



## **INSTITUTO UNIVERSITARIO JESÚS OBRERO**

### **PROGRAMA DE ESTUDIO**

<b>Unidad Curricular:</b> Electrotecnia I	
<b>Carrera:</b> Electrotecnia	
<b>Semestre:</b> Tercero	<b>Código:</b> ELE-365
<b>Horas Semanales:</b> 6	
<b>Horas Teóricas:</b> 4	<b>Horas Prácticas:</b> 2
<b>Unidades de Crédito:</b> 5	<b>Prelaciones:</b> CIE – 243 / LIM- 253 / MAT - 265

## **PRESENTACION**

El programa de Electrotecnia I se ha elaborado de manera tal que brinde al alumno una instrucción bastante amplia en el área específica de los transformadores y sus aplicaciones en la industria; en tal sentido los contenidos de los diferentes objetivos pretenden guiar al estudiante en la adquisición de los conceptos y habilidades que necesitará en el ejercicio de su profesión.

El curso tiene la modalidad teórico-práctica y es necesario que el docente haga énfasis en el desarrollo de ejercicios adaptados a los diferentes tópicos, pero de manera que se vinculen con las habilidades que el alumno debe poseer para tener éxito en la aplicación de los mismos durante su vida profesional.

La materia como tal sentará las bases en las leyes y teoremas de los circuitos magnéticos, permitirá conocer el comportamiento de los transformadores en las diversas condiciones de operación. Como parte integrante de la materia, los alumnos prepararán y realizarán prácticas de laboratorio, efectuando los montajes de circuitos de transformadores y las mediciones que se les indicarán con varias semanas de anterioridad.

## **PROPOSITOS**

Los propósitos de esta asignatura son:

- Introducir al alumno en el estudio de los circuitos magnéticos excitados con corriente alterna .
- Conseguir que el alumno aplique la teoría de los circuitos de corriente alterna, en el estudio de uno de los dispositivos de más importante aplicación en la tecnología eléctrica.
- Facilitar la adquisición de conocimientos sobre los tipos dispositivos y circuitos de conexión que el alumno encontrará en las aplicaciones industriales de los transformadores.
- Propiciar el desarrollo de la capacidad de abstracción y generalización, así como también la formación de un individuo analítico, reflexivo y metódico.
- Formar un joven capaz de tener un aprendizaje autónomo que cada vez actualice sus conocimientos, resuelva las situaciones con creatividad, sepa trabajar en equipo, con capacidad de poner sus conocimientos al servicio de su comunidad, que busque siempre la excelencia y con una visión cristiana de la vida.

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Capacitar al alumno en la modelación y análisis de circuitos eléctricos que incluyan transformadores.
- Obtener las herramientas y destrezas necesarias para la instalación, prueba y diagnóstico de fallas en los circuitos con transformadores.
- Perfeccionar las herramientas de análisis que le permitan afrontar cómodamente el estudio de las máquinas eléctricas.
- Conseguir que el alumno adquiriera suficiente destreza en la implementación de conexiones de circuitos de transformadores y circuitos de medición que se relacionen con éstos.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- El transformador.
- Transformador de Medición.
- Conexiones Polifásicas.
- Autotransformadores.
- Transformadores: Ensayos y Construcción.

**OBJETIVO N° 1: El transformador:** Al finalizar este objetivo el estudiante debe conocer los principios físicos básicos de funcionamiento del transformador y estar en capacidad de analizar circuitalmente y fasorialmente una red monofásica que incluya un solo transformador.

<u><b>CONTENIDO</b></u>	<u><b>SEMANA</b></u>	<u><b>ACTIVIDADES DEL PROFESOR</b></u>	<u><b>ACTIVIDAD DEL ALUMNO</b></u>	<u><b>EVALUACION</b></u>
1. Introducción a los contenidos de la materia. 2. Ley de Lenz, ley de Ampere, bosquejo de la teoría del circuito magnético, curva de histéresis. 3. Polaridad, reflexión de la carga o de la fuente de un devanado a otro del transformador. Diagrama fasorial del transformador ideal 4. Pérdidas en el transformador. Circuito equivalente del transformador con pérdidas. Regulación. Eficiencia. Diagrama fasorial del transformador. Pruebas de vacío y cortocircuito. Diagrama de inspección de un transformador. 5. Sistema por unidad.	1-4	✓ Explicar el contenido de los temas. ✓ Mostrar en la pizarra los pasos a seguir para obtener la solución de los ejercicios. ✓ Plantearle al alumno una serie de ejercicios acordes al objetivo desarrollado y hacerle seguimiento en la realización de los mismos. ✓ Aclarar las posibles dudas que se presenten. ✓ Elaborar la prueba escrita. ✓ Mostrar en la pizarra la solución de la prueba escrita. ✓ Diseñar las prácticas de laboratorio que los alumnos deberán implementar, orientarlos en la realización de las mismas y corregir los informes.	✓ Preparar los contenidos teóricos que le permitan comprender con mayor facilidad las explicaciones del profesor. ✓ Resolver diversos ejercicios que le ayuden a fijar los conocimientos vistos. ✓ Prepararse en la teoría de las prácticas de laboratorio, realizar dichas prácticas y presentar un informe escrito, por grupo, de cada práctica.	✓ Para evaluar el logro de la Unidad se recomienda la aplicación de una prueba escrita. ✓ Se calificará la asistencia y desarrollo de las prácticas de laboratorio. ✓ La calificación de este objetivo se obtendrá sumando el 70% de la prueba escrita, más el 30% de la nota de laboratorio.
<b>RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE:</b>				<b>VALOR DE LA EVALUACION</b>
Pizarrón, tiza y ejercicios propuestos. Equipo del laboratorio.				<b>PESO:30%</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:</b>				<b>PONDERACIÓN: 50%</b>
Análisis de Circuitos de Ingeniería. William H. Hayt. Circuitos Magnéticos y Transformadores. Staff del M. I. T.				

**OBJETIVO N° 2: Transformador de Medición:** Al lograr este objetivo el alumno debe estar en capacidad de decidir sobre la necesidad de aplicar un transformador cuando se realice una medición y determinar los márgenes de incertidumbre y factores de corrección que se deban aplicar a la cantidad medida.

<u><b>CONTENIDO</b></u>	<u><b>SEMANA</b></u>	<u><b>ACTIVIDADES DEL PROFESOR</b></u>	<u><b>ACTIVIDAD DEL ALUMNO</b></u>	<u><b>EVALUACION</b></u>
1. Transformador monofásico con derivaciones. Transformador de potencia, transformador de corriente y transformador de potencial. 2. El transformador de Intensidad. Exactitud. Errores de intensidad y fase. Transformadores de intensidad para medida. Transformadores de intensidad para protección. Resistencia a los cortocircuitos. Regímenes de sobrecorriente. Funcionamiento de un transformador de intensidad a circuito abierto. 3. El transformador de Potencial. Determinación de la exactitud. Cálculo de los errores. Métodos de ensayo de la relación y el ángulo de fase.	5-7	✓ Explicar el contenido de los temas. ✓ Mostrar en la pizarra los pasos a seguir para obtener la solución de los ejercicios. ✓ Plantearle al alumno una serie de ejercicios acordes al objetivo desarrollado y hacerle seguimiento en la realización de los mismos. ✓ Aclarar las posibles dudas que se presenten. ✓ Elaborar la prueba escrita. ✓ Mostrar en la pizarra la solución de la prueba escrita. Diseñar las prácticas de laboratorio que los alumnos deberán implementar, orientarlos en la realización de las mismas y corregir los informes.	✓ Preparar los contenidos teóricos que le permitan comprender con mayor facilidad las explicaciones del profesor. ✓ Resolver diversos ejercicios que le ayuden a fijar los conocimientos vistos. ✓ Prepararse en la teoría para las prácticas de laboratorio, realizar dichas prácticas y presentar un informe escrito, por grupo, de cada práctica.	✓ Para evaluar el logro de la Unidad se recomienda la aplicación de una prueba escrita. ✓ Se calificará la asistencia y desarrollo de las prácticas de laboratorio. ✓ La calificación de este objetivo se obtendrá sumando el 70% de la prueba escrita, más el 30% de la nota de laboratorio.
<b>RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE:</b> Pizarrón, tiza y ejercicios propuestos. Equipo del laboratorio.				<b>VALOR DE LA EVALUACION</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:</b> Ver página de bibliografía				<b>PESO:10%</b>
				<b>PONDERACIÓN: 50%</b>

**OBJETIVO N° 3: Conexiones Polifásicas:** Al lograr el objetivo, el estudiante estará en capacidad de analizar circuitos que incluyan transformadores polifásicos o conjuntos polifásicos de transformadores monofásicos. Estará en capacidad de diseñar las conexiones de transformadores monofásicos necesarias para obtener una configuración dada de magnitudes y ángulos de fase en las tensiones del sistema.

<u>CONTENIDO</u>	<u>SEMANA</u>	<u>ACTIVIDADES DEL PROFESOR</u>	<u>ACTIVIDAD DEL ALUMNO</u>	<u>EVALUACION</u>
1. Introducción. Circuitos trifásicos. Relaciones de magnitud y fase en las tensiones de los bancos trifásicos de transformadores. Armónicos. 2. Diagramas de reloj. Conexión Y/y. Conexión $\Delta/\delta$ , Y/ $\delta$ , $\Delta/y$ , Y/z. 3. Transformadores trifásicos especiales. Transformador de tres yugos. Transformador de cinco yugos. Conexiones V/v. T/t. Y/y con devanado terciario. Sistemas hexafásicos. Conexión hexafásica diametral o en estrella doble. Conexión hexafásica en triángulo doble. Conexión hexafásica en anillo. 4. Acoplamiento en paralelo de transformadores. Reglas de acoplamiento. Realización práctica. Transformadores de corriente constante.	8-10	✓ Explicar el contenido de los temas. ✓ Mostrar en la pizarra los pasos a seguir para obtener la solución de los ejercicios. ✓ Plantearle al alumno una serie de ejercicios acordes al objetivo desarrollado y hacerle seguimiento en la realización de los mismos. ✓ Aclarar las posibles dudas que se presenten. ✓ Elaborar la prueba escrita. ✓ Mostrar en la pizarra la solución de la prueba escrita. ✓ Diseñar las prácticas de laboratorio que los alumnos deberán implementar, orientarlos en la realización de las mismas y corregir los informes.	✓ Preparar los contenidos teóricos que le permitan comprender con mayor facilidad las explicaciones del profesor. ✓ Resolver diversos ejercicios que le ayuden a fijar los conocimientos vistos. ✓ Prepararse en la teoría para las prácticas de laboratorio, realizar dichas prácticas y presentar un informe escrito, por grupo, de cada práctica.	✓ Para evaluar el logro de la Unidad se recomienda la aplicación de una prueba escrita. ✓ Se calificará la asistencia y desarrollo de las prácticas de laboratorio. ✓ La calificación de este objetivo se obtendrá sumando el 70% de la prueba escrita, más el 30% de la nota de laboratorio.
<b>RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE:</b> Pizarrón, tiza y ejercicios propuestos. Equipo del laboratorio.				<b>VALOR DE LA EVALUACION</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:</b> Ver página de bibliografía				<b>PESO:30%</b>
				<b>PONDERACIÓN: 50%</b>

**OBJETIVO N° 4: Autotransformadores:** Al lograr este objetivo el alumno debe estar en capacidad de analizar circuitos eléctricos que incluyan autotransformadores monofásicos o trifásicos y determinar cuales son los campos de aplicación de los autotransformadores.

<u>CONTENIDO</u>	<u>SEMANA</u>	<u>ACTIVIDADES DEL PROFESOR</u>	<u>ACTIVIDAD DEL ALUMNO</u>	<u>EVALUACION</u>
1. El autotransformador. Circuito equivalente. 2. Relaciones de tensión y de corriente 3. Relaciones de potencia. Eficiencia. Comparación económica con el transformador de dos devanados.	11-12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicar el contenido de los temas.</li> <li>✓ Mostrar en la pizarra los pasos a seguir para obtener la solución de los ejercicios.</li> <li>✓ Plantearle al alumno una serie de ejercicios acordes al objetivo desarrollado y hacerle seguimiento en la realización de los mismos.</li> <li>✓ Aclarar las posibles dudas que se presenten.</li> <li>✓ Elaborar la prueba escrita.</li> <li>✓ Mostrar en la pizarra la solución de la prueba escrita.</li> <li>✓ Diseñar las prácticas de laboratorio que los alumnos deberán implementar, orientarlos en la realización de las mismas y corregir los informes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar los contenidos teóricos que le permitan comprender con mayor facilidad las explicaciones del profesor.</li> <li>✓ Resolver diversos ejercicios que le ayuden a fijar los conocimientos vistos.</li> <li>✓ Prepararse en la teoría para las prácticas de laboratorio, realizar dichas prácticas y presentar un informe escrito, por grupo, de cada práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para evaluar el logro de la Unidad se recomienda la aplicación de una prueba escrita.</li> <li>✓ Se calificará la asistencia y desarrollo de las prácticas de laboratorio.</li> <li>✓ La calificación de este objetivo se obtendrá sumando el 70% de la prueba escrita, más el 30% de la nota de laboratorio.</li> </ul>
<b>RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE:</b>				<b>VALOR DE LA EVALUACION</b>
Pizarrón, tiza y ejercicios propuestos. Equipo del laboratorio.				<b>PESO:15%</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:</b>				<b>PONDERACIÓN: 50%</b>
Ver página de bibliografía				



**OBJETIVO N° 5: Transformadores: Ensayos y construcción:** Al lograr este objetivo el alumno estará en capacidad de determinar los ensayos que se le deben efectuar a un transformador nuevo o usado al momento de la compra. Poseerá elementos de juicio y métodos de cálculo suficientes para el diseño de un transformador con potencia aparente de varios KVA.

<u>CONTENIDO</u>	<u>SEMANA</u>	<u>ACTIVIDADES DEL PROFESOR</u>	<u>ACTIVIDAD DEL ALUMNO</u>	<u>EVALUACION</u>
<p>1. Ensayos. Razón de espiras y polaridad. Pérdidas en carga. Impedancia. Resistencia de aislamiento. Resistencia de los devanados. Pérdidas en vacío. Corriente en vacío. Pruebas de tensión en los devanados. (a) fuente separada, (b) sobretensión inducida. Prueba de tensión de aislamiento del núcleo. Prueba de aumento de la temperatura. Prueba de impulso de tensión. Prueba del nivel de ruido.</p> <p>2. Construcción. Dimensiones del núcleo. Bobinados. Distancias aislantes. Distribución del bobinado de B. T. Distribución del bobinado de A. T. Pérdidas en el hierro, pérdidas en el cobre. Caída de tensión por resistencia. Permeancia específica. Caída de tensión por reactancia. Tensión de cortocircuito.</p>	13-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicar el contenido de los temas.</li> <li>✓ Mostrar en la pizarra los pasos a seguir para obtener la solución de los ejercicios.</li> <li>✓ Plantearle al alumno una serie de ejercicios acordes al objetivo desarrollado y hacerle seguimiento en la realización de los mismos.</li> <li>✓ Aclarar las posibles dudas que se presenten.</li> <li>✓ Elaborar la prueba escrita.</li> <li>✓ Mostrar en la pizarra la solución de la prueba escrita.</li> <li>✓ Se deben realizar exposiciones en el laboratorio para conseguir la asimilación práctica de los conceptos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar los contenidos teóricos que le permitan comprender con mayor facilidad las explicaciones del profesor.</li> <li>✓ Resolver diversos ejercicios que le ayuden a fijar los conocimientos vistos.</li> </ul>	<p>✓ Para evaluar el logro de la Unidad se recomienda la aplicación de una prueba escrita y de ser posible la asignación de un trabajo escrito de diseño.</p>
<b>RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE:</b> Pizarrón, tiza y ejercicios propuestos. Equipo del laboratorio.				<b>VALOR DE LA EVALUACION</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:</b> Ver página de bibliografía				<b>PESO:15%</b>
				<b>PONDERACIÓN: 50%</b>

## **BIBLIOGRAFIA**

- CIRCUITOS MAGNÉTICOS Y TRANSFORMADORES. E. E. Staff M. I. T. Editorial Reverté. Barcelona, España, 1.965.
- ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN INGENIERÍA. William H. Hayt y Jack E. Kemmerly. Editorial Mc Graw Hill, 1.975.
- TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DE MEDIDA Y DE PROTECCIÓN. Sexta Edición. Enrique Ras. Marcombo Boixareu Editores S. A. Barcelona España, 1.985.
- MEDIDAS ELÉCTRICAS Y SUS APLICACIONES. Segunda Edición. Isaac F. Kinnard. Marcombo S. A. 1.967.
- CÁLCULO INDUSTRIAL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Tomo II. Juan Corrales Martín. Ediciones Técnicas DANA E, Barcelona, España, 1.969.
- NORMA ANSI/IEEE C57 – 1290 – 1.987.