



Carrera: <b>Ingeniería Eléctrica</b>				
Unidad Curricular: <b>FALLOS ASIMÉTRICOS Y ESTABILIDAD</b>				Código: <b>A13</b>
Prelación: <b>Flujo de Carga y Fallos Trifásicos</b>				Condición: <b>Obligatoria</b>
HT: <b>3</b>	HP: <b>2</b>	HL: <b>0</b>	HTI: <b>6</b>	Créditos: <b>3</b>
Ubicación: <b>Décimo Tercer Trimestre</b>		Componente: <b>Formación Profesional Específica</b>		Fecha de Aprobación:

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

## I. JUSTIFICACIÓN

En la segunda unidad denominada Fallos Asimétricos y Estabilidad el futuro ingeniero electricista podrá conocer y aplicar el concepto de componentes simétricas en el sistema de potencia en el análisis de fallos asimétricos, así como determinar la corriente de cortocircuito para dichos fallos y poder conocer su impacto en el sistema.

Uno de los elementos que cobra gran importancia en el análisis de los sistemas de potencia es el estudio de la estabilidad del sistema, puesto que la pérdida de ésta puede ocasionar un colapso total del sistema, trayendo consigo grandes pérdidas económicas y graves daños a los consumidores. Muchos países tienen amplias experiencias relacionadas con este aspecto, por tanto el mejorar la estabilidad de un sistema de potencia fue, es y seguirá siendo una actividad muy importante de investigación. En esta unidad curricular se abarcará sólo una parte de este interesante tema como es el estudio de la estabilidad tanto en régimen permanente como transitorio pero enfocado principalmente a su impacto en la máquina sincrónica.

## II. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y GENÉRICAS 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.

<b>GENÉRICAS</b>	<b>ESPECÍFICAS</b>
------------------	--------------------

<p><b>G2.</b> 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.</p> <p><b>G3.</b> Aprendizaje, desarrollo personal y profesional: Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida, en función de sus objetivos y sobre la base de la formación adquirida, para adaptarse e</p>	<p><b>E2.</b> Administra el sector del Servicio Eléctrico Nacional, bajo su responsabilidad, con la finalidad de asegurar el abastecimiento regular de energía eléctrica en términos de eficiencia, calidad y economía.</p> <p><b>E6.</b> Opera y controla equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, aplicando normas, conceptos y elementos técnicos, socioeconómicos y ambientales para garantizar su funcionamiento continuo, así como</p>
<p>impulsar nuevas situaciones y alcanzar la realización personal y profesional.</p> <p><b>G4.</b> Ética, responsabilidad profesional y compromiso social: Actúa con conciencia ética y cívica, en el contexto local, nacional y global, sustentado en principios y valores de justicia y defensa de los derechos fundamentales del hombre para dar respuesta oportuna a las necesidades que la sociedad le demanda como persona, ciudadano y profesional, estimando el impacto económico, social y ambiental de las soluciones propuestas.</p> <p><b>G7.</b> Gestión tecnológica: Utiliza con idoneidad las tecnologías de la información y la comunicación, requeridas para desempeñarse en el contexto académico y profesional. <b>G8</b> Resolución de problemas: Identifica y plantea problemas para resolverlos con criterio y de forma efectiva, utilizando la lógica, los saberes adquiridos y herramientas organizadas adecuadamente.</p> <p><b>G11.</b> Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.</p>	<p>la utilización y consumo de energía eléctrica para su optimización.</p> <p><b>E8.</b> Identifica problemas en el área de la ingeniería eléctrica y busca su solución aplicando metodologías y técnicas propias de la investigación científica, divulgando los hallazgos con el interés de fortalecer la producción científica del país.</p>

### III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Aplica el concepto de componentes simétricas en el sistema de potencia para el análisis de fallos asimétricos.

RA2. Determina la corriente de cortocircuito para fallos asimétricos en un sistema eléctrico de potencia para determinar su impacto en el mismo.

RA3. Determina y explica la estabilidad en régimen permanente en una máquina síncrona para determinar su impacto en la misma.

RA4. Determina y explica la estabilidad en régimen transitorio en una máquina síncrona para determinar su impacto en la misma.

### IV. CONTENIDOS

<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<b>Contenidos</b>
<p><b>RA1.</b> Aplica el concepto de componentes simétricas en el sistema de potencia para el análisis de fallos asimétricos</p>	<p><b>Conceptuales:</b> Introducción al estudio de las de las componentes simétricas. Componentes simétricas de la tensión y la corriente. Impedancia y Redes de secuencia positiva, negativa y cero de cada uno de los elementos del sistema de potencia; generador, transformador, línea de transmisión, etc.</p> <p><b>Procedimentales:</b> Aplica el concepto de componentes simétricas en el sistema de potencia</p> <p><b>Actitudinales:</b> Reconoce la necesidad de usar las componentes simétricas para representar sistemas desbalanceados.</p>

<p><b>RA2.</b> Determina la corriente de cortocircuito para fallos asimétricos en un sistema eléctrico de potencia para determinar su impacto en el mismo.</p>	<p><b>Conceptuales:</b>  Estudios de los fallos más comunes: Fallos Paralelos y Fallos serie.  Conexión de las redes de secuencia para cada tipo de fallo.  Utilización de la matriz [z] de nodos en el cálculo de las corrientes de fallo asimétrico  <b>Procedimentales:</b>  Determina las condiciones de operación para fallos paralelo de tipo asimétricos en un sistema eléctrico de potencia  Determina las condiciones de operación para fallos serie en un sistema eléctrico de potencia  Utiliza la matriz [z] de nodos en el cálculo de las corrientes de fallo asimétrico.  <b>Actitudinales:</b>  Reconoce la necesidad de determinar las corrientes de cortocircuito en un sistema eléctrico de potencia para adecuadamente dimensionar sus componentes.</p>
<p><b>RA3.</b> Determina y explica la estabilidad de pequeña señal y estabilidad de voltaje en los sistemas eléctricos de potencia para determinar su impacto en los mismos.</p>	<p><b>Conceptuales:</b>  Estabilidad de pequeña señal y Estabilidad de Voltaje. Modelado de un sistema de potencia usando ecuaciones diferenciales algebraicas. Linealización y matrices de estado. Teoría de autovalores, autovectores y factores de participación. Bifurcación de Hopf. Curvas PV y QV para análisis de estabilidad de voltaje. Bifurcaciones tipo límite y tipo silla.  <b>Procedimentales:</b>  Determina y explica la estabilidad de pequeña señal de un sistema de potencia.  Analiza los autovalores, autovectores y factores de participación de un sistema de potencia.  Identifica Bifurcaciones tipo Hopf.  Determina y analiza la estabilidad de voltaje de un sistema de potencia usando curvas PV y curvas QV.  Identifica las bifurcaciones tipo límite y tipo silla.</p>

	<p>Usa apropiadamente programas para análisis de estabilidad de pequeña señal y estabilidad de voltaje.</p> <p><b>Actitudinales:</b></p> <p>Reconoce la necesidad de analizar apropiadamente la estabilidad de pequeña señal en un sistema de potencia para garantizar su adecuado funcionamiento</p> <p>Reconoce la necesidad de analizar apropiadamente la estabilidad de voltaje en un sistema de potencia para garantizar su adecuado funcionamiento</p>
<p><b>RA4.</b> Determina y explica la estabilidad transitoria en los sistemas eléctricos de potencia para determinar su impacto en los mismos.</p>	<p><b>Conceptuales:</b></p> <p>Estabilidad transitoria, definiciones básicas. Ecuación de oscilación, para una máquina conectada a una barra infinita. Estabilidad multi-maquina. Criterio de las áreas iguales. Aplicación del criterio de las áreas iguales. Factores que afectan la estabilidad transitoria. Método de Euler para la solución de las ecuaciones diferenciales-algebraicas de un sistema de potencia.</p> <p><b>Procedimentales:</b></p> <p>Determina y explica la estabilidad transitoria de un sistema eléctrico de potencia.</p> <p>Usa apropiadamente el criterio de áreas iguales para el cálculo de la estabilidad transitoria de un sistema de potencia.</p> <p>Calcula el comportamiento dinámico de un sistema de potencia usando el método de Euler.</p> <p>Utiliza programas para el cálculo de estabilidad transitoria.</p> <p><b>Actitudinales:</b></p> <p>Reconoce la necesidad de determinar la estabilidad transitoria de un sistema eléctrico de potencia para la apropiada planificación y operación de un sistema eléctrico de potencia.</p>

**b. Temario**

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
<p><b>UNIDAD 1 – FALLOS SIMÉTRICOS Tema 1.</b> <i>Estudio de las Componentes Simétricas.</i></p>	<p>Introducción al estudio de las de las componentes simétricas, el operador (a), propiedades del operador (a). Componentes simétricas de la tensión y la corriente. La matriz [A] de transformación. La potencia en función de las componentes simétricas. Impedancia de secuencia positiva, negativa y cero de cada uno de los elementos del sistema de potencia; generador, transformador, línea de transmisión, etc. Redes de secuencia positiva, negativa y cero del sistema de potencia.</p>	<p>10</p>

<b>Tema 2.</b> <i>Estudio de los Fallos Asimétricos.</i>	Estudios de los fallos más comunes; Fallo de una línea a tierra, fallo entre dos líneas y fallo de doble línea a tierra. Estudio de las condiciones del fallo. Conexión de las redes de secuencia para cada tipo de fallo, dependiendo de las condiciones que cumplen las componentes de secuencia. Fallos a través de una	15
	impedancia. Fallos serie o línea abierta, fallo de una línea abierta, fallo de dos líneas abiertas, fallo de una línea abierta y conectada a través de una impedancia. Problemas de fallos asimétricos. Uso de la matriz [z] de nodos en el cálculo de las corrientes de fallo asimétrico	
<b>UNIDAD 2 - PRINCIPIOS DE ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA</b> <b>Tema 3</b> <i>Estabilidad de pequeña señal y Estabilidad de Voltaje.</i>	Definiciones de Estabilidad de pequeña señal y Estabilidad de Voltaje. Modelado de un sistema de potencia usando ecuaciones diferenciales-algebraicas. Linealización y matrices de estado. Teoría de autovalores, autovectores y factores de participación. Bifurcación de Hopf. Curvas PV y QV para análisis de estabilidad de voltaje. Bifurcaciones tipo límite y tipo silla.	20
<b>Tema4.</b> <i>Estabilidad Transitoria</i>	Estabilidad en régimen transitorio, definiciones básicas. Ecuación de oscilación, para una máquina conectada a una barra infinita. Estabilidad multi-máquina. Criterio de las áreas iguales. Aplicación del criterio de las áreas iguales. Factores que afectan la estabilidad transitoria. Método de Euler para la solución de las ecuaciones diferenciales-algebraicas de un sistema de potencia. Ecuación de oscilación, para una máquina conectada a una barra infinita. Criterio de las áreas iguales. Aplicación del criterio de las áreas iguales. Factores que afectan la estabilidad en régimen transitorio.	15

## V. REQUERIMIENTOS

Para el éxito en el desempeño de esta Unidad Curricular, el estudiante:

Realiza cálculos básicos de circuitos eléctricos

Explica los diferentes elementos que componen un SEP

Aplica el funcionamiento de las máquinas eléctricas y líneas de transmisión

Modela todos los componentes de un SEP

Resuelve sistemas complejos aplicando métodos numéricos

Maneja herramientas computacionales y diferentes lenguajes de programación.

## VI. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Se utiliza 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 de la unidad curricular.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS
<i>Clases de Teoría</i>	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.
<i>Clases de Problemas</i>	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 teóricamente y experimentalmente problemas relacionados con el estudio de las propiedades más relevantes
<i>Tutorías</i>	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.
<i>Prácticas</i>	En equipo o individualmente, los estudiantes realizarán: problemas, trabajos escritos y prácticos, diseño y elaboración de programas con computador para la solución de problemas.

## VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Tema	Criterio de Evaluación	Resultado de Aprendizaje	Evidencias de Aprendizaje
<b>1</b>	Demuestra que sabe aplicar correctamente el uso del operador (a), y las matrices de transformación en el cálculo de las componentes simétricas en el sistema de potencia	RA1	Prueba escrita

<p><b>2</b></p>	<p>Determina y aplica adecuadamente las condiciones de operación en un sistema eléctrico de potencia para fallos paralelo de tipo asimétricos</p> <p>Determina y aplica adecuadamente las condiciones de operación para fallos serie en un sistema eléctrico de potencia</p> <p>Aplica adecuadamente la utilización de la matriz [z] de nodos en el cálculo de las corrientes de fallo asimétrico.</p>	<p>RA1, RA2</p>	<p>Prueba escrita Informe de trabajo autónomo Desarrollo de software</p>
<p><b>3</b></p>	<p>Demuestra que comprende los conceptos asociados a la estabilidad en régimen permanente en una máquina sincrónica</p> <p>Aplica adecuadamente los conceptos de estabilidad en régimen permanente en el análisis de un SEP</p> <p>Demuestra que sabe reconocer cuando un sistema es eléctricamente estable?</p>	<p>RA3</p>	<p>Prueba escrita Informe de trabajo autónomo</p>
<p><b>4</b></p>	<p>Demuestra que comprende los conceptos asociados a la estabilidad en régimen transitorio en una máquina sincrónica.</p>	<p>RA4</p>	<p>Prueba escrita Informe de trabajo autónomo</p>
	<p>Aplica adecuadamente los conceptos de estabilidad en régimen transitorio en el análisis de un SEP</p> <p>Demuestra que sabe reconocer cuando un sistema es eléctricamente estable?</p>		

### VIII. RECURSOS

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

Recursos de infraestructura: aula con facilidades para la proyección y presentación de demostraciones prácticas.

### IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

#### Básicas

Checa L. M. (2000). *Líneas De Transporte De Energía*. Alfaomega Grupo Editor S.A. De C.V., 3ª Edición, México.

Glover, J. D. (2004). *Sistemas De Potencia, Análisis y Diseño*. Thompson Learning.; 3ª Edición, México D. F.

Graiger John J. &Stevenson, Willian D. (2004).*Análisis de los Sistemas Eléctricos de Potencia*. Mc Graw Hill, México.

### **Complementarias**

Anderson Paul (1975).*Analysis of Faulted of Power System*. Editorial Iowa State University. USA.

Enríquez Harper Gilberto (1996). *Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia*. 3era Edición. Noriega Editores. México.

Gómez E. A. (2003). *Sistemas Eléctricos de Potencia: Ejercicios Y Problemas Resueltos*. Editorial Prentice Hall, Madrid.

Gross, A. Ch.(1984). *Análisis De Sistemas De Potencia*. Interamericana; México.

Kothari D.P &Nagrath. I.J. *Sistemas Eléctricos de Potencia*. Mc Graw Hill, Tercera Edición. México.

NasarSyed (1997). *Sistemas Eléctricos de Potencia*. Serie Schaum. Editorial Mc Graw Hill. México.

OlleElger (1988). *Electric Energy Systems Theory*.Editorial Mc Graw Hill. U.S.A.

Ramírez, V. J. (1979). *Instalaciones Eléctricas Generales*; Ediciones CEAC, S. A. 4ª Ed., España.

Rodríguez Maulio (1988). *Análisis de Sistemas de Potencia*. 1era Edición. Ediluz.Universidad del Zulia. Venezuela.

Weedy B.M. *Electric Power Systems*.Editorial John Wiley & Sons. U.S.A. 1986.

**Sitios web** <http://bell.ing.puc.cl/power/education.htm> [www.IEEE.org](http://www.IEEE.org) [www.GE.com](http://www.GE.com)  
[www.abb.com](http://www.abb.com) [www.squared.com](http://www.squared.com) [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com) [www.alstom.com](http://www.alstom.com)  
[www.ece.ubc.ca/power](http://www.ece.ubc.ca/power) [www.geocities.com/siliconvalley/vista/7485/winflu.htm](http://www.geocities.com/siliconvalley/vista/7485/winflu.htm)  
[www.mty.itesm.mx/dcic/deptos/ie/profesores/sacevedo/cursos/transitorios/el47.htm#meteria](http://www.mty.itesm.mx/dcic/deptos/ie/profesores/sacevedo/cursos/transitorios/el47.htm#meteria)

|