



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería  
Area: Electricidad

(Programa del año 2023)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 08/08/2023 15:36:12)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Eléctricas	ING. INDUSTRIAL	Ord.2 1/12- 14/22	2023	2° cuatrimestre
Máquinas Eléctricas Industriales	ING. MECATRÓNICA	Ord 22/12 -10/2 2	2023	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BACHILLER, JORGE ADRIAN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
DIAZ, LUIS ALBERTO	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
RODRIGUEZ PIATTI, FEDERICO HER	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	3 Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
07/08/2023	17/11/2023	15	90

### IV - Fundamentación

El estudio de la materia abarca los aspectos del funcionamiento dinámico y de régimen, aspectos constructivos, método de análisis de funcionamiento y características de las máquinas eléctricas de uso más difundido.

El enfoque apunta a la formación teórica y práctica sobre máquinas eléctricas para que el estudiante esté capacitado para instalar las mismas.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

V – Objetivos

Finalizada la materia el estudiante deberá ser capaz de: Tener un conocimiento integral de las máquinas eléctricas.

Comprender el funcionamiento de transformadores, máquinas síncronas y asíncronas, como así también de las máquinas de corriente continua y servomotores.

Afrontar trabajos de ejecución de obras.

Resultados del aprendizaje:

Interpreta el principio de funcionamiento de las máquinas estáticas y su estudio por medio de circuitos eléctricos equivalentes los cuales son una aproximación muy cercana al trabajo real de dichas máquinas permitiéndole simular una máquina real.

Analiza el comportamiento de las máquinas rotativas en CA, permitiéndole su estudio, saber separar los principios de funcionamiento y condiciones necesarias de marcha entre máquinas asincrónicas y máquinas sincrónicas. Esta diferencia le permite determinar cuáles son las ventajas y consecuencias de funcionar las mismas ya sea como motor o como generador, pudiendo también en este tipo de máquinas llegar a circuitos eléctricos equivalentes que aproximan el funcionamiento real de las mismas.

Analiza el funcionamiento de máquinas rotativas de CC logrando comparar las mismas con las de CA y viendo sus ventajas y desventajas ya sea funcionando como motor o como generador.

## **VI - Contenidos**

### **UNIDAD 1:**

#### **PERDIDAS Y RENDIMIENTOS**

Pérdidas eléctricas. Pérdidas magnéticas. Pérdidas mecánicas y adicionales. Rendimiento. Variación del rendimiento. Rendimiento cíclico. Calentamiento y enfriamiento de máquinas. Temperatura límite. Determinación de la temperatura máxima. Tipos de servicios en las máquinas. Capacidad de sobrecarga.

### **UNIDAD 2:**

#### **TRANSFORMADORES**

Principios de funcionamiento. Principales aspectos constructivos. Tipos de transformadores. Transformador en vacío. Corriente de vacío. Flujo principal y disperso. Fuerza electromotriz inducida. Diagrama vectorial. Transformador en carga. Corriente componente de carga. Reducción de la tensión, corriente y parámetros secundarios al primario. Ecuaciones fundamentales. Diagrama vectorial. Circuito equivalente en carga. Regulación de tensión. Diagrama de Kapp. Ensayos de transformadores: en vacío y en cortocircuito. Rendimiento de transformadores. Transformadores trifásicos. Distintos tipos de conexión. Funcionamiento en paralelo de transformadores. Corriente de circulación. Transformadores de medida. Autotransformador.

### **UNIDAD 3:**

#### **ARROLLAMIENTOS DE C.A.**

FMM alterna. FMM giratoria. Número de polos. Factor de distribución. Factor de paso. Arrollamiento monofásico y polifásico. FEM de un arrollamiento de C.A. Velocidad sincrónica. Arrollamiento imbricado y ondulado.

### **UNIDAD 4:**

#### **MOTOR DE INDUCCION**

Elementos mecánicos. Aspectos constructivos. Circuito magnético. El motor de inducción como un transformador. El motor en reposo y arrollamiento abierto. El motor en reposo y arrollamiento cerrado. El motor cuando gira. Deslizamiento. Rotor jaula de ardilla. Ecuaciones fundamentales. Diagrama vectorial. Circuito equivalente. Relaciones de potencia y par motor. Equilibrio de potencia. Funcionamiento de la máquina de inducción como freno y generador. Curvas características. Determinación de los parámetros. Pruebas en vacío y de rotor frenado. Arranque y control de velocidad.

### **UNIDAD 5:**

#### **MOTOR DE INDUCCION MONOFASICO**

Principio de funcionamiento. Teoría del doble campo giratorio. Par motor. Ecuaciones. Circuito equivalente. Distintos tipos de arranque.

### **UNIDAD 6:**

#### **MÁQUINA SINCRONICA**

Aspectos constructivos. Sistemas de excitación. Principio de funcionamiento de un alternador. Funcionamiento en vacío. Funcionamiento en carga. Reacción de inducido. Diagrama vectorial del alternador. Máquina no saturada y saturada. Análisis lineal de la máquina síncrona: el circuito equivalente. Impedancia síncrona. Características en vacío y de cortocircuito.

Análisis no lineal de la máquina síncrona: Triángulo de Potier. Curva de regulación. Teoría de las dos reacciones. Funcionamiento de un alternador en una red aislada. Regulador de velocidad. Estatismo. Red de potencia infinita: Acoplamiento. Potencia activa y reactiva. Funcionamiento de una máquina síncrona conectada a una red de potencia infinita. Funcionamiento en paralelo de alternadores de potencias similares. Motor síncrono: Características y aplicaciones.

#### **UNIDAD 7:**

##### **MÁQUINA DE CORRIENTE CONTINUA**

Aspectos constructivos. Principio de funcionamiento. Reacción de inducido. Conmutación. Generadores de c.c. Aspectos generales. Características de servicio. Motores de c.c. Aspectos generales. Características de funcionamiento. Excitación independiente, derivación, serie y compuesta.

#### **UNIDAD 8:**

##### **SERVOMOTORES**

Generalidades. Distintos tipos. Principios de funcionamiento. Aplicaciones.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **PROBLEMAS**

- TPN°1 : Pérdidas y rendimiento
- TPN°2 : Calentamiento y enfriamiento de máquinas
- TPN°3 : Transformadores. Circuito equivalente. Diagrama vectorial
- TPN°4 : Transformadores. Regulación y rendimiento
- TPN°5 : Paralelo de transformadores
- TPN°6 : Fem inducidas en bobinados trifásicos
- TPN°7 : Motor asincrónico trifásico
- TPN°8 : Alternadores. Impedancia sincrónica
- TPN°9 : Alternadores. Triángulo de Potier
- TPN°10: Máquinas de Corriente continua. Arranque y control de velocidad

### **LABORATORIO**

- 1- Ensayo de transformador. Determinación de parámetros
- 2-Control de motor asincrónico. Velocidad. Arranque. Frenado
- 3- Ensayo de Alternador. Determinación de curvas características
- 4- Control motor de cc. Arranque. Frenado. Inversión marcha

Nota: En la primera clase práctica se realizará una introducción a las Normas de seguridad eléctricas y reglas básicas de higiene y seguridad en laboratorios. Se suministrará al estudiante una copia detallando los aspectos teóricos y prácticos del tema. Una copia similar estará a la vista de los estudiantes en un transparente. El objetivo es brindar seguridad frente a los riesgos posibles que puedan surgir y concientizar a los mismos para su aplicación en la vida diaria y especialmente en su futura acción profesional.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

### **A – METODOLOGIA DEL DICTADO**

El dictado de la materia se realizará en modo presencial de clases teóricas y con prácticas de aula. El crédito horario para el dictado de las clases estará distribuido de la siguiente manera:

- Clases teóricas: 2 horas semanales – 30 horas cuatrimestrales.
- Clases prácticas y de laboratorio: 4 horas semanales - 60 horas cuatrimestrales.

### **B – CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO**

- 1 – Asistencia al 80% de las clases prácticas.
- 2 – Asistencia al 100% de los laboratorios.
- 3 – Aprobadas dos evaluaciones parciales o sus respectivos recuperatorios con 70%. Cada parciales tendrá 2 (dos)

recuperatorios (OCS N° 32/14).

Fecha tentativa primer parcial 12/9/2023.

Fecha tentativa segundo parcial 07/11/2023.

4 – Tener aprobada la carpeta de trabajos prácticos e informes de laboratorio.

#### C -REGIMEN DE APROBACIÓN CON EXAMEN FINAL

Para la aprobación de la asignatura se realizará mediante un examen oral o escrito individual que tiene la siguiente modalidad: el examen final en caso de ser oral se selecciona tres temas de diferentes unidades del Programa Analítico, de las cuales el estudiante deberá exponer uno y luego el tribunal lo evalúa en los restantes. En el caso de ser escrito se sortearán dos temas de las diferentes unidades del Programa Analítico que tendrá que desarrollar.

#### D – REGIMEN DE APROBACION SIN EXAMEN FINAL

El curso no contempla régimen de promoción.

#### E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

Para aprobar la asignatura en condición de estudiante libre, el estudiante tendrá que rendir un examen escrito sobre resolución de problemas cuya temática será la correspondiente al programa de trabajos prácticos de la materia y desarrollar alguno de los laboratorios. Solo si aprueba dichos exámenes podrá rendir el examen oral o escrito individual que tendrá las mismas características que para un estudiante que lo hace en condición de regular.

### IX - Bibliografía Básica

[1] [1] Máquinas Eléctricas. Jesús Fraile Mora. Editorial Garceta. 8° edición Madrid 2015. Biblioteca FICA (formato papel) – Classroom (formato digital).

[2] [2] Circuitos Magnéticos y Transformadores, E. E. Staff del M.I.T., Editorial Reverte. Edición Madrid 1984. Biblioteca FICA (formato papel) – Classroom (formato digital).

[3] [3] Transformadores. Spinadel. Editorial nueva librería. Ed. Bs. As. 2003. Biblioteca FICA (formato papel) – Classroom (formato digital).

[4] [4] Máquinas de corriente alterna, Liwshitz Garic, M y Whipple, C, Editorial C.E.C.S.A. Edición México 1984. Biblioteca FICA (formato papel) – Classroom (formato digital).

[5] [5] Apuntes de cátedra 2011 y 2022. Classroom (formato digital).

### X - Bibliografía Complementaria

[1] [1] Máquinas Eléctricas, Chapman Stephen, Ed. Mc Graw Hill interamericana, 2004. Classroom (formato digital).

[2] [2] Máquinas Eléctricas, Marcelo Sobrevila, Librería y Editorial Alsina, 1ª Edición 2000. Biblioteca FICA (formato papel) – Classroom (formato digital).

### XI - Resumen de Objetivos

Interpreta máquinas estáticas

Analiza máquinas rotativas de CA

Analiza máquinas rotativas de CC

### XII - Resumen del Programa

1- Pérdidas y Rendimiento

2- Transformadores

3- Arrollamiento de CA

4- Motor de inducción

5- Motor de inducción monofásico

6- Máquina sincrónica

7- Máquina de corriente continua

8- Servomotores

### XIII - Imprevistos

- 1- Tener aprobada la carpeta de trabajos prácticos
  - 2- En caso que pudieran tomarse presenciales los parciales tener aprobada/s una o dos evaluaciones parciales (dependiendo de la situación) o sus respectivas recuperaciones con 70%. Cada parcial tendrá 2 (dos) recuperatorios (OCS N° 32/14). Las fechas estarán supeditadas a la factibilidad de realizarlos.
  - 3- En caso de poder realizar laboratorios se llevará a cabo al menos uno de los mismos del cual deberán presentar informe y deberán tenerlo/s aprobado/s
- De no poder cumplirse los puntos 2 y 3 solo se exigirá el punto 1.

### XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

Aplica conceptos de electricidad y magnetismo.

Emplea conocimientos de ecuaciones diferenciales de 1° orden homogéneas y no homogéneas.

Aplica conocimientos de números complejos.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica:

Cantidad de horas de Teoría: 30 horas.

Cantidad de horas de Práctico Aula: 38 horas

Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: 0

Cantidad de horas de Formación Experimental: 16 horas

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería con utilización de software específico: 0 horas

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería sin utilización de software específico: 0 horas

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico: 0 horas

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería sin utilización de software específico: 0 horas

Evaluaciones: 6 horas

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)

1.2. Proyectar, dirigir, supervisar y controlar la construcción, operación y mantenimiento. (Nivel 1)

1.6. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad, impacto ambiental y eficiencia. (Nivel 1)

2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 2)

2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 2)

2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 2)

2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados. (Nivel 2)

3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 2)

3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. (Nivel 2)

3.5. Aprender en forma continua y autónoma. (Nivel 1)

### ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: