



Carrera: Ingeniería Eléctrica				
Unidad Curricular: TRANSFORMADORES			Código: T7	
Prelación: ELECTROMAGNETISMO Y CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA			Con dición: Obligatoria	
HT: 3	HP: 1	HL: 2	HTI: 6	Créditos: 3
Ubicación: Sexto Trimestre		Componente: Formación Profesional Básica		Fecha de Aprobación:

HT: Horas teóricas; HP: Horas Prácticas; HL: Horas de Laboratorio; HTI: Horas de Trabajo Independiente

I. JUSTIFICACIÓN

El estudio de la electricidad evolucionó desde la simple percepción del fenómeno físico, hasta su tratamiento científico y posterior aplicación en la construcción de diferentes dispositivos que cambiaron el estilo de vida del ser humano para siempre. La electrificación no solo fue un proceso técnico, sino que significó un verdadero cambio social y cultural de implicaciones extraordinarias. Al salir la corriente eléctrica de la planta generadora, suele pasar por un aparato llamado transformador. El transformador, puede aumentar o disminuir la fuerza que mueve a la corriente eléctrica, el voltaje. Se incrementa el voltaje con el fin de transmitir energía eléctrica a grandes distancias de forma económica y eficiente por medio de cables. Para el uso doméstico o comercial de la energía, los transformadores disminuyen el voltaje.

La unidad Curricular Transformadores, le permite al estudiante desarrollar las competencias necesarias para desarrollarse en la operación, en la dirección e instalación correcta de equipos, y además podrá diseñar, simular, montar y realizar pruebas prototipo en equipos.

II. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS A DESARROLLAR SEGÚN EL PERFIL

La unidad curricular contribuirá al desarrollo de las competencias genéricas y específicas del perfil de egreso que se indican a continuación.

GENÉRICAS	ESPECÍFICAS
G2. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunica de manera clara y correcta ideas y opiniones en el idioma castellano, mediante la expresión oral, la escritura y los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos. G6. Liderazgo y trabajo en equipo.	E6. Opera y controla equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, fundamentado en conocimientos científicos, normas y técnicas, para garantizar su funcionamiento continuo, así como la utilización y consumo de energía eléctrica y su optimización
Integra equipos de trabajo, ya sea realizando tareas de dirección o como un miembro más, con el propósito de desarrollar proyectos con un fin determinado, motivando y conduciendo hacia metas comunes. G8. Resolución de problemas. Identifica y plantea problemas del entorno para resolverlos con criterio y de forma efectiva, utilizando la lógica, los saberes adquiridos y herramientas organizadas adecuadamente. G10. Identifica el uso racional, integral y equilibrado del ambiente, y en específico de los ecosistemas de su hábitat para su conservación en el tiempo. G11. Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.	E11. Dirige o supervisa la instalación apropiada de los elementos o la totalidad de un sistema eléctrico, así como configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, cumpliendo con procedimientos, instructivos y normas asociadas al sistema de gestión de calidad y seguridad, la optimización de los procesos y la racionalización de costos. E12. Participa, creativamente, en los procesos de fabricación y producción en la industria eléctrica para contribuir con el desarrollo de la producción nacional. E13. Diseña, simula, monta y realiza las pruebas del prototipo de los equipos y sistemas atendiendo las normas y estándares eléctricos vigentes, o se integra a equipos de trabajo interdisciplinarios para diseños más especializados, aplicando conocimientos del área, estrategias y metodologías apropiadas, asegurándose de su correcto funcionamiento y cumplimiento de las normas y estándares eléctricos vigentes.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Identifica cada una de las partes y los datos de placa de un transformador monofásico o trifásico para describirlo adecuadamente para su uso o posterior modelado.

RA2. Realiza los ensayos necesarios en un transformador monofásico o trifásico para determinar cada una de las variables del circuito equivalente.

RA3. Representa cualquier transformador por medio de su circuito equivalente en ohm y en por unidad para determinar las pérdidas, la regulación y el rendimiento del mismo.

RA4. Calcula el reparto de carga en transformadores monofásicos o trifásicos conectados en paralelo para diferentes tipos de cargas conectada.

IV. CONTENIDOS

a. Resultados de Aprendizaje - Contenidos

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS
RA1. Identifica cada una de las partes y los datos de placa de un transformador monofásico o	<i>Conceptuales:</i>
trifásico para describirlo adecuadamente para su uso o posterior modelado.	Generalidades. Clasificación de los transformadores. Detalles constructivos. Características nominales. Sistema en por unidad. <i>Procedimentales:</i> Identifica cada una de las partes y los datos de placa de un transformador monofásico o trifásico. <i>Actitudinales:</i> Espíritu crítico y autocrítico. Capacidad de medir y analizar datos experimentales y compararlos con datos teóricos o de placa. Interpreta, usa y analiza gráficos y esquemas.

RA2. Realiza los ensayos necesarios en un transformador monofásico o trifásico para determinar cada una de las variables del circuito equivalente.	Conceptuales: Funcionamiento de un transformador eléctrico. Polaridad de un transformador. Relación de transformación. Pérdidas en un transformador: pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre. Ensayos para determinar los parámetros de un transformador. Transformadores monofásicos de tres devanados. El autotransformador. Transformador trifásico. Procedimentales: Ensayo en vacío, ensayo en cortocircuito, ensayo en DC (resistencia de los devanados). Actitudinales: Capacidad de trabajar en equipo Espíritu crítico y autocritico. Capacidad de medir y analizar datos experimentales y compararlos con datos teóricos o de placa. Interpreta, usa y analiza gráficos y esquemas.
RA3. Representa cualquier transformador por medio de su circuito equivalente en ohm y en por unidad para determinar las pérdidas, la regulación y el rendimiento del mismo.	Conceptuales: Funcionamiento de un transformador. Relación de transformación. Funcionamiento en vacío y con carga. Pérdidas en un transformador: pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre. Rendimiento. Regulación de Tensión. Sistema en por unidad. Cambio de base. Transformadores monofásicos de tres devanados. El autotransformador. Características del autotransformador. El transformador conectado como autotransformador. Autotransformador monofásico con devanado terciario. Procedimentales: Ensayo en vacío, ensayo con diferentes tipos de cargas Actitudinales: Capacidad de trabajar en equipo Espíritu crítico y autocritico. Capacidad de medir y analizar datos experimentales y compararlos con datos teóricos o de placa. Interpreta, usa y analiza gráficos y esquemas.

RA4. Calcula el reparto de carga en transformadores monofásicos o trifásicos conectados en paralelo para diferentes tipos de cargas conectada.	Conceptuales: Transformadores trifásicos. Detalles constructivos. Funcionamiento. Características nominales. Designación de los bornes. Conexiones de los transformadores trifásicos: Estrellaestrella (Efecto de la corriente de excitación y efecto del desequilibrio de carga), delta-delta, estrella-delta, delta estrella. Relación de transformación. Autotransformadores trifásicos. Conexión en paralelo de Transformadores monofásicos. Conexión en paralelo de transformadores trifásicos. Procedimentales: Conexión de transformadores trifásicos y determinación del desfase entre el voltaje del primario y del secundario Conexión de dos transformadores monofásicos en paralelo Conexión de dos transformadores trifásicos en paralelo Actitudinales: Capacidad de trabajar en equipo Espíritu crítico y autocrítico. Capacidad de medir y analizar datos experimentales y compararlos con datos teóricos o de placa. Interpreta, usa y analiza gráficos y esquemas.
--	---

b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Duración
Capítulo 1. El transformador eléctrico	Transformación de energía. El Sistema de Potencia. Importancia del Transformador. Energía y Potencia. Balance energético y rendimiento.	5

Capítulo 2. Funcionamiento del transformador eléctrico	Generalidades. Clasificación de los transformadores. Detalles constructivos. Funcionamiento de un transformador eléctrico. Relación de transformación. Funcionamiento en vacío y con carga. Polaridad de un transformador. Pérdidas en un transformador: pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre. Circuito equivalente. Circuito aproximado. Diagrama fasorial. Ensayos para determinar los parámetros de un transformador: Ensayo en vacío, ensayo en cortocircuito, ensayo en DC (resistencia de los devanados).	14
Capítulo 3. Rendimiento y regulación	Rendimiento. Regulación de Tensión. Sistema en por unidad. Cambio de base. Transformadores monofásicos de tres devanados. Circuito equivalente y Regulación de tensión de transformadores monofásicos de tres devanados. Ensayos para determinar los parámetros de un transformador monofásico de tres devanados: ensayo en cortocircuito, ensayo en DC (resistencia de los devanados). Conexión en paralelo de Transformadores monofásicos.	16
Capítulo 4. Transformadores trifásicos.	Transformadores trifásicos. Detalles constructivos. Funcionamiento. Características nominales. Designación de los bornes. Conexiones de los transformadores trifásicos: Estrellaestrella (Efecto de la corriente de excitación y efecto del desequilibrio de carga), delta-delta, estrella-delta, delta estrella. Relación de transformación. Cargas Monofásicas y Trifásicas Conectadas Simultáneamente Sobre Sistemas Estrella-delta. Conexión incorrecta de los grupos de transformadores. Conexión en paralelo de transformadores trifásicos.	13
Capítulo 5. Sistemas especiales de transformación.	Conexiones trifásicas especiales: Conexión en V o delta abierto, Conexión Estrella-Zig-Zag (y-Z). Conexión Estrella-Estrella con devanado Terciario. Circuito Equivalente del Transformador Tridevanado. Tensión de Cortocircuito en Transformadores Tridevanados. Transformadores de aislamiento.	12

Capítulo 6. El autotransformador	El autotransformador. Características del autotransformador. El transformador conectado como autotransformador. Autotransformador monofásico con devanado terciario. Autotransformadores trifásicos.	12
---	--	----

c. Contenidos transversales

Compromiso con la Preservación del Ambiente. La contribución al desarrollo de esta competencia, se hace utilizando la transversalidad, mediante la explicación para concientizar a los alumnos acerca de la importancia de eliminar los desechos que generan los transformadores de manera adecuada, para la preservación del medio ambiente.

V. REQUERIMIENTOS

Analiza y calcula circuitos magnéticos.

Analiza y calcula circuitos eléctricos.

Analiza y calcula circuitos trifásicos.

Analiza y calcula vectores en tres dimensiones

Realiza operaciones con números complejos y fasores.

Realiza mediciones de potencia en circuitos monofásicos y trifásicos.

Realiza gráficas en software de computación.

Realiza cálculos en por unidad (p.u.).

Describe las leyes fundamentales que rigen el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Realiza cálculos con expresiones simbólicas.

VI. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se utilizará una metodología de aprendizaje grupal inductiva-deductiva que requiere de la participación activa y constante de los estudiantes en la búsqueda, lectura y análisis de la información que facilite la integración de los aspectos teórico-prácticos así como el análisis y solución de problemas de la asignatura.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS
Clases de Teoría	Se impartirán en el aula, siendo la presencia del alumno necesaria para un aprendizaje adecuado y una formación óptima. La metodología se basa en clase expositiva centrada en el estudiante, con discusión socializada.

Clases de Problemas	Estas clases se intercalarán en el desarrollo de la asignatura de la forma más conveniente para el aprendizaje, no habrá días previamente asignados para ello. La metodología se fundamenta en el trabajo colaborativo para la resolución de problemas. El estudiante utilizará lógica deductiva, con la cual a partir de principios y leyes fundamentales puede solucionar teórica y experimentalmente problemas relacionados con el estudio de las propiedades más relevantes
Tutorías	Atención personalizada al alumno, presencial y a distancia. Son opcionales y recomendables para el aprendizaje de los alumnos que cursan regularmente la asignatura y asistan a las clases.
Prácticas	En equipo o individualmente, los estudiantes realizarán: problemas, trabajos escritos y prácticos, diseño y elaboración de programas con computador para la solución de problemas.
Prácticas de Laboratorio	En equipo, los estudiantes observaran y realizarán ensayos y experimentos con transformadores que les permitirán medir cada una de las variables sus variables de estado para determinar su comportamiento para diferentes condiciones de funcionamiento.

VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Capítulo	Indicador de Logro	Resultado de Aprendizaje	Evidencias de Aprendizaje
1	Demuestra que sabe identificar las partes y los datos de placa de un transformador	RA1	Prueba corta escrita
2	Demuestra que sabe realizar los ensayos necesarios en un transformador monofásico para determinar cada una de las variables del circuito equivalente.	RA1, RA2	Informe de Laboratorio
3	Demuestra que sabe calcular el rendimiento y la regulación de un transformador monofásico y detransformadores monofásicos de tres devanados. Determina el diagrama vectorial. Conecta correctamente transformadores monofásicos en paralelo, cumpliendo con los requerimientos necesarios para tal fin y determina el reparto de carga.	RA1, RA2, RA3	Prueba escrita Informe de laboratorio

4	Demuestra que sabe determinar la estrella fasorial de un transformador trifásico. Determina el desfase en un transformador trifásico. Conecta correctamente transformadores trifásicos en paralelo, cumpliendo con los requerimientos necesarios para tal fin y determina el reparto de carga.	RA4,	Prueba escrita Informe de Laboratorio
5	Demuestra que sabe dibujar y calcular tensiones y desfases de transformadores especiales.	RA6	Prueba escrita Informe de Laboratorio
6	Demuestra que sabe calcular el rendimiento y la regulación de un autotransformador. Diferencia entre un autotransformador y un transformador como autotransformador. Conoce las ventajas y desventajas del autotransformador respecto al transformador	RA1, RA2, RA3	Prueba escrita Informe de Laboratorio

VIII. RECURSOS

Recursos didácticos requeridos: computador portátil, video beam, pizarrón, marcadores.

Recursos de infraestructura: aula con facilidades para la proyección. Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

Básicas

Mora, Pedro, *Máquinas Eléctricas*, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

Gourishankar, V., *Conversión de Energía Electromecánica*, Editorial Alfaomega, México 1980

Complementarias

Chapman, S. and Posada Salazar, O. (1993). *Máquinas eléctricas*. Quinta Edición. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

Fitzgerald A., Umans S., Kingsley C., *Maquinas Electricas*, Sexta Edición, Editorial McGraw Hill.

Guru B., Hizioglu H., *Máquinas Electricas y Transformadores*, Editorial Orfox, Mexico
Chee-Mun, O., *Dynamic Simulation of Electric Machiney Using Matlab/Simulink*, Editorial
PrenticeHall

Fernández Ferrer, J. (1981). *Circuitos magnéticos y transformadores*. 1st ed. Barcelona: Reverté.
Sanz, J., *Máquinas Eléctricas*, Editorial Pearson Educación, Madrid

Kostenko, M., *Maquinas eléctricas*, Editorial Mir. Moscu

Fraile Mora, J. (2005). *Electromagnetismo y circuitos eléctricos*. Tercera Edición. Madrid: McGrawHill,
Interamericana de España.

Sítios web

Machines, E. and OpenCourseWare, M. (2017). Electric Machines. [online] MIT OpenCourseWare.
Disponble en: <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6685electric-machines-fall-2013/> [Accessed 16 Jan. 2017].

X. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Manejo de equipos en el laboratorio de Maquinas.Seguridad, riesgo y prevenciones
Resultado de Aprendizaje:

Reconoce el equipo de laboratorio y sus aplicaciones

Práctica 2. Mediciones de un Transformador monofásico. (Resistencia de devanados, aislamiento, relación de transformación en vacío y con carga, ensayo en vacío y ensayo en cortocircuito)
Resultado de Aprendizaje:

- Identifica cada una de las partes así como los datos de placa de un transformador y realiza los ensayos necesarios para determinar su circuito equivalente.

Práctica3. Utilización básica de un lenguaje de programación y /o simulador de máquinas eléctricas.
Resultado de Aprendizaje:

- Reconoce los elementos de un transformador para su simulación.

Práctica 4. Simulación del comportamiento de un transformador monofásico. Rendimiento y regulación
Resultado de Aprendizaje:

- Reconoce los elementos de un transformador para su simulación.

Práctica5. Ensayos para determinar experimentalmente el rendimiento y la regulación de un transformador.

Resultado de Aprendizaje:

- Calcula el reparto de carga en transformadores.

Práctica6. Simulación y ensayos para determinar el comportamiento de un autotransformador.

Resultado de Aprendizaje:

- Simula el comportamiento de un autotransformadora través de su circuito equivalente.

Práctica7. Simulación del comportamiento de un transformador Trifásico. Rendimiento y regulación.

Resultado de Aprendizaje:

- Simula el comportamiento de un transformador trifásico por medio de su circuito equivalente para calcular el reparto de carga en dichos equipos.

Práctica 8. Simulación del comportamiento de la conexión de dos transformadores Trifásicos en paralelo. Rendimiento y regulación. Reparto de Carga Resultado de Aprendizaje:

- Simula el comportamiento de la conexión de dos transformadores trifásicos por medio de su circuito equivalente para calcular el reparto de carga en dichos equipos.