



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

PROPÓSITO

Esta asignatura se encuentra asociada a la formación del estudiante en las opciones de potencia e industrial. Para las dos opciones esta asignatura es la primera de varias que conforman la secuencia de lo que puede considerarse como uno de los ejes de la carrera de ingeniería eléctrica, cuyo propósito es proporcionar los fundamentos de los estudios básicos en las máquinas eléctricas. Aquí se presenta lo referente a circuitos magnéticos, transformadores y máquinas de corriente continua.

OBJETIVO GENERAL

Al término de esta asignatura los estudiantes deben ser capaces de analizar el comportamiento de los transformadores y las máquinas eléctricas de corriente continua (CC) en régimen estacionario.

OBJETIVOS TERMINALES

- 1- Aplicar las leyes fundamentales del electromagnetismo para describir el comportamiento de las variables eléctricas en los circuitos magnéticos.
- 2- Utilizar las leyes fundamentales del electromagnetismo para describir el comportamiento de los transformadores.
- 3- Estudiar el comportamiento de las máquinas eléctricas rotativas convencionales de corriente continua en régimen estacionario.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Emplear las leyes fundamentales del electromagnetismo para describir el comportamiento de las variables eléctricas en los circuitos magnéticos.**
 - 1.1- Conocer las características de los circuitos magnéticos.
 - 1.2- Determinar los valores del flujo magnético.
 - 1.3- Estudiar el circuito eléctrico equivalente de un circuito magnético.
 - 1.4- Determinar las características de los materiales ferromagnéticos.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

- 1.5- Calcular la corriente de excitación de un circuito magnético.
- 1.6- Conocer las características de las pérdidas en el núcleo magnético.

2- Aplicar las leyes fundamentales del electromagnetismo para describir el comportamiento de los transformadores.

- 2.1- Deducir las ecuaciones circuitales del transformador monofásico.
- 2.2- Determinar el circuito equivalente del transformador monofásico.
- 2.3- Calcular los parámetros del transformador monofásico utilizando ensayos de laboratorio.
- 2.4- Determinar la eficiencia y la regulación en un transformador.
- 2.5- Estudiar el autotransformador.
- 2.6- Analizar las características de los núcleos trifásicos.
- 2.7- Analizar las distintas conexiones de los transformadores trifásicos en los sistemas de potencia.

3- Estudiar el comportamiento de las máquinas eléctricas rotativas convencionales de corriente continua (CC) en régimen estacionario.

- 3.1- Conocer el comportamiento de una máquina de corriente continua en régimen estacionario.
- 3.2- Determinar las condiciones de operación de un generador de CC utilizando el circuito equivalente.
- 3.3- Determinar las condiciones de operación de un motor de CC utilizando el circuito equivalente.
- 3.4- Analizar las características de arranque de un motor de corriente continua.
- 3.5- Identificar los diversos métodos utilizados en el control de la velocidad de un motor de CC.

CONTENIDO

PROGRAMA SINÓPTICO

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

Teoría

Fundamentos de los circuitos magnéticos. El transformador monofásico. El autotransformador. El transformador trifásico. Máquina de corriente continua.

Laboratorio

Discusión entorno a las características de los instrumentos de medición y el error. Estudio de los circuitos magnéticos. Estudio del transformador monofásico y trifásico.

PROGRAMA DETALLADO

Conceptos y magnitudes fundamentales en magnetismo.

- Introducción al estudio del magnetismo. Campo magnético. Flujo magnético.
- Densidad de Flujo ó inducción magnética. Diferencia de potencial magnético.
- Permeabilidad magnética. La ley de Ampere.
- Fuerza magnetomotriz. Caída de potencia magnético en un circuito.

Circuitos Magnéticos en corriente continua.

- Concepto de circuitos magnéticos.
- Analogías entre circuitos eléctricos y magnéticos. Conductores magnéticos y analogía con conductores eléctricos.
- Circuitos magnéticos con materiales lineales. Reluctancia. Ley de Ohm de los circuitos magnéticos. Circuito eléctrico equivalente de un circuito magnético.
- Materiales ferromagnéticos en CC Curva de magnetización. Circuitos magnéticos en CC con materiales ferromagnéticos. Fuerzas: Electroimán, fuerza sobre un conductor.

Circuitos Magnéticos en Corriente Alterna (CA).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

- Materiales ferromagnéticos excitados con corriente alterna: remanencia, fuerza coercitiva, lazo de histéresis, curva normal. Circuitos magnéticos con imanes permanentes: factor de fuga total, analogía con fuentes de corrientes.
- La Ley de Faraday. Enlaces de Flujo. Inductancia estática y dinámica. Reactores saturables.
- Pérdidas en el hierro. Pérdidas por corrientes parásitas. Pérdidas por histéresis. Curvas de pérdidas unitarias.
- Corriente de Excitación. Componentes activa y de magnetización de la corriente de excitación. Curvas de potencia de excitación unitaria. Modelo del reactor con núcleo de hierro.

Transformador monofásico de potencia.

- Introducción. Principio de operación. Desarrollo histórico. Aplicaciones.
- Las ecuaciones circuitales del transformador de potencia.
- Circuito equivalente del transformador de potencia. Modelo del transformador.
- Ensayos del transformador monofásico: ensayo de vacío, ensayo de cortocircuito.
- Tensión relativa de cortocircuito (U_{cc} , U_k , U_r). Punto nominal de operación.
- Caída de tensión. Regulación. Eficiencia y máxima eficiencia.
- El autotransformador. Corriente de energización (“inrush”).

Transformador trifásico de potencia.

- Introducción. Principio de operación. Desarrollo histórico.
- Aplicaciones. Conexiones trifásicas. Grupos de conexión: el diagrama de reloj.
- Núcleo trifásico. Modelo de transformador trifásico.
- Ensayos del transformador trifásico.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

- Utilización de las distintas conexiones de los transformadores trifásicas en los sistemas de potencia. Conexiones en paralelo.

La máquina de corriente continua.

- Introducción. Principio de operaciones.
- Desarrollo histórico. Aplicaciones.
- Partes de una máquina moderna de CC. Conversión de CA a CC por medio del colector.
- Ecuación de tensión inducida en una máquina primitiva. Ecuación de tensión inducida. Concepto de circuitos en paralelo en la armadura.
- Definición de los parámetros nominales de la máquina de CC.
- Tipos de arrollados de armadura. Devanados ondulados e imbricados.
- Circuito magnético de la máquina de C.C. Distribución en vacío de la inducción magnética en el entrehierro. Curva de magnetización de una máquina de CC.
- La reacción de armadura, efecto sobre la tensión inducida. Concepto de línea neutra en vacío. Corrimiento de la línea neutra por causa de la reacción de armadura. Función del arrollado en compensación.
- Introducción al proceso de conmutación. Finalidad de los polos de conmutación.
- Ecuaciones circuitales de la máquina de CC. Cuantificación del efecto de reacción de armadura.
- Principio de reversibilidad de las máquinas eléctricas rotativas.
- Dedución de la ecuación de torque electromagnético en las máquinas de CC. Relación entre la potencia del entrehierro y el torque electromagnético. Pérdidas y rendimiento.

La máquina de corriente continua como generador.

- Introducción. Principio de operaciones.
- Tipos de generadores de CC (generador autoexcitado, shunt, compuesto, serie).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

- Características de los mismos. El arrollado serie: finalidad, cuantificación de su efecto en la máquina de CC. Balance de potencia en cada conexión.

La Máquina de corriente continua como motor.

- Introducción. Principio de operaciones.
- Tipos de motores de CC. (serie, shunt, compuesto). Características. Balance de potencia en cada conexión.
- Métodos de arranque de los motores.
- Métodos de control de velocidad de los motores.

PROGRAMA DE LABORATORIO

Instrumentos de Medición y errores de medición. Circuitos Magnéticos y Ciclo de Histéresis. Circuito Magnético de un Contactor .

- Medición de ondas de formas senoidales o senoidales rectificadas.
- Medición de ondas de formas no senoidales.
- Estudio de un circuito magnético.
- Medición del Ciclo de Histéresis.
- Estudio del circuito magnético de un contactor.

Transformador Monofásico.

- Determinación de los parámetros del circuito equivalente del transformador utilizando las pruebas en vacío y en cortocircuito.
- Analizar el comportamiento del transformador bajo carga.
- Observar el comportamiento del transformador bajo carga no lineales.

Transformador Monofásico en paralelo y rendimiento.

- Analizar la conexión de dos transformadores monofásicos en paralelo
- Observar el comportamiento del rendimiento de un transformador.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

Transformador Trifásico.

- Analizar la importancia de la conexión del neutro en el estudio de la conexión YY
- Determinar las características de la corriente por el neutro.

REQUISITOS

Formales

Para el ingreso a la asignatura deben haber sido aprobadas las siguientes asignaturas:

- Redes Eléctricas III
- Teoría Electromagnética
- Laboratorio de Ingeniería Eléctrica I

Máquinas Eléctricas I es requisito formal para las asignaturas siguientes en la carrera: Máquinas Eléctricas II y Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Académicos

- Entender lo que es un modelo matemático.
- Dominar la teoría de circuitos eléctricos en corriente alterna.
- Entender la teoría básica del análisis de sistemas lineales.
- Conocer la teoría de los circuitos magnéticos.
- Conocer la teoría básica del electromagnetismo.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

El tiempo total destinado a esta asignatura se distribuirá de la siguiente manera:

TEORÍA		LABORATORIO		PRACTICA	
TEMA	HORAS	TEMA	HORAS	TEMA	HORAS
1	04	1	06	1	04
2	08	2	06	2	04
3	08	3	04	3	04
4	12	4	12	4	04
5	06			5	04
6	04			6	04
7	04			7	04
8	10			8	04
TOTALES	56		28		32

HORAS DE CONTACTO

La asignatura comprende:

- 56 horas de teoría.
- 32 horas de prácticas
- 26 horas de laboratorio
- 06 horas de evaluación

Lo que permite una distribución semanal de:

- 4 horas de teoría.
- 2 horas de prácticas.
- 2 horas de laboratorio.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

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.
- 3.- Pruebas de conocimientos parciales escritas.
- 4.- Seminarios.
- 5.- Prácticas de laboratorio.

Teoría

Se evalúa a través de la realización de tres instrumentos (exámenes parciales escritos y/o seminarios). Los exámenes parciales deben contener problemas donde se pide al estudiante demostrar que es capaz de expresar alguna de las muestras de conducta aceptables como evidencia de haber alcanzado los objetivos generales. Se considerará la aplicación de pruebas cortas o la asignación de tareas, como complemento de la evaluación teórica.

Cada examen se califica en la escala de cero a veinte puntos, la nota de teoría (si no se asignan seminarios) será el promedio aritmético de las notas de los exámenes parciales. En el caso de los seminarios cada uno se califica en la escala de cero a veinte puntos y se tomará el promedio aritmético de las notas considerando los exámenes parciales realizados.

Laboratorio

El laboratorio contempla cuatro prácticas, que comprenden los siguientes temas: circuitos magnéticos, transformador monofásico, transformador monofásico en paralelo y rendimiento, y transformador trifásico. Antes de cada práctica el estudiante debe realizar el prelaboratorio o preinforme de la misma, como parte de la preparación de los ensayos a implementar en el laboratorio.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

Después de cada práctica, el estudiante debe entregar un informe que incluye todas las mediciones realizadas y el método utilizado para determinar los parámetros de la máquina bajo ensayo.

Se realizará dos o más exámenes escritos y uno práctico. La nota del laboratorio será el promedio ponderado de la nota promedio de los informes, la nota promedio de los exámenes y la nota del examen práctico con pesos de 0.4, 0.4 y 0.2 respectivamente.

La asistencia a clase es considerada primordial por lo que será incluida en la evaluación e indicada en los cronogramas semestrales de la asignatura, (tanto en la parte teórica, práctica y de laboratorio).

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

TEORÍA

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Instrumento 1	Temas 1, 2 y 3	18%
Instrumento 2	Temas 4 y 5	18%
Instrumento 3	Temas 6, 7 y 8	18%
Quices, Tareas y Práctica	Tema en tratamiento	06%
SUBTOTAL DE TEORÍA:		60%

LABORATORIO.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE POTENCIA



ASIGNATURA: Máquinas Eléctricas I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2315	UNIDADES: 6			REQUISITOS: 2109, 2124, 2112			
HORAS/SEMANA:	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 2	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 8	SEMESTRE: 8 ^{vo}

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Práctica N° 1	Tema 1	4%
Práctica N° 2	Tema 2	4%
Práctica N° 3	Tema 3	4%
Práctica N° 4	Tema 4	4%
Controles	Tema en tratamiento	24%

SUBTOTAL DE LABORATORIO: 40%

NOTA DEFINITIVA EN FINAL (NDF): Una vez que se hayan evaluado separadamente los aspectos teóricos (NT) y de laboratorio (NL), conforme a lo descrito en los puntos anteriores, la calificación definitiva en final, con fines de promoción, será con base a lo indicado a continuación:

- Si $NL \geq 10$ y $NT \geq 10$, el $NDF = 60\% \times NT + 40\% \times NL$. El inscrito está aprobado.
- Si $NL \geq 10$ y $NT < 10$, entonces $NDF = NT$. El inscrito tendrá la opción de presentar el correspondiente examen de reparación.
- Si $NL < 10$, entonces $NDF = NL$. El inscrito está reprobado y sin derecho a reparación

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE: HASTA:	HOJA /
--	---	---	------------------

