

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería	<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica	<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia			
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II		<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 1	<b>DE:</b> 6	
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)				<b>UNIDADES:</b> 5	
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

**PROPOSITO:**

Esta asignatura es parte del eje de formación en el área de máquinas eléctricas de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Para la opción Potencia representa la segunda de tres materias del área. Para la opción Industrial representa la segunda de cuatro materias del área, siendo requisito formal de la asignatura Accionamiento y Control de Motores Eléctricos (Código: 2318), por cuanto suministra los conocimientos base necesario a aplicar en dicha asignatura.

**OBJETIVOS GENERAL:**

Al término de esta asignatura los estudiantes deben ser capaces de determinar los modelos representativos y predeterminar el funcionamiento electromecánico de las máquinas eléctricas rotativas trabajando en régimen estacionario bajo diferentes configuraciones de alimentación y carga.

**OBJETIVOS TERMINALES:**

1. Estudiar el comportamiento de las máquinas eléctricas rotativas aplicando las leyes fundamentales del electromagnetismo.
2. Estudiar el comportamiento de la máquina de inducción trifásica en régimen estacionario.
3. Estudiar el comportamiento de la máquina sincrónica en régimen estacionario

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Estudiar el comportamiento de las máquinas eléctricas rotativas aplicando las leyes fundamentales del electromagnetismo.
2. Graficar la distribución de inducción resultante en el entre-hierro de una máquina eléctrica rotativa.
3. Deducir la expresión analítica de la distribución de inducción resultante en el entre-hierro de una máquina eléctrica rotativa.
4. Diferenciar entre un campo magnético pulsante y uno rotante.
5. Deducir la expresión analítica de la tensión inducida en un arrollado de una máquina eléctrica rotante.
6. Determinar la tensión inducida en el arrollado de una máquina eléctrica rotante.
7. Determinar el par mecánico que se produce entre dos arrollados de una máquina eléctrica rotante.
8. Definir el balance de pérdidas en una máquina eléctrica rotante.
9. Estudiar el comportamiento de la máquina de inducción trifásica en régimen estacionario.
  - 9.1 Definir las ecuaciones circuitales de la máquina de inducción y su diagrama fasorial.
  - 9.2 Determinar el modelo del circuito equivalente de la máquina de inducción.
  - 9.3 Determinar el modelo del diagrama circular de una máquina de inducción.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003	<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra</sup> .	<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994	<b>Último Período:</b>	
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda	<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul	<b>Director:</b> E. Tremamunno	<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994	<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II				<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 2 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)					<b>UNIDADES:</b> 5
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

- 9.4 Definir los parámetros que caracterizan la condición de operación (punto de operación) de la máquina de inducción.
- 9.5 Determinar el punto de operación de una máquina de inducción utilizando el modelo del circuito equivalente y diagrama circular, en aplicaciones como motor.
- 9.6 Determinar la condición de arranque de una máquina de inducción mediante conexión de resistencias externas en el arrollado del rotor.
- 9.7 Evaluar la estabilidad del punto de operación de una máquina de inducción.
- 9.8 Determinar la influencia de los cambios de la tensión y la frecuencia de la alimentación, en las condiciones de operación de la máquina de inducción.
- 9.9 Determinar el balance de pérdidas de la máquina de inducción.
- 9.10 Especificar las características de placa de un motor de inducción.

#### 10. Estudiar el comportamiento de la máquina sincrónica en régimen estacionario

- 10.1 Definir los tipos de máquinas sincrónica, conforme al tipo de rotor
- 10.2 Definir las ecuaciones circuitales de la máquina sincrónica de rotor liso y su diagrama fasorial
- 10.3 Definir el modelo circuital de la máquina sincrónica de rotor liso y polos salientes, a partir de los métodos de Benh Echemburg y Poitier
- 10.4 Discriminar la validez de los métodos de Benh Echemburg y Potier para establecer el modelo circuital de una máquina sincrónica de rotor liso y de polo salientes, respectivamente.
- 10.5 Determinar el punto de operación y el diagrama fasorial de una máquina sincrónica, utilizando un modelo circuital en aplicaciones de motor y generador.
- 10.6 Determinar un modelo circuital de una máquina sincrónica a partir de ensayos de laboratorios. Evaluar la estabilidad del punto de operación de una máquina sincrónica.
- 10.7 Definir el efecto de la saturación magnética en las máquinas sincrónicas de rotor liso.
- 10.8 Determinar el balance de pérdidas en la máquina sincrónica.
- 10.9 Determinar la influencia de los cambios de la tensión y la frecuencia de la alimentación, en las condiciones de operación de la máquina sincrónica.
- 10.10 Evaluar la estabilidad del punto de operación de una máquina sincrónica.

#### CONTENIDO:

##### A. PROGRAMA SINÓPTICO:

- Fundamentos de máquinas eléctricas rotativas.
- La máquina de inducción.
- La máquina sincrónica.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994		<b>Último Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul		<b>Director:</b> E. Tremamunno		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994		<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II				<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 3 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)					<b>UNIDADES:</b> 5
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

**B. PROGRAMA DETALLADO:**

**Tema 1: Fundamentos de Máquinas Eléctricas Rotativas.**

- Introducción al estudio de las máquinas eléctricas rotativas.
- La ley de inducción de Faraday.
- La ley circuital de Amperé.
- La ley de la fuerza.
- La fuerza magnetomotriz (FMM) alterna FMM de un arrollado trifásico simétrico, alimentado por un sistema trifásico balanceado de corrientes.
- Factores de arrollado.
- Factor de distribución.
- Factor de paso.
- Factor total.
- Ondas de inducción Magnética.
- Determinación del par mecánico.
- Tensión inducida en el arrollado.

**Tema 2: La Máquina Asincrónica.**

- Introducción.
- Principio de operación
- Desarrollo histórico.
- Aplicaciones
- Las ecuaciones circuitales de la máquina asincrónica.
- Circuito equivalente de la máquina asincrónica.
- Diagrama circular de la máquina asincrónica.
- Recta del deslizamiento.
- Potencia del campo rotante, potencia mecánica, pérdidas rotóricas.
- Recta del par.
- Diagrama circular simplificado de una máquina asincrónica.
- Consideraciones generales relacionadas con el modelo circuital de una máquina asincrónica.
- Características par-ángulo de carga de una máquina asincrónica.
- Deslizamiento para par máximo.
- Par máximo.
- Influencia de los parámetros del circuito equivalente en las características par-deslizamiento.
- Control del arranque y la velocidad insertando resistencias externas en serie con el arrollado del rotor.
- Punto nominal de operación.
- Estabilidad del punto de operación de la máquina asincrónica.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994		<b>Último Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul		<b>Director:</b> E. Tremamunno		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994		<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II				<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 4 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)					<b>UNIDADES:</b> 5
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

- Balance de pérdidas y rendimiento de la máquina asincrónica
- Consideraciones generales sobre los parámetros especificados en las placas características.

### **Tema 3: La Máquina Sincrónica.**

- Introducción
- Principio de operaciones.
- Desarrollo histórico.
- Tipos de Máquinas y sus campos de aplicación.
- Máquinas sincrónica de rotor liso.
- El arrollado de excitación.
- Circuito equivalente y diagrama fasorial.
- Modelo circuital según el método de Benh Echemburg
- Modelo circuital según el Método de Potier.
- Punto de operación.
- Características par-ángulo de carga.
- Balance de pérdidas y rendimiento.
- Influencia de los cambios de tensión y frecuencia en las condiciones de operación.
- Efecto de la saturación magnética.
- Corriente de cortocircuito permanente y relación de cortocircuito.
- La máquina sincrónica de polos salientes.
- Ecuaciones circuitales y diagrama fasorial.
- Características par-ángulo de carga.
- Circuito equivalente y diagrama fasorial.
- Modelo circuital según el método de Benh Echemburg
- Modelo circuital según el Método de Potier.
- Consideraciones generales sobre la validez del método de Potier para máquinas de polos salientes.
- Punto de operación.
- Características par-ángulo de carga.
- Balance de pérdidas y rendimiento.

### **C. PROGRAMA DE LABORATORIO:**

Esta asignatura no aplica laboratorio

### **D. REQUISITOS:**

#### **1. Formales:**

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994		<b>Último Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul		<b>Director:</b> E. Tremamunno		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994		<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II				<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 5 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)					<b>UNIDADES:</b> 5
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

Haber aprobado la siguiente asignatura:

- Máquinas Eléctricas I

**2. Académicos:**

Comprender lo que es un modelo matemático.  
 Dominar la teoría de circuitos eléctricos en corriente alterna.  
 Comprender la teoría básica del análisis de sistemas lineales.  
 Dominar la teoría de funcionamiento de transformadores trifásicos en régimen estacionario.  
 Comprender la teoría de los circuitos magnéticos.  
 Comprender la teoría básica del electromagnetismo.

**E. PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA:**

Incluye horas de clases teóricas, clases de práctica y evaluaciones:

<b>TEORIA</b>		<b>LABORATORIO</b>	
<b>TEMA</b>	<b>HORAS</b>	<b>TEMA</b>	<b>HORAS</b>
1	30		
2	25		
3	25		
<b>TOTALES:</b>		<b>80 horas</b>	

**F. HORAS DE CONTACTO:**

La asignatura comprende

52 horas de teoría.  
 16 horas de prácticas.  
 12 horas de evaluación.

Lo que permite una distribución semanal de:

4 horas de teoría  
 1 hora de práctica

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra.</sup>		<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994		<b>Último Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul		<b>Director:</b> E. Tremamunno		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994		<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994	

<b>FACULTAD:</b> Ingeniería		<b>ESCUELA:</b> Ingeniería Eléctrica		<b>DEPARTAMENTO:</b> Potencia	
<b>ASIGNATURA:</b> Máquinas Eléctricas II				<b>CÓDIGO:</b> 2316	<b>PAG.:</b> 6 <b>DE:</b> 6
<b>REQUISITOS:</b> Máquinas Eléctricas I (2315)					<b>UNIDADES:</b> 5
<b>H O R A S</b>					
<b>TEORÍA</b>	<b>PRÁCTICA</b>	<b>TRAB. SUPERV.</b>	<b>LABORATORIO</b>	<b>SEMINARIO</b>	<b>TOTALES DE ESTUDIO</b>
4	1				

### G.PLAN DE EVALUACIÓN:

La evaluación de los participantes será con base a los siguientes instrumentos:

- 1.- Asistencia y participación en clase.
- 2.- Evaluaciones cortas o tareas escritas, sobre objetivos específicos, cada una calificada en base a 20 puntos.
- 3.- Tres (3) pruebas de conocimientos parciales, escritas; cada una calificada en base a 20 puntos.

El contenido a evaluar y el valor porcentual de cada instrumento, dentro de la nota definitiva, será:

#### TEORIA

<b>Instrumento</b>	<b>Contenido a Evaluar</b>	<b>Valor Porcentual</b>
Asistencia y participación en clase		10%
Evaluaciones Cortas o Tareas	Tema bajo estudio	15%
1 <sup>er</sup> Examen parcial o Seminario	Tema 1	25%
2 <sup>do</sup> Examen parcial o Seminario	Tema 2	25%
3 <sup>er</sup> Examen parcial (3 <sup>er</sup> )	Tema 2	25%
<b>NOTA DEFINITIVA:</b>		100%

### H. BIBLIOGRAFÍA:

#### • Texto Básico:

B.GIESSEL y R. HERNÁNDEZ – “Introducción al Estudio de las Máquinas Rotativas Convencionales”; U.C.V., 1977.

#### • Textos de Consulta:

LANGSDOF A.S.- “Theory of alternating Current Machinery”- Mc Hill Editors, 1975.

KOSTENKO M. - “Máquinas Eléctricas. Tomo II” - M.I.R. Publicaciones, 1968.

Mc PHERSON G., “An Intoduction to electrical machines and transformers” – John Willey & Sons Editions, 1990.

<b>Fecha Emisión:</b> Enero 2003		<b>Nro. Emisión:</b> 3 <sup>ra</sup> .		<b>Período Vigente:</b> Mayo/1994		<b>Ultimo Período:</b>			
<b>Profesor:</b> Alexander Cepeda		<b>Jefe Dpto.:</b> Celso Fortoul		<b>Director:</b> E. Tremamunno		<b>Aprob. Cons. Escuela:</b> Mayo/1994		<b>Aprob. Cons. Facultad:</b> Mayo/1994	