

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

Máquinas Eléctricas Asíncronas y Transformadores es una actividad curricular que pertenece al cuarto año (séptimo semestre) de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista. A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará competencias tales como la de analizar, calcular y describir el funcionamiento de motores de inducción y transformadores, equipos destinados a la conversión de energía eléctrica tanto en redes eléctricas como en aplicaciones especiales en el campo de la ingeniería.

En años recientes el campo de las Máquinas Eléctricas experimentó un gran crecimiento debido a la confluencia de varios factores. Se busca un entendimiento de los conceptos e ideas implícitamente en términos de aprendizaje previo, se presta mucha atención a ayudar a que los estudiantes reconozcan cómo los nuevos conceptos e ideas se adaptan en conjunto con los aprendidos anteriormente. El desarrollo de las habilidades de solución de problemas es un eje central del curso, recurriendo a ejemplos y a ejercicios de práctica simple para mostrar los métodos de solución y ofrecer a los estudiantes oportunidades de practicar con casos y aplicaciones reales. Se estimula a los alumnos a que analicen los problemas antes de abordarlos y muchas veces hacemos pausas para considerar implicaciones más amplias de una situación específica en la solución de problemas.

En este curso, que está centrado en convertidores de energía eléctrica, basados en la acción electromagnética de campos alternos y de corrientes inducidas en circuitos receptores. El estudio se limitará a describir sucintamente su constitución, desarrollar con mayor profundidad sus principios funcionales, apoyándonos en las teorías y conocimientos previos de electrotecnia y Física II, y analizar con el mayor detalle sus particularidades funcionales, deduciendo de ellas los mejores métodos de empleo y las aplicaciones más idóneas, buscando un estudio teórico-práctico de las máquinas estudiadas.

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Las clases impartidas son teóricas y prácticas. Las actividades teóricas se realizan a través de exposiciones dialogadas del docente, orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de diseñar, calcular y conocer su funcionamiento de circuitos y sistemas utilizados en Electrotecnia y en las Máquinas Eléctricas. Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos se realizan actividades que le permiten al estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios desarrollados así como la realización de actividades de aplicaciones en problemas tipos y aplicados. Por otra parte en las clases de Laboratorio el alumno verifica, a través de simulaciones, el funcionamiento de los sistemas en DC y AC, de los ensayos y características de las Máquinas Eléctricas.

EVALUACION

Condiciones para la promoción de la materia

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.-
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.-
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).-
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).
- 5.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.-
- 6.- Aprobar los trabajos de Laboratorio.-

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y trabajos de Laboratorio y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares. Los restantes se considerarán libres.

CONTENIDOS TEMATICOS

Unidad Temática A: **TRANSFORMADORES**

Sub-unidad N° 1 : Transformadores Monofásicos

- 1.1 Propiedades de los materiales ferromagnéticos, teoría del magnetismo, características y curvas de imanación. Concepto de circuitos magnéticos, analogías entre circuitos eléctricos y magnéticos, cálculos de caminos magnéticos en hierro y con entrehierros. Histéresis y Corrientes de Foucault y efecto cortical.
- 1.2 Transformador elemental. Detalles constructivos básicos. Flujos concatenados e inductancias. Tensiones inducidas en arrollamientos y reactancias, valores medio y eficaz, factor de forma, representación en el tiempo y fasorial, fem i en el secundario, bornes homólogos, relaciones de transformación.
- 1.3 Funcionamiento en vacío. Corriente de vacío, componentes. Forma de onda de corriente de vacío. Armónicas, determinación del contenido, órdenes, valor eficaz, THD. Pérdidas magnéticas por histéresis y corrientes de Foucault. Ecuaciones, diagrama fasorial y circuito equivalente en vacío.
- 1.4 Condiciones físicas de funcionamiento del transformador. Ecuaciones instantáneas de circuito para el primario y secundario, ecuación de F_{mm} . Inductancias propias y mutuas y dispersión. Funcionamiento bajo excitación sinusoidal, ecuaciones y diagramas fasoriales. Circuitos equivalentes real, aproximados, sin reducir y reducido. Transformador ideal. Funcionamiento para distintas cargas
- 1.5 Funcionamiento del transformador en carga. Potencia, corrientes y tensiones nominales. Determinación de la regulación y el rendimiento, circuitos equivalentes empleados. Factor de carga, determinación del punto de rendimiento máximo. Características externas del transformador. Rendimiento energético de un ciclo.
- 1.6 Funcionamiento en cortocircuito permanente. Estado magnéticos del núcleo. Tensión de cortocircuito. Ecuaciones y diagramas fasorial, triángulo de cortocircuito. Pérdidas en cortocircuito, pérdidas en los arrollamientos, resistencias óhmicas y en CA, pérdidas adicionales.
- 1.7 Ensayos normalizados directos e indirectos. Realización de ensayos en vacío y cortocircuito. Evaluación de ensayos. Determinación de los parámetros para circuito equivalente. Determinación de los parámetros a partir de las dimensiones, cálculo de los resistores e inductores. Análisis comparativos de los parámetros del transformador expresados en por unidad y a valores nominales de tensión y corriente, ejemplo y cálculos numéricos.
- 1.8 Calentamiento. Influencia de la temperatura sobre los aislantes, clases de aislamiento. Transmisión del calor, curvas de calentamiento y enfriamiento. Ley de ohm térmica. Constante de tiempo. Clases de servicios normalizados. Distintas formas de refrigeración de transformadores. Determinación de temperaturas en las distintas partes del transformador. Ensayos normalizados de calentamientos, método de oposición.
- 1.9 Funcionamiento en paralelo de transformadores. Efecto de distintas relaciones de transformación y de distinta impedancia de cortocircuito. Condiciones para la distribución correcta de carga común. Cantidades por unidad, tensiones, corrientes, potencias y parámetros del transformador expresados en p.u.. Tratamiento de las magnitudes expresadas en p.u.

Sub-unidad N° 2 : Transformadores Trifásicos

- 2.1 Clasificación. Principales aspectos constructivos, núcleos, arrollamientos, medios aislantes y refrigerantes, dispositivos de enfriamiento, accesorios. Tecnologías empleadas en la actualidad, transformadores impregnados y secos
- 2.2 Características eléctricas de conexiones en estrella, triángulo y zigzag, fem i, armónicos en las tensiones de fases y de líneas para distintas conexiones. Grupos de conexión normalizados, determinación gráfica y experimental de grupo de conexiones.
- 2.3 Análisis y cálculo de cargas simétricas, asimétricas y desequilibradas en distintos grupos de conexión, aplicando el método de las componentes simétricas. Impedancias de secuencia. Efectos magnéticos y eléctricos de cargas asimétricas y desequilibradas en los distintos grupos de conexión, impedancia a la secuencia homopolar en cada caso. Cortocircuito bifásico y monofásico. Utilización del arrollamiento terciario en triángulo. Conexión triángulo abierta de transformadores de potencia. Paralelo de transformadores trifásicos.

Sub-unidad N° 3 : Transformadores Especiales

- 3.1 Transformadores especiales, principio de funcionamiento, ecuaciones, diagramas fasoriales, circuitos equivalentes y características de las siguientes máquinas: Autotransformadores, Transformador de tres arrollamientos, de Scott, de Soldadura y de rectificación.

Sub-unidad N° 4 : Transitorios y Armónicos

- 4.1 Fenómenos debidos a los armónicos. Funcionamiento en vacío de distintos grupos de conexión. Efectos de la tercera armónica y múltiplos en conexión estrella-estrella y estrella –triángulo para núcleos de tipo dependiente e independientes. Interferencias causadas por los terceros armónicos de corriente.
- 4.2 Fenómenos transitorios en transformadores. Sobrecorrientes, sobrecorrientes de conexión y cortocircuito instantáneo. Determinación de efectos térmicos y mecánicos de cortocircuitos. Diversos ensayos para evaluar efectos electrodinámicos sobre arrollamientos provocados por cortocircuitos. Sobretensiones. Circuitos equivalentes para fenómenos atmosféricos y medidas de protección. Efectos por el cambio de frecuencia en los transformadores.

Unidad Temática B: **MÁQUINAS ASÍNCRONAS**

Sub-unidad N° 5 : Máquinas Asíncronas Trifásicas

- 5.1 Campo alterno y campo giratorio. Deslizamiento y frecuencia del motor. Distribución de las corrientes en el inducido. Campo giratorio con carga. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN Rotor en cortocircuito. Diagrama Vectorial de FMM y de Flujos. Par electromagnético interno
- 5.2 Ecuaciones generales. Circuitos equivalentes y diagrama vectorial. Par en vatios síncronos. Características par- deslizamiento. Diagrama circular o de Heyland. Trazado del mismo a partir de ensayos. Deslizamientos en el diagrama de Heyland. Diagrama de Hosanna. Funcionamiento del motor trifásico a partir del diagrama
- 5.3 Definición de rotores de doble jaula y cortocircuitados. Rotores de ranura profunda y especial. Motores de núcleo macizo. Curvas características. Motores de usos especiales.
- 5.4 Ensayos de las máquinas de inducción, pérdidas en vacío, curva de funcionamiento en vacío, pérdidas adicionales variables, deslizamiento. Determinación indirecta del rendimiento de un motor trifásico. Rendimiento energético. Determinación del momento de arranque. Obtención de curvas de temperatura. Ensayos al freno.

Sub-unidad N° 6 : Criterios de Selección de motores y aplicaciones

- 6.1 Arranque y control de la velocidad del motor polifásico de inducción. Rotor en corto circuito y anillos rozantes. Corrientes de arranques reducidas. Arranque suave y control de la frecuencia. Regulación de la velocidad del motor, conmutación de polos, regulación con intercalación de resistencias. Frenado del motor de inducción
- 6.2 Motores normalizados. Normas. Aplicaciones y criterios de selecciones. Aplicaciones especiales y normativa de seguridad.

Sub-unidad N° 7 : Máquinas Asíncronas Monofásicas

- 7.1 Constitución y principio de funcionamiento de máquinas asíncronas monofásicas. Equivalencias del motor monofásico a dos motores trifásicos. Ecuaciones y diagramas
- 7.2 Circuito equivalente del motor monofásico. Diagrama circular del motor monofásico. Características y arranque.

1. LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas

1 – Presenciar y tomar lecturas de las mediciones correspondientes a los ensayos de vacío y en cortocircuito de un transformador monofásico. Se realizará en el LAT con instrumental de medición digital y con la colaboración del personal del LAT, observando las medidas de seguridad correspondientes

2 – Presenciar y tomar lecturas de las mediciones correspondientes a los ensayos de vacío y en cortocircuito de un transformador Trifásico. Se realizará en el LAT con instrumental de medición digital y con la colaboración del personal del LAT, observando las medidas de seguridad correspondientes

3 – Trazado de curvas características de transformadores:

- * Características de tensión en función de la carga
- * Rendimiento en función de la carga
- * Curvas de rendimiento y de pérdidas
- * Medición de Constantes

4– Trazado de curvas características de motores de inducción en equipo Terco de ensayos de máquinas rotantes:

- Ensayos de Vacío
- Ensayos con Rotor Bloqueado
- Trazado del Diagrama Circular
- Practicas de Arranques de Motores de inducción
- Prácticas de Control de Velocidades

2. DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	32
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	16
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	24
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	40
PREPARACION PRACTICA	
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	6
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	26
○ PROYECTO Y DISEÑO	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

3. BIBLIOGRAFIA

- Circuitos Magnéticos y Transformadores E.E. STAFF M.I.T. Editorial Reverté S.A.
- Escuela del Técnico Electricista de Alfred Holtz Editorial Labor
- Transformadores de Spinadel Nueva Librería
- Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas de Manuel Cortés Editorial Técnicos Asociados Barcelona
- Máquinas de Corriente Alterna de Michael Liwshitz-Garik y Clyde C. Whipple de Editorial C.E.C.S.A.
- Máquinas Eléctricas de Alexander S. Langsdorf Mc Graw Hill
- Máquinas Eléctricas de Marcelo A. Sobrevila – Librería y Editorial Alsina
- Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas de Kingsley, Kusko y Fitzgerald de Editorial Hispano Europea Barcelona.
- Normas IRAM
- Máquinas Eléctricas de Alberto Gray de Eudeba Manuales
- Máquinas de Corriente Alterna de Ralph Lawrence de Editorial Hispano Americana S:A:
- Máquinas Eléctricas de Kostenko Piotrovsky de Editorial MIR