

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

MÁQUINAS ELÉCTRICAS II		1889	8° ó 9°	11
Asignatura		Clave	Semestre	Créditos
Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Eléctrica de Potencia	Ingeniería Eléctrica Electrónica		
División	Departamento	Carrera en que se imparte		
Asignatura:		Horas:		Total (horas):
Obligatoria	☐	Teóricas	4.5	Semana 6.5
Optativa de elección	☒	Prácticas	2.0	16 Semanas 104.0

Modalidad: Curso, laboratorio

Aprobado:
Consejo Técnico de la Facultad

Fecha:
25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

Consejo Académico del Área de las Ciencias
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

11 de agosto de 2005

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna.

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna.

Objetivo(s) del curso:

El alumno analizará cualitativa y cuantitativamente el funcionamiento de las máquinas eléctricas: transformadores de potencia y distribución, motores y condensadores síncronos, tanto en su diseño como en su operación, controles de velocidad en motores y generadores de C.A. y C.D. Será capaz de analizar las normas vigentes y su aplicación; así mismo, proyectar su instalación y operación.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Transformadores de distribución	8.0
2.	Transformadores de potencia	10.0
3.	El generador síncrono	10.0
4.	Operación de generadores síncronos en estado estable.	6.0
5.	Motores y condensadores síncronos y su operación	10.0
6.	Motores de corriente directa.	8.0
7.	Generadores de corriente directa.	8.0
8.	Introducción a los dispositivos semiconductores y su aplicación a las máquinas eléctricas.	6.0
9.	Control de velocidad de motores de C.D.	6.0
		72.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	104.0



1. Transformadores de Distribución

Objetivo: El alumno conocerá las características de construcción, operación e instalación de los transformadores de distribución.

Contenido:

- 1.1 Conexiones y funcionamiento de los transformadores:
 - 1.1.1 Polaridad
 - 1.1.2 Conexiones de los transformadores en circuitos monofásicos
 - 1.1.3 División de la carga entre transformadores en paralelo
 - 1.1.4 Transformadores monofásicos en circuitos bifásicos
 - 1.1.5 Tres transformadores en circuitos trifásicos
 - 1.1.6 Características de funcionamiento de la conexión Y-Y
 - 1.1.7 La conexión en Δ abierta o en V
 - 1.1.8 Funcionamiento en paralelo de transformadores conectados en Δ abierta y cerrada
 - 1.1.9 Características de funcionamiento de las conexiones Δ -Y e Y- Δ
 - 1.1.10 Funcionamiento en paralelo de conexiones en Y-Y, Δ - Δ , Δ -Y y Y- Δ
 - 1.1.11 Conexión en T en los sistemas trifásicos
 - 1.1.12 Protección de transformadores de distribución
 - 1.1.13 El autotransformador
 - 1.1.14 Cálculo de pérdidas y su optimización
 - 1.1.15 Normas de diseño, pruebas y puesta en servicio

2 Transformadores de Potencia

Objetivo: El alumno conocerá las características de construcción, operación e instalación de los transformadores de potencia.

Contenido:

- 2.1 Introducción a los transformadores de potencia
- 2.2 Tipos de transformadores de potencia
- 2.3 Tipos de aislamiento
- 2.4 Curvas teóricas de calentamiento y refrigeración
- 2.5 Tipos de refrigeración en los transformadores de potencia
- 2.6 Elevación de temperatura debida a cortos circuitos. Esfuerzos mecánicos.
- 2.7 Conexiones de bancos de transformadores monofásicos y trifásicos.
- 2.8 Cálculo de pérdidas y su optimización
- 2.9 Normas de diseño, pruebas y puesta en servicio

3 El generador síncrono

Objetivo: El alumno conocerá la estructura de la máquina síncrona con sus variantes y auxiliares, así como los distintos sistemas de excitación y control de campo. Interpretará las formulas, los diagramas de representación y los significados de los parámetros de las máquinas síncronas.

Contenido:

- 3.1 Tipos de rotores
- 3.2 Sistemas de excitación
- 3.3 Devanado de estator y rotor.



- 3.4 Cálculo del factor de paso.
- 3.5 Cálculo del factor de distribución.
- 3.6 Velocidad síncrona.
- 3.7 Flujo rotatorio de reacción de armadura.
- 3.8 Pruebas a generadores, curva de saturación y prueba de corto circuito.
- 3.9 Diagrama fasorial.
- 3.10 Relación de corto circuito y reactancia síncrona.
- 3.11 Operación con carga resistiva y su diagrama fasorial.
- 3.12 Operación con carga inductiva y su diagrama fasorial.
- 3.13 Operación con carga capacitiva y su diagrama fasorial.
- 3.14 Prueba de excitación y de F.P.=0 para obtención de la reactancia de dispersión por el método del Triangulo de Potier.
- 3.15 Diagrama fasorial con la reactancia síncrona.
- 3.16 Límite de estabilidad estática del generador.
- 3.17 Diagramas circulares y la construcción de la curva de capacidad de un generador.
- 3.18 Reactancias del generador en corto circuito trifásico.
- 3.19 Sistemas de regulación de voltaje.
- 3.20 Diagrama fasorial.

4 Operación de generadores síncronos en estado estable

Objetivo: El alumno conocerá el comportamiento del generador síncrono en estado estable, bajo diferentes condiciones de carga y excitación.

Contenido:

- 4.1 Operación de generadores.
 - 4.1.1 Características de circuito abierto y corto circuito.
 - 4.1.2 Análisis de comportamiento bajo diferentes condiciones de carga.
 - 4.1.3 Diagrama de Potier
 - 4.1.4 Teoría de las dos reactancias. Teoría de Blondel
 - 4.1.5 Ángulo de potencia
 - 4.1.6 Diagramas de Capacidad
 - 4.1.7 Operación en paralelo
- 4.2 Especificaciones y normas

5 Operación de motores y condensadores síncronos

Objetivo: El alumno analizará el comportamiento de los motores síncronos bajo diferentes condiciones de carga y excitación, así como el empleo de condensadores síncronos para corregir el factor de potencia.

Contenido:

- 5.1 Motores síncronos.
 - 5.1.1 Principios de operación
 - 5.1.2 Arranque
 - 5.1.3 Diagrama fasorial
 - 5.1.4 Curvas "V".
 - 5.1.5 Análisis de comportamiento bajo diferentes condiciones de carga.
- 5.2 Condensadores síncronos.
 - 5.2.1 Control de tensión y de factor de potencia.



5.2.2 Arranque

6 Motores de corriente directa

Objetivo: El alumno conocerá y analizará el comportamiento de las variables de operación de los distintos tipos de motores bajo diversas condiciones de carga.

Contenido:

- 6.1 Respuesta de motores.
 - 6.1.1 Aplicación a cada tipo de motor
 - 6.1.2 Curvas de respuestas de motores
 - 6.1.3 Par mecánico entregado por el motor
- 6.2 Control de respuesta y protección de motores
 - 6.2.1 Corriente de arranque de motores
 - 6.2.2 Arrancadores. Tipos y especificaciones
 - 6.2.3 Protección de motores.
 - 6.2.4 Control de velocidad. Sistemas electrónicos equivalentes.
 - 6.2.5 Especificaciones, normalización y criterios de selección

7 Generadores de Corriente Directa

Objetivo: El alumno analizará los fundamentos de diseño y operación de los generadores de C.D.

Contenido:

- 7.1 Generador de C.D. en derivación con excitación independiente
 - 7.1.1 En vacío
 - 7.1.2 Plena carga
 - 7.1.3 Curva de saturación
 - 7.1.4 Curva del voltaje de la armadura en función de la corriente de armadura
 - 7.1.5 Normas y especificaciones Condensadores síncronos.
- 7.2 Generador de C.D. en derivación con autoexcitación
 - 7.2.1 En vacío
 - 7.2.2 Plena carga
 - 7.2.3 Curva de saturación
 - 7.2.4 Curva del voltaje de la armadura en función de la corriente de armadura
 - 7.2.5 Normas y especificaciones
- 7.3 Generador de C.D. compuesto
 - 7.3.1 En vacío
 - 7.3.2 Plena carga
 - 7.3.3 Curva de saturación
 - 7.3.4 Curva del voltaje de la armadura en función de la corriente de armadura
 - 7.3.5 Normas y especificaciones Condensadores síncronos.
- 7.4 Generador de C.D. en serie
 - 7.4.1 En vacío
 - 7.4.2 Plena carga
 - 7.4.3 Curva de saturación
 - 7.4.4 Curva del voltaje de la armadura en función de la corriente de armadura
 - 7.4.5 Normas y especificaciones.



8 Introducción a los dispositivos semiconductores y su aplicación a las máquinas eléctricas.

Objetivo: El alumno conocerá los principios de los dispositivos semiconductores y su aplicación a las máquinas eléctricas.

Contenido:

- 8.1 Introducción a los semiconductores
- 8.2 Aplicación de los componentes semiconductores a las máquinas
- 8.3 Características dinámicas y modelos de rectificadores y troceadores
- 8.4 Parámetros y rango de los componentes en estado sólido

9 Controladores de velocidad de motores de C.D.

Objetivo: El alumno conocerá y analizará los requerimientos para el control de velocidad de motores de C.D.

Contenido:

- 9.1 Controladores Lógicos Programables
 - 9.1.1 Principios de operación
 - 9.1.2 Diagramas de escalera
 - 9.1.3 Monitoreo y control de motores de C.D.
- 9.2 Controladores de velocidad de motores de C.D.

Bibliografía básica:

Temas para los que se recomienda:

Mohamed E. El-Hawary
*Principles of electric Machines with
 Power electronic Applications*
 Halifax, Nova Scotia, Canada.
 Prentice Hall. 1986

Todos

KOSOW Irving L.
Control of Electric Machines
 U.S.A.
 Prentice Hall. 1973

Todos

LANGSDORF, A.S.
Teoría de las Máquinas de C.A.
 México
 Mc Graw Hill. 1967

Todos

MATSCH, L.W.
Máquinas electromagnéticas y Electromecánicas
 México
 Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1972

Todos

MÁQUINAS ELÉCTRICAS II

(6 / 6)



A.F. Puchstein
Alternating –Current Machines
New York.
John Wiley & Sons. 1964

Todos

P.C. Sen,
Principles of electric machines and Power electronics
John Wiley & Sons, 2nd, Edition, 1997

Todos

Pérez Amador Víctor.
Generadores, motores y transformadores
UNAM México, 1994

Todos

CHAPMAN,S.J.
Máquinas Eléctricas
México, Prentice Hall.1998

Todos

FITZGERALD, Kingley y kusko
Electrical Machinery
México, Mc Graw Hill. 2004

Todos

Sugerencias didácticas:

Exposición oral
Exposición audiovisual
Ejercicios dentro de clase
Ejercicios fuera del aula
Seminarios

X
X
X
X

Lecturas obligatorias
Trabajos de investigación
Prácticas de taller o laboratorio
Prácticas de campo
Otras

X
X
X

Forma de evaluar:

Exámenes parciales
Exámenes finales
Trabajos y tareas fuera del aula

X
X
X

Participación en clase
Asistencias a prácticas
Otras

X
X

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

El profesor que imparta esta asignatura deberá tener conocimientos de: teoría electromagnética, circuitos eléctricos, máquinas eléctricas, electrónica digital y computación. Asimismo deberá tener amplia experiencia en la aplicación, instalación y selección de máquinas eléctricas.