



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

(Programa del año 2015)

**I - Oferta Académica**

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Eléctricas	Ingeniería Electromecánica	Ord.C .D.02 0/12	2015	2° cuatrimestre
Máquinas Eléctricas	Ingeniería Industrial	Ord.C D.N° 021/1 2	2015	2° cuatrimestre
Máquinas Eléctricas Industriales	Ing.Mecatrónica	Ord.C .D. 022/1 2	2015	2° cuatrimestre
Conversión Electromecánica de la Energía	Ingeniería Electrónica	OrdC. D.N° 019/1 2	2015	2° cuatrimestre

**II - Equipo Docente**

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PEÑALOZA, RAUL ENRIQUE	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
DIAZ, LUIS ALBERTO	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
MUÑOZ, LUIS WENCESLAO	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
0 Hs	3 Hs	2 Hs	1 Hs	6 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
10/08/2015	20/11/2015	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.

Esta relacionado con las siguientes asignaturas; Electrotecnia, Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica y Tecnología de los materiales eléctricos.

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

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El Contenido del programa, tanto teórico como práctico ha sido concebido para responder a los siguientes objetivos:

1. Aprendizaje de los aspectos básicos más importantes dentro de la ingeniería Electromecánica, en el contexto y ámbito que exige la etapa científica y tecnológica por la cual pasa nuestro país.
2. Utilizar las técnicas más modernas compatibles con las posibilidades del mercado.
3. Selección de los temas de acuerdo a un criterio realista y que el alumno sienta el interés y gusto por los mismos con su propia evaluación del contenido.

## VI - Contenidos

### CAPITULO 0:

#### NORMAS DE SEGURIDAD ELECTRICA PARA ALUMNOS

Riesgo de incendio por causas eléctricas.

Shock eléctrico. Intensidad eléctrica.

Contacto directo e indirecto.

Elementos de protección.

Normas para trabajar en laboratorio

### CAPITULO 1:

#### PERDIDAS Y RENDIMIENTOS

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

### CAPITULO 2:

#### TRANSFORMADORES

1. Principios de funcionamiento.
2. Principales aspectos constructivos. Tipos de transformadores
3. Transformador en vacío. Corriente de vacío. Flujo principal y disperso. Fuerza electromotriz inducida. Diagrama vectorial.
4. Transformador en carga. Corriente componente de carga. Reducción de la tensión,
5. corriente y parámetros secundarios al primario.
6. Ecuaciones fundamentales. Diagrama vectorial. Circuito equivalente en carga.
7. Regulación de tensión. Diagrama de Kapp.
8. Determinación de parámetros a partir de ensayos. Pruebas en vacío y en cortocircuito
9. Rendimiento de transformadores.
10. Transformadores trifásicos. Distintos tipos de conexión. Características de los distintos tipos.
11. Funcionamiento en paralelo de transformadores. Polaridad. Corriente de circulación.
12. Autotransformador.
13. Transformador para instrumentos

### **CAPITULO 3:**

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

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

### **CAPITULO 4:**

#### **MOTOR DE INDUCCION**

1. Elementos mecánicos. Aspectos constructivos. Circuito magnético.
2. 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.
3. Ecuaciones fundamentales. Diagrama vectorial. Circuito equivalente.
4. Relaciones de potencia y par motor. Equilibrio de potencia.
5. Funcionamiento de la máquina de inducción como freno y generador.
6. Curvas características.
7. Diagrama circular. Determinación y aplicación.
8. Determinación de los parámetros. Pruebas en vacío y de rotor frenado.
9. Arranque y control de velocidad

### **CAPITULO 5:**

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

1. Arrollamientos monofásicos.
2. Elementos mecánicos.
3. Principio de funcionamiento. Teoría del doble campo giratorio.
4. Par motor.
5. Ecuaciones. Circuito equivalente
6. Arranque. Arranque por flujo giratorio. Arranque por medio de un colector y escobillas.
7. El motor de polos sombreados.

### **CAPITULO 6:**

#### **MAQUINA SINCRONICA**

1. Elementos mecánicos de la máquina sincrónica. La máquina de polos salientes. La máquina de rotor liso
2. Consideraciones generales de la máquina sincrónica. La característica en vacío. La
3. reactancia del flujo principal. Efecto de la saturación.
4. Diagrama vectoriales de generador y motor con rotor cilíndrico. Máquina no saturada y saturada. Reacción de armadura.
5. Características del generador. Características en vacío y del entrehierro. Características de cortocircuito. Triángulo de Potier.
6. Característica en carga. Característica externa. Curva de regulación. Relación de cortocircuito.
7. Regulación de tensión en generador.
8. Teoría de las dos reacciones. La esencia de la teoría de las dos reacciones. Fmm de la armadura eficaz en ambos ejes. Factores  $C_d$  y  $C_q$ .
9. Diagramas vectoriales de generador y motor con polos salientes.

Reacción de armadura Máquina no saturada y saturada.

10. Característica del generador. Regulación de tensión

11. Relaciones de potencia y cupla en generador y motor. Pérdidas en el hierro. Pérdidas mecánicas. Pérdidas en el cobre. Potencia de campo giratorio. Característica par motor-ángulo. Principio motor de reluctancia.

12. Sincronización de generadores sincrónicos.

13. Funcionamiento en paralelo de generadores sincrónicos

14. Vaivén de una máquina sincrónica. Par motor de sincronización.

15. Frecuencia natural de la máquina sincrónica. Arrollamiento amortiguador

16. Motores sincrónicos pequeños. El motor de reluctancia. El motor de histéresis.

17. Cortocircuito sobre un generador. Reactancias transitoria y subtransitoria.

## **CAPITULO 6:**

### **MÁQUINA DE CORRIENTE CONTINUA**

1. Elementos mecánicos. Aspectos constructivos. El circuito magnético.

2. Devanado de inducido. Devanado imbricado. Devanado ondulado. Devanado simple y múltiple

3. Sistemas de excitación. Excitación independiente. Autoexcitación. Excitación serie. Paralela. Compuesta

4. Fem inducida. Par electromagnético. Potencia interna de inducido

5. Funcionamiento en carga. Caída de tensión por resistencia.

Reacción de

inducido transversal y longitudinal. Compensación de reacción transversal.

6. Conmutación. Ecuación general de conmutación. Decalado de escobillas. Polos de conmutación. Devanado de compensación.

## **CAPITULO 7:**

### **GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA**

1. Generador de corriente continua. De excitación independiente, paralela, serie, compuesta.

2. Funcionamiento en paralelo de los generadores.

## **CAPITULO 8:**

### **MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA**

1. Motores de corriente continua. Generalidades. Fem, cupla y potencia

2. Balance de potencia. Adaptación automática de par motor al par resistente.

3. Arranque de motores.

4. Características de funcionamiento. Característica de cupla, velocidad y mecánica.

4. Regulación de velocidad.

6. Frenado. Frenado dinámico, regenerativo. Inversión del sentido de giro.

7. Mando electrónico de motores.

## **CAPITULO 9:**

### **SERVOMOTORES**

1. Servomotores. Generalidades. distintos tipo

2. Principios de funcionamiento

## 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- Ensayo de Alternador. Determinación de curvas características
- 3-Control de motor asincrónico. Velocidad. Arranque. Frenado
- 4- Determinación y análisis de curvas características maquina de corriente continua
- 5- 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 alumno una copia detallando los aspectos teóricos y prácticos del tema. Una copia similar estará a la vista de los alumnos 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

La asignatura se desarrollará a través de clases teórico- prácticas, con una introducción al tema por parte del docente y aplicaciones prácticas mediante problemas, ensayos y mediciones en laboratorio.

### REGIMEN DE ALUMNOS REGULARES:

Para obtener la regularidad se exigirá lo siguiente:

1. Asistencia del 80 % a las clases prácticas de problemas.
2. Asistencia del 100% a las clases de laboratorio.
3. Confección de una carpeta de trabajos prácticos, tamaño oficio:  
La carpeta deberá presentarse completa con todos ejercicios, problemas e informes de ensayos realizados en laboratorio realizados durante el año lectivo y deberá llevar el visto bueno V&#61616; B&#61616; del jefe de trabajos prácticos J.T.P.
4. Durante cada cuatrimestre se tomarán dos exámenes parciales de contenido práctico, que deberán aprobar para obtener la regularidad.-
5. Se tomará un examen parcial recuperatorio por cada uno de los parciales para aquellos alumnos que hayan resultado aplazados en algunos parciales.

El alumno deberá presentar la carpeta de trabajos prácticos con la resolución de la totalidad de los problemas propuestos. La presentación de los problemas deberá ser realizada en word y se evaluará también la calidad de la presentación, gráficos, dibujos, enfoque y profundidad del abordaje del problema. Se recomendará al alumno el uso de software de cálculo como Matlab, Simulink y PSpice

#### EXAMEN FINAL:

Evaluación de alumnos libres.

El examen final de alumnos libres consistirá en un evaluación escrita sobre trabajos prácticos y problemas del presente programa y posterior evaluación oral sobre parte teórica del programa previa aprobación de lo anterior.

Evaluación de alumnos regulares.

El examen final de alumnos regulares consistirá en la exposición oral de temas del programa de la materia y la resolución de un ejercicio o ejemplo propuesto por el alumno o planteado por el profesor.

En el examen final tanto libre como regular se evaluará además de los conocimientos técnicos, la expresión oral del alumno, su desempeño y presentación para desarrollar el tema expuesto.

En general , tanto en las evaluaciones como en la presentación de trabajos, además de evaluar los aspectos técnicos se evaluará el desempeño del alumno en lo que hace a su capacidad de expresión oral y de presentación.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] Máquinas de corriente alterna, Liwshitz Garic, M y Whipple, C, Editorial C.E.C.S.A. Edición México 1984
- [2] Circuitos Magnéticos y Transformadores, E. E. Staff del M.I.T., Editorial Reverte. Edición Madrid 1984.
- [3] Máquinas Eléctricas, Chapman Stephen, Ed. Mc Graw Hill interamericana, 2004.
- [4] Máquinas de Corriente Alterna, Lawrence Ralph, Ed. Hispanoamericana Edición 1999
- [5] Máquinas Eléctricas, Tomos I y II Konstensko, M.P. y Piotrovsky, L.M., Editorial MIR. Edición Moscú 1984
- [6] Prácticas de Laboratorio de máquinas eléctricas, J. Palacios Bregel, Paraninfo 2º Edición

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] Transformadores, Espinadel, E., Editorial nueva librería. Edición Bs.As. 1984
- [2] Máquinas Eléctricas, Marcelo Sobrevila, Librería y Editorial Alsina, 1ª Edición 2000
- [3] Problemas Resueltos de Máquinas Eléctricas, Guillermo Ortega Gomez, Thomson Internacional editores
- [4] [11] Apuntes de cátedra 2011

### XI - Resumen de Objetivos

El presente curso tiene el objetivo primordial de lograr en el alumno un conocimiento integral de las máquinas eléctricas. esto le permitirá afrontar trabajos de proyectos y ejecución de obras. además le permitirá ahondar, en el futuro, en alguno de las especialidades relacionadas con la asignatura.

### XII - Resumen del Programa

- 1- Características generales de las máquinas Eléctricas
- 2- Transformadores
- 3- Máquinas de corriente alterna asincrónicas
- 4- Máquinas de corriente alterna sincrónica
- 5- Máquinas de corriente continua

### XIII - Imprevistos

.

**XIV - Otros**

--