



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

Electrotecnia y Máquinas Eléctricas

Código 6405

Código:

Carrera: *Ingeniería Industrial*
Escuela: *Ingeniería Industrial*
Departamento: *Electrotecnia*

Plan: *247-05*
Carga Horaria: *120*
Semestre: *Cuarto*
Carácter: *Obligatoria*
Bloque: *Tecnologías Básicas*

Puntos: *4.5*
Hs. Semanales: *7.5*
Año: *Segundo*

Objetivos:

Proporcionar los conocimientos básicos de electrotecnia, sus leyes fundamentales. El comportamiento de los parámetros eléctricos en corriente continua y alternada. Describir las máquinas eléctricas clásicas, sus principios de funcionamiento, diagramas vectoriales y curvas características y evaluar sus performances. Selección de máquinas.

Programa Sintético:

- 1. Parámetros de circuitos. Circuitos de corriente continua. Leyes de Kirchoff.*
- 2. Generación trifásica y campos rotantes. Circuitos con cargas reales. Estado transitorio y resonancia*
- 3. Circuitos polifásicos, trifásicos y magnéticos.*
- 4. Transformadores y autotransformadores.*
- 5. Motores de corriente continua.*
- 6. Motores de corriente alternada.*
- 7. Rectificadores.*
- 8. Selección de máquinas eléctricas, circuitos y aparatos de comando. Ensayos de recepción.*

7

Programa Analítico: de foja 2 a foja 7

Programa Combinado de Examen (sí corresponde): de foja a foja.

Bibliografía: de foja 8 a foja 8

Correlativas Obligatorias:

Física II

Correlativas Aconsejadas:

Rige: / Modificado

Aprobado HCD, Res.:

Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:

Fecha:

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

La asignatura se divide en tres partes bien definidas comenzando con la teoría y práctica de los circuitos eléctricos recorridos por corriente continua, abarcando desde lo más elemental para finalizar con los circuitos transitorios de primer y segundo orden. La segunda parte se refiere a los circuitos recorridos por corriente alternada, monofásica y trifásica, en esta sección se analizan facturas de grandes clientes industriales individualizando y valuando los diversos conceptos que la componen. Antes de comenzar con el estudio de la corriente alternada es necesario revisar todo lo concerniente a operaciones con números complejos. Finalmente en la tercera parte se estudian las máquinas eléctricas más comunes y en la profundidad compatible con el perfil del ingeniero industrial.

Es de gran importancia el conocimiento de los fundamentos de la electrotecnia y de las máquinas eléctricas para un ingeniero industrial por el enorme protagonismo que la energía eléctrica posee dentro de la mayoría de las plantas industriales y por su importante incidencia en los costos finales de los productos industriales

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

El proceso enseñanza aprendizaje consiste en la exposición del aspecto teórico de cada tema por parte del profesor y a continuación la resolución de problemas, especialmente seleccionados, con el objeto de completar los conceptos generando el intercambio alumno profesor, de manera que surjan las dudas y se resuelvan inmediatamente. El proceso se completa con ocho trabajos prácticos de laboratorio que abarcan las tres partes que componen el contenido de la asignatura.

EVALUACION

Al finalizar la unidad uno se toma el examen parcial número uno, al finalizar la unidad tres se toma el segundo examen parcial y al finalizar el programa se rinde un coloquio sobre las máquinas eléctricas.

Cada examen parcial consiste en resolver cuatro problemas similares a los vistos en clase y además responder a un grupo de seis preguntas teóricas conceptuales, tomadas de un conjunto de veinticuatro previamente conocidas por los alumnos. Aprobando cada examen parcial con un mínimo de 7 (siete) y aprobando el coloquio, el alumno promociona la asignatura. Ambos exámenes parciales poseen recuperación cuando la calificación es menor a 7 (siete). El alumno queda en condición de regular cuando las calificaciones de los exámenes parciales se encuentren dentro de la banda igual o mayor a 4 (cuatro) y menor de 7 (siete). El examen en condición de alumno regular consiste en resolver dos ejercicios, uno de cada examen parcial, y el coloquio sobre máquinas eléctricas. Los alumnos que no logren la condición de regular pueden rendir en condición de libre, este examen consiste en la resolución de dos problemas de cada examen parcial, el coloquio de máquinas eléctricas y además responder preguntas relativas a los trabajos prácticos de laboratorio.

CONTENIDOS TEMÁTICOS

Unidad 1: Parámetros de circuitos. Circuitos de corriente continua. Leyes de Kircchoff.

a) Variables de circuitos

- Circuitos eléctricos. Introducción al análisis de circuitos.
- Carga eléctrica, tensión y corriente.
- Elemento básico ideal de circuito.
- Potencia y energía. Problemas

b) Elementos de circuitos

- Fuentes de tensión y de corriente. Fuentes ideales y reales Agrupamiento de fuentes.
- Resistencia eléctrica, ejemplos de uso práctico. Ley de Ohm. Conductancia. Potencia disipada. Agrupamiento de resistencias. Unidades y ejercicios de aplicación.
- Leyes de Kirchhoff. Problemas.

c) Circuitos resistivos simples

- Circuito divisor de tensión.
- Circuito divisor de corriente.
- Instrumentos de medición, mecanismo del galvanómetro. El circuito amperométrico, el circuito voltimétrico y el circuito ohmímetro.
- Circuitos equivalentes estrella-triángulo o Pi – T. Ejercicios de aplicación.

d) Técnicas de análisis de circuitos

- Método de los potenciales de nudos. Ejercicios.
- Método de las corrientes de mallas. Ejercicios. Comparación entre los dos métodos.
- Transformación de fuentes de tensión a fuente de corriente y viceversa.
- Circuitos equivalentes de Thevenin y de Norton. Ejercicios.
- Teorema de la máxima transferencia de potencia.
- Principio de superposición. Ejercicios.

e) Inductancia y capacidad.

- El inductor, comportamiento eléctrico en c.c. Ejemplos de uso práctico
- El capacitor, comportamiento eléctrico en c.c. Ejemplos de uso práctico
- Agrupamiento serie y paralelo de inductores y capacitores.
- Unidades y ejercicios de aplicación.

Unidad 2: Generación trifásica y campos rotantes. Circuitos con cargas reales. Estado transitorio y resonancia.

a) Respuesta de circuitos RL, RC y RLC

- La respuesta natural de los circuitos RL y RC. Problemas.

- La respuesta forzada a una señal escalón de los circuitos RL y RC.
- Solución general para la respuesta natural y forzada a un escalón para RL y RC.
- Respuesta natural de circuitos RLC paralelo. Ecuación característica.
- Tipos de respuesta natural de los circuitos RLC paralelo. Sobre amortiguada, sub amortiguada y con amortiguamiento crítico.
- La respuesta forzada a un escalón de un circuito RLC en paralelo.
- La respuesta natural y forzada a un escalón de un circuito RLC serie.
- Problemas de aplicación.

b) Corriente alternada. Análisis del estado estacionario senoidal.

- La fuente senoidal. Representación de las señales senoidales en función del tiempo. Conceptos de valor máximo, período, frecuencia, pulsación y valor eficaz de una señal alternada.
- Representación fasorial de magnitudes eléctricas alternadas senoidales.
- Los elementos pasivos de circuitos R, L y C en la representación fasorial.
- Conceptos de reactancia, impedancia, susceptancia y admitancia
- Transformaciones de fuentes y circuitos equivalentes de Thevenin y de Norton.
- Leyes de Kirchhoff en la representación fasorial
- Simplificación de circuitos mediante agrupamiento serie, paralelo y transformaciones estrella-triángulo de impedancias.
- Los métodos de los potenciales de nudos y el de las corrientes de mallas en función de la representación fasorial. Diagramas fasoriales de las magnitudes eléctricas.
- Respuesta en frecuencia de la impedancia y de la admitancia, en módulo y fase.
- Circuitos resonantes serie y paralelo, características y aplicaciones.
- Ejercicios de aplicación.

c) Potencia eléctrica en estado estacionario senoidal

- Potencia activa, reactiva y aparente. El factor de potencia.
- El valor eficaz y los cálculos de la potencia.
- Potencia compleja.
- Cálculos de potencia. Ejercicios de aplicación.

Unidad 3: Circuitos polifásicos, trifásicos y magnéticos

a) Sistemas trifásicos

- Tensiones trifásicas equilibradas. Secuencia de fases.
- Fuentes de tensiones trifásicas. Estrella y triángulo.
- Impedancias de carga conectadas en triángulo y en estrella, determinación de las corrientes de líneas.
- Estudio del circuito trifásico equilibrado sobre una fase. Representación unifilar del circuito trifásico equilibrado.
- Cálculos de la potencia en circuitos trifásicos equilibrados.
- Corrección del factor de potencia. Ejemplo práctico del cálculo de la capacidad de los condensadores necesarios para la corrección solicitada.

b) Circuitos magnéticos

- Materiales magnéticos: concepto, características y aplicaciones.
- Ley de Hopkinson del circuito magnético.
- Fenómenos asociados a las pérdidas en los materiales magnéticos.
- Determinación práctica de las pérdidas magnéticas y de la potencia de magnetización de un núcleo sobre la base de curvas específicas.

Unidad 4: Transformadores y autotransformadores

- Transformadores: definición, principio de funcionamiento y empleo.
- El transformador ideal, condiciones que debe cumplir.
- El transformador real, circuito equivalente.
- El circuito equivalente referido a uno de sus lados. Circuito equivalente aproximado. Diagrama vectorial.
- Determinación de los parámetros del circuito equivalente mediante ensayos.
- Rendimiento y coeficiente de regulación.
- Núcleos trifásicos, acorazados y a columnas, características constructivas y aplicaciones.
- Conexiones trifásicas de transformadores. Defasajes entre las tensiones primarias y secundarias de acuerdo al grupo de conexión.
- Paralelo de transformadores trifásicos, condiciones que deben cumplir.
- Autotransformadores, características constructivas, ventajas e inconvenientes frente al transformador.
- Transformadores de medición, funciones que cumplen los transformadores de tensión y de corriente.

Unidad 5: Motores de corriente continua.

- Balance energético en la conversión de la energía eléctrica a mecánica. Función del campo magnético en el proceso. Pérdidas asociadas.
- Leyes electromagnéticas asociadas a la conversión de energía eléctrica a mecánica, (de Ampere y de Faraday).
- Descripción del motor de corriente continua. Partes que lo componen, función y características constructivas de cada una de ellas.
- Funcionamiento del conjunto escobillas-colector.
- Conceptos de conmutación y reacción del inducido. Función de los polos de conmutación.
- Motores auto excitados: circuito equivalente, ecuación de equilibrio de tensiones, variación de velocidad, inversión del sentido de giro, curva característica mecánica (velocidad-cupla) y aplicaciones, de los motores con excitación serie, paralelo y compuesta.

Unidad 6: Motores de corriente alternada

- Motor asíncrono trifásico: disposición constructiva del estator y del rotor, bobinado y tipo jaula de ardilla.
- Principio de funcionamiento. Análisis gráfico y analítico del campo magnético rotante del inductor. Velocidad y sentido de giro del campo magnético rotante del estator.
- Análisis de la máquina asíncrona como transformador. Concepto de deslizamiento, influencia sobre los parámetros eléctricos del rotor. Circuito equivalente del motor

asíncrono trifásico. Representación de la energía eléctrica transformada en mecánica.

- Análisis de la reducción de potencia por pérdidas en cada una de las partes que componen la máquina, desde la potencia eléctrica de entrada hasta la potencia mecánica útil de salida. Rendimiento.
- Variación de velocidad y diversos tipos de arranque de motores asíncronos trifásicos (resistencias serie, auto transformadores, estrella-triángulo).
- Curvas características:
 - ✓ par-deslizamiento
 - ✓ velocidad-potencia
 - ✓ corriente de entrada-potencia
 - ✓ factor de potencia-potencia
 - ✓ velocidad-par motor. Factores de arranque y de sobrecargabilidad.
- Motor asíncrono monofásico: disposición constructiva y principio de funcionamiento.
- Arranque de motores monofásicos por bobina auxiliar y para los de pequeña potencia por espiras de sombra.
- Motor universal, principio de funcionamiento y aplicaciones.

Unidad 7: Rectificadores

- Introducción a los circuitos rectificadores. Diodos y tiristores.
- Rectificador monofásico de media onda y de onda completa.
- Rectificador trifásico de media onda y onda completa.
- Aplicaciones de los rectificadores.

Unidad 8: Selección de máquinas eléctricas, aparatos de comando y ensayos de recepción

- Clasificación de las máquinas eléctricas según su tamaño, forma, tipo de servicio, tipo de refrigeración, tipo de protección y aplicación.
- Información básica para la selección de máquinas eléctricas. Criterios técnicos y económicos
- Aparatos de comando: interruptores seccionadores, contactores, fusibles. Tableros eléctricos y sus componentes.
- Ensayos de recepción: normas sobre ensayos de máquinas eléctricas. Ensayos de aislación. Ensayos mecánicos, medición de velocidad, cupla y potencia mecánica. Ensayo para obtener el rendimiento de máquinas eléctricas rotativas.

ACTIVIDADES PRACTICAS DE LABORATORIO

Nº 1: Conocimiento y empleo de instrumentos de mediciones eléctricas.

Nº 2: Verificar las leyes de Ohm, de corrientes y de tensiones de Kirchhoff.

Nº 3: Observar en osciloscopio los transitorios en corriente continua y su relación con la resistencia.

Nº 4: Observar en osciloscopio las magnitudes alternadas senoidales y los desfases entre tensión y

corriente en cargas capacitivas e inductivas.

Nº 5: Medición de las potencias activa, reactiva y aparente en corriente alterna monofásica con diversos tipos de cargas observando la variación del factor de potencia al incorporar capacitores.

Nº 6: Medición de potencia en sistemas trifásicos de tres y cuatro hilos para diversos tipos de cargas.

Nº 7: Trazado de curvas características de un motor de inducción trifásico en el equipo TERCO

Nº 8: Visita al Laboratorio de Alta Tensión y desarrollo de los ensayos en vacío y cortocircuito de un transformador. Con los resultados de los ensayos se procede a determinar el circuito equivalente,
se calcula el rendimiento y el coeficiente de regulación.

1. DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	60
FORMACIÓN PRACTICA:	
o FORMACIÓN EXPERIMENTAL	22
o RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	38
o ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	
o PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	120

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	48
PREPARACION PRACTICA	
o EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	8
o EXPERIMENTAL DE CAMPO	
o RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	48
o PROYECTO Y DISEÑO	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	104

BIBLIOGRAFIA

Circuitos Eléctricos James W. Nilsson Addison-Wesley 1995
Circuitos Eléctricos Joseph A. Edminister Schaum / Mc Graw Hill 1997
Ingeniería Eléctrica para todos los Ingenieros William H. Roadstrum
 Dan H. Wolaver
 Ed. Alfaomega 1999

