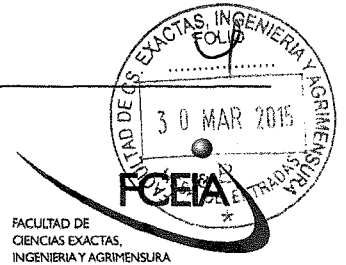


Programa de  
**Máquinas Eléctricas**



Código/s: A9

**Identificación y características de la Actividad Curricular**

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Instrumentación, Automatización y Control
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimstre:	6° [ECA]		
Carga horaria:	80 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	
Docente responsable:	ELBERT, Analía		

**Programa Sintético**

Fenómenos electromagnéticos en máquinas eléctricas. Transformadores: principios de funcionamiento, circuitos equivalentes, parámetros descriptivos. Transformadores de medición: usos y aplicaciones. Maquinas Asíncronas: principio de funcionamiento, circuito equivalente, principales parámetros del modelo eléctrico, características constructivas, protecciones, métodos de arranque y accionamientos. Máquinas sincrónicas: descripción, principales características y usos. Servomotores: características constructivas, dinámica de funcionamiento, aplicaciones. Motores paso a paso: principio de funcionamiento, características constructivas y criterios de selección. Generadores: breve descripción y características. Instalaciones Eléctricas industriales: aparatos de maniobra y protección. Planos eléctricos

**Asignaturas Relacionadas**

Previas:	FB4 - Representación Gráfica, A4 - Laboratorio de Electromagnetismo
Simultaneas Recomendadas:	
Posteriores:	A12 - Dinámica de Sistemas Físicos, A19 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos III

**Vigencia desde 2016**

  
Firma Profesor

26/03/2015  
Fecha

  
Firma Aprob. Escuela

27/3/15  
Fecha

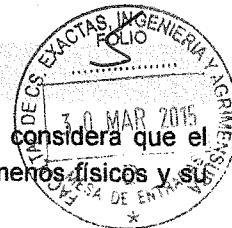
Con el aval del Consejo Asesor:

Ing. VICTOR CULASSO  
Director  
Esc. Ing. Electrónica

## Características generales

Como el perfil del ingeniero electrónico no está limitado a la formación electrónica pura, se considera que el curso tiene un aporte complementario ya que lo hace en relación a la interpretación de fenómenos físicos y su modelado para su posterior simulación

Se procura que el aporte del curso sea práctico y relacionado con su futura práctica profesional. El trabajo se complementa con prácticas y ensayos de Laboratorio.



## Objetivos

Al concluir el curso, el alumno debe:

- adquirir conocimientos sobre las leyes y los principios que rigen el funcionamiento de los transformadores y las máquinas eléctricas
- conocer y diferenciar los distintos tipos de máquinas eléctricas y su campo de aplicación.
- utilizar los modelos matemáticos adecuados en cada caso.
- comprender el funcionamiento de las máquinas eléctricas en estado permanente.
- manejar técnicas de ensayo de transformadores y máquinas eléctricas.
- interactuar con máquinas reales, con responsabilidad en las actividades de laboratorio.
- tomar conciencia de los riesgos y precauciones implicados en esta interacción.
- desarrollar criterios para la correcta aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos para poder evaluar y adoptar los métodos que mejor cumplan con las necesidades de resolución de los problemas prácticos.
- conocer los elementos de una instalación eléctrica y sus aparatos de maniobra y protección.

## Contenido Temático

Unidad 1. - Transformadores. Principios fundamentales.

- 1.1. - Circuitos magnéticamente acoplados.
- 1.2. - Condiciones de vacío.
- 1.3. - Efectos de la corriente secundaria.
- 1.4. - Circuitos equivalentes.
- 1.5. - Ensayos en vacío y en cortocircuito

Unidad 2. - Transformadores. Tipos y aplicaciones

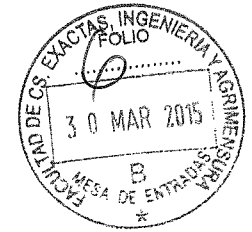
- 2.1. - Transformadores en circuitos trifásicos.
- 2.2. - Transformadores de medición: usos y aplicaciones
- 2.3. - Autotransformadores.

Unidad 3. - Máquina sincrónica. Principios.

- 3.1. - Máquinas elementales.
- 3.2. - F.e.m. inducida.
- 3.3. - Fuerza magnetomotriz de los arrollamientos distribuidos.
- 3.4. - Campo magnético giratorio.
- 3.5. - Cupla de máquinas de polos no salientes.

Unidad 4. - Máquinas sincrónicas. Régimen permanente

- 4.1. - Reactancia sincrónica.
- 4.2. - Características: de vacío y de cortocircuito



#### Unidad 5. - Máquinas asincrónicas

- 5.1. -Introducción a las máquinas de inducción.
- 5.2. -Ondas de flujo y de F.M.M.
- 5.3. -Circuito equivalente y su análisis.
- 5.4. -Potencia y par
- 5.5. -Curvas normalizadas Par- Deslizamiento.
- 5.6. -Efecto de la resistencia del rotor.
  - 5.6.1. -Motores de rotor bobinado.
  - 5.6.2. -Motores con rotor de doble jaula.
- 5.7. -Arranque de un motor asincrónico con rotor de jaula
- 5.8.- Dispositivos de protección

#### Unidad 6.- Máquinas especiales.

- 6.1. -Fraccionales de corriente alterna.
  - 6.1.1. -Monofásicos de inducción.
    - Análisis cualitativo
    - Arranque y marcha de motores:
      - De fase partida.
      - Con condensador.
      - Con espiras de sombra
  - 6.1.2. -Motores serie.
    - 6.2- Motor paso a paso
      - 6.2.1.- Principio de funcionamiento
      - 6.2.2.- Características constructivas
      - 6.2.3.- Criterios de selección
- 6.3.- Servomotores

#### Unidad 7.- Instalaciones eléctricas industriales

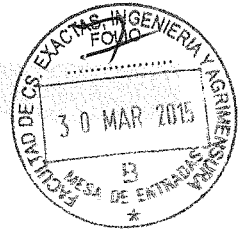
- 7.1.- Elementos de una instalación eléctrica.
- 7.2.- Dispositivos de maniobra y protección
- 7.3.- Esquema unifilar de una instalación.

### **Modalidades de enseñanza-aprendizaje**

\* Clases siguiendo un modelo de instrucción directa, mediante el diseño de situaciones de aprendizaje cuyo núcleo generador es un conflicto o problemas vinculados con el objeto del conocimiento, siempre procurando la participación activa de los estudiantes. Se dispone de retroproyector, pizarrón, videos y se organizan presentaciones digitales multimedia. Como medios instrumentales se usan máquinas pequeñas. Las máquinas reales son un medio óptimo en la ocasión de análisis por el estudiante en la instancia del coloquio final.

\* Sesiones de resolución de ejercicios relacionados con los temas desarrollados.

\* Trabajo en comisiones en el laboratorio donde se operan los transformadores y las distintas máquinas. El clima es de libertad y responsabilidad pero se incentiva al alumno a concurrir a realizar el trabajo práctico con conocimiento de la metodología, circuitos y precauciones.



## Actividades de Formación Práctica

Manejo de técnicas de ensayo de máquinas eléctricas y transformadores.

A través de trabajos prácticos de Laboratorio se cubren los temas:

“Ensayo de un transformador monofásico”

“Ensayo de una Máquina de Inducción”

“Ensayo de una máquina sincrónica”

“Ensayo de un motor paso a paso”

Estas actividades se basan en el principio de vinculación de la teoría con la práctica y permiten derivar generalizaciones que enriquezcan el trabajo.

Nº	Título	Descripción
1	Ensayo de un transformador monofásico	Ensayos preliminares: aislación, polaridad y resistencia. Ensayos de vacío y en cortocircuito Determinación del circuito equivalente
2	Ensayo de una máquina sincrónica	Ensayos preliminares: aislación y resistencia. Características en vacío y en cortocircuito Determinación del circuito equivalente.
3	Ensayo de una máquina asincrónica	Ensayos preliminares. Ensayos en vacío y en cortocircuito. Determinación del circuito equivalente
4	Ensayo de un motor paso a paso	Aplicación práctica

## Evaluación

1) Evaluaciones parciales: existen cuatro evaluaciones escritas parciales que permiten valorar la formación de determinadas habilidades y conocimientos. Evalúan el grado de generalización, reflexión y dominio. (una para cada tipo de máquina y una de transformadores) Se tiene en cuenta la formulación correcta y precisa de las preguntas y ejercicios. Consiste en un problema, preguntas acerca del trabajo práctico y preguntas de teoría. En el caso de preguntas, se obliga al alumno a realizar un análisis.

Se aprueba con un mínimo de seis, que considera aprobado el correspondiente tema.

2) Evaluación integradora: aprobados las cuatro evaluaciones o su correspondiente recuperatorio, se realiza una evaluación individual y oral que integra toda la asignatura. En ella se evalúa la capacidad del alumno de seleccionar, organizar, expresar, presentar, argumentar y crear. El eje de la exposición es la máquina que ha seleccionado el docente.

Aprobada esta última instancia se considera promovida la asignatura.

Los alumnos que no alcanzan estos requisitos (alumnos libres pero que asistieron a los trabajos prácticos de Laboratorio) pueden presentarse en las mesas de examen donde deben resolver dos problemas para luego pasara a un examen oral integrador de toda la asignatura.

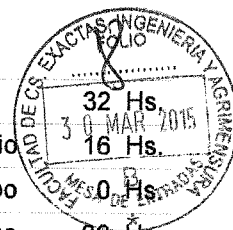
Los requisitos de evaluación se informan a los alumnos al comenzar el ciclo lectivo, siendo:

• Promovido: aprobación de cuatro evaluaciones parciales escritas o su correspondiente recuperatorio y una evaluación oral.

• Libre: el que no alcanza la condición anterior, pasa a un examen escrito y oral en mesas de examen.

Las evaluaciones se pueden analizar con los docentes en sus correspondientes horarios de consulta

## Distribución de la carga horaria



Teóricas					
Prácticas		Experimental de Laboratorio	32 Hs.		
		Experimental de Campo	16 Hs.		
		Resolución de Problemas y Ejercicios	32 Hs.		
		Problemas Abiertos de Ingeniería	0 Hs.		
		Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.		
		Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.		
		<b>Total</b>	<b>80 Hs.</b>		
Evaluaciones					8 Hs.

Dedicadas por el alumno fuera de clase					
				Preparación Teórica	16 Hs.
				Preparación Práctica	12 Hs.
		Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.			12 Hs.
				<b>Total</b>	<b>40 Hs.</b>

**Bibliografía básica**

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Máquinas Eléctricas.	Stephen J. Chapman	Mc. Graw Hill. Tercera Edición	2000	
Apuntes: tema Complemento Transformadores	Ing. Ana Lía Elbert			

**Bibliografía complementaria**

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Máquinas Eléctricas	Fitzgerald, Kingsley, Umans,	Mc. Graw Hill. Quinta edición	1992	
Circuitos magnéticos y transformadores	M.I.T		1965	
Cuadernos de aplicaciones técnicas	ABB		2013	

**Recursos web y otros recursos**

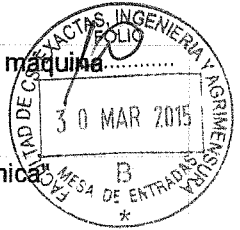
El dictado se organiza basándose en el desarrollo expositivo de los conocimientos teóricos apoyados en una presentación en Power Point que prácticamente contempla todos los temas de la asignatura. La misma posee fotografías, esquemas, gráficos, desarrollo de ecuaciones etc. La presentación se encuentra disponible para los alumnos en la plataforma virtual, la presentación permite además la posibilidad de repasar en la clase siguiente y/o aclarar dudas.

Los alumnos utilizan el c-virtual para comunicarse con la cátedra, recibir noticias, clasificaciones, bibliografía y apuntes.



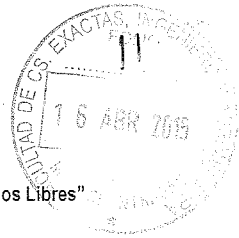
**Cronograma de actividades**

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Unidad 1. -Transformadores. Principios fundamentales. 1.1. -Circuitos magnéticamente acoplados. 1.2. -Condiciones de vacío. 1.3. -Efectos de la corriente secundaria.	Práctica de problemas sobre transformadores
2	1	1.4. -Circuitos equivalentes. 1.5. -Ensayos en vacío y en cortocircuito Unidad 2. - Transformadores. Tipos y aplicaciones 2.1. -Transformadores en circuitos trifásicos.	Práctica de problemas sobre transformadores  Ensayo de un transformador monofásico
3	2	2.2. - Transformadores de medición: usos y aplicaciones 2.3. -Autotransformadores.	Práctica de problemas sobre transformadores  Ensayo de un transformador monofásico
4	3	Unidad 3. - Máquina sincrónica. Principios. 3.1. -Máquinas elementales. 3.2. -F.e.m. inducida. 3.3. -Fuerza magnetomotriz de los arrollamientos distribuidos.	Evaluación "transformadores"
5	3	3.4. -Campo magnético giratorio. 3.5. -Cupla de máquinas de polos no salientes.	Práctica de problemas sobre máquina sincrónica  Ensayo de una máquina sincrónica
6	4	Unidad 4. - Máquinas sincrónicas. Régimen permanente 4.1. -Reactancia sincrónica. 4.2. -Características: de vacío y de cortocircuito	Práctica de problemas sobre máquina sincrónica  Ensayo de una máquina sincrónica
7	5	Unidad 5. - Máquinas asincrónicas 5.1. -Introducción a las máquinas de inducción. 5.2. -Ondas de flujo y de F.M.M. 5.3. -Circuito equivalente y su análisis.	Evaluación "máquina sincrónica"
8	5	5.4. -Potencia y par 5.5. -Curvas normalizadas Par-Deslizamiento.	Práctica de problemas sobre máquina asincrónica  Ensayo de una máquina asincrónica
9	5	5.6. -Efecto de la resistencia del rotor. 5.6.1. -Motores de rotor bobinado. 5.6.2. -Motores con rotor de doble jaula.	Práctica de problemas sobre máquina asincrónica  Ensayo de una máquina asincrónica



10	5	5.7. -Arranque de un motor asincrónico con rotor de jaula 5.8.- Dispositivos de protección	Práctica de problemas sobre máquina asincrónica
11	6	Unidad 6.- Máquinas especiales. 6.1. -Fraccionales de corriente alterna. 6.1.1. -Monofásicos de inducción. -Análisis cualitativo -Arranque y marcha de motores: -De fase partida. -Con condensador. -Con espiras de sombra 6.1.2. -Motores serie.	Evaluación "máquina asincrónica"
12	6	6. 2- Motor paso a paso 6.2.1.- Principio de funcionamiento 6.2.2.- Características constructivas 6.2.3.- Criterios de selección	Ensayo de un motor paso a paso
13	6	6.3.- Servomotores	Ensayo de un motor paso a paso
14	7	Unidad 7.- Instalaciones eléctricas industriales 7.1.- Elementos de una instalación eléctrica.	Uso de Manuales
15	7	7.2.- Dispositivos de maniobra y protección 7.3.- Esquema unifilar de una instalación.	Uso de Manuales
16		Evaluaciones integradoras	Evaluaciones integradoras

DUPLICADO



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

"2015-Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

Expediente N° 58081 S/R 056.-

Rosario, 1° de abril de 2015.-

VISTO que Secretaría Académica eleva para su aprobación el programa de la asignatura A9 "Máquinas Eléctricas", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14.-

CONSIDERANDO:

Que el mismo responde a los lineamientos establecidos en la Resolución N° 869/14 – C.D. (Formulario de Programas de asignaturas de las distintas carreras que se cursan en esta Facultad).-

Que el tema fue tratado y aprobado en la reunión del Consejo Directivo del día de la fecha.-

Por ello,

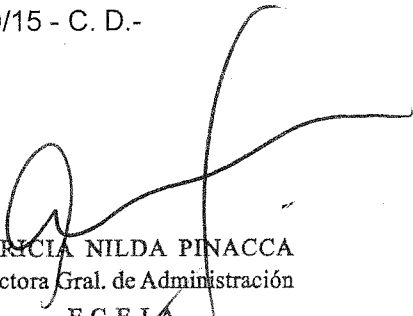
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el programa de la asignatura A9 "Máquinas Eléctricas", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14, cuyas fotocopias autenticadas forman parte de la presente resolución.-


ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese, sáquese copia, tome nota Dirección General de Administración a sus efectos, pase a conocimiento de Secretaría Académica, del Departamento Registro de Alumnos y de la Escuela de Ingeniería Electrónica, cumplido, agréguese a sus antecedentes.-

RESOLUCION N° 170/15 - C. D.-

CD
JM
JM
JM

  
PATRICIA NILDA PINACCA  
Directora Gral. de Administración  
F.C.E.I.A.

  
Ing. OSCAR E. PEIRE  
Decano - FCEIA

  
SUSANA B. MIGLIORANZZA  
Directora Operativa  
Consejo Directivo Académico