



Carrera: Ingeniería Eléctrica				
Unidad Curricular: FLUJO DE CARGA Y FALLOS TRIFÁSICOS				Código: A12
Prelación: Métodos Numéricos				Condición: Obligatoria
HT: 4	HP: 1	HL: 0	HTI: 8	Créditos: 3
Ubicación: Décimo Segundo Trimestre		Componente: Formación Profesional Específica		Fecha de Aprobación:

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

I. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de cualquier país está directamente asociado a los avances en los procesos de Generación, Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica los cuales requieren de una adecuada planificación o diseño de los Sistemas de Potencia, así como su análisis adecuado usando numerosas herramientas tanto matemáticas como de simulación que permitan obtener las evaluaciones adecuadas al sistema en estudio, en virtud de ello el futuro Ingeniero Electricista debe conocer en detalle esas herramientas. Para ellos se han diseñado dos unidades curriculares estrechamente vinculantes como lo son: Flujo de carga y fallos simétricos así como Fallos asimétricos y Estabilidad Transitoria, con las que se pretende lograr estos objetivos.

La primera unidad curricular planteada denominada Flujo de carga y fallos simétricos, le permite al egresado desarrollar las competencias necesarias para desempeñarse en el área de análisis y planificación de sistemas eléctricos de potencia manejando los conceptos, procedimientos técnicos, así como las normas del sector eléctrico que le permitan planificar las redes de potencia de manera eficiente preservando el medio ambiente y en armonía con su entorno sociocultural.

En esta unidad curricular el futuro Ingeniero electricista conocerá la forma de representar cualquier sistema de potencia por medio del diagrama unifilar para un entendimiento gráfico de la configuración del sistema, así como aprenderá a utilizar el cálculo en por unidad para la solución de problemas de sistemas de potencia en diferentes condiciones de operación, permitiendo realizar cálculos de flujo de carga, cálculos de corrientes de cortocircuito para un fallo trifásico, así como aplicar adecuadamente las normas ANSI e IEC en el cálculo de un fallo trifásico en un sistema eléctrico de potencia.

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.

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	E2. Administra el sector del Servicio Eléctrico Nacional, bajo su responsabilidad, con la finalidad de asegurar el abastecimiento regular

los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos. G3. 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 impulsar nuevas situaciones y alcanzar la realización personal y profesional. G4. 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. G7. Gestión tecnológica: Utiliza con idoneidad las tecnologías de la información y la comunicación, requeridas para desempeñarse en el contexto académico y profesional. G8. 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. G11. Abstracción, análisis y síntesis. Delimita los elementos de un proyecto, diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.	de energía eléctrica en términos de eficiencia, calidad y economía. E6. 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 la utilización y consumo de energía eléctrica para su optimización. E8. 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.
--	--

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1. Representa cualquier sistema de potencia por medio del diagrama unifilar para un entendimiento grafico de la configuración del sistema.

RA2. Utiliza el cálculo en por unidad en la solución de problemas de sistemas de potencia diferentes condiciones de operación para la simplificación del análisis.

RA3. Calcula y explica el flujo de carga para diferentes condiciones de operación de un sistema eléctrico de potencia para determinar las variables de estado del mismo.

RA4. Determina la corriente de cortocircuito para un fallo trifásico en un sistema eléctrico de potencia para determinar su impacto en el mismo.

RA5. Aplica adecuadamente las normas ANSI e IEC en el cálculo de un fallo trifásico en un sistema eléctrico de potencia para comparar sus procedimientos y determinar cuál es más adecuado y efectivo en diferentes situaciones.

IV. CONTENIDOS

Resultados de Aprendizaje	Contenidos
RA1. Representa cualquier sistema de potencia por medio del diagrama unifilar para un entendimiento grafico de la configuración del sistema.	Conceptuales: Diagrama unifilar. Diagrama de impedancias. Diagrama de reactancias. Representación de cada una de las partes de un sistema de potencia. Procedimentales: Representa cualquier sistema de potencia por medio del diagrama unifilar para un entendimiento grafico de la configuración del sistema. Actitudinales: Reconoce la necesidad de representar un sistema de potencia mediante un diagrama unifilar Asume el rol que debe jugar un ingeniero que analiza un sistema eléctrico de potencia

RA2.Utiliza el cálculo en por unidad en la solución de problemas de sistemas de potencia diferentes condiciones de operación para la simplificación del análisis.	Conceptuales: Cantidades en por unidad. Criterios para la selección de las bases en sistemas por unidad. Impedancia en por unidad de cada uno de los elementos de un sistema de potencia. Ventajas de los cálculos en por unidad. Problemas sobre cálculo en por unidad. Procedimentales: Selecciona adecuadamente las bases en un sistema en pu. Utiliza el cálculo en por unidad de todos los parámetros del SEP en la solución de problemas inherentes a sistemas de potencia en diferentes condiciones de operación para la simplificación del análisis. Actitudinales: Reconoce la necesidad de hacer uso de los cálculos en por unidad en un SEP para la simplificación de los cálculos. Reconoce la importancia de seleccionar apropiadamente las bases del sistema para un cálculo adecuado usando el sistema en por unidad. Asume el rol que debe jugar un ingeniero que analiza un SEP.
---	---

RA3. Calcula y explica el flujo de carga para diferentes condiciones de operación de un sistema eléctrico de potencia para determinar las variables de estado del mismo.	Conceptuales: Definición del problema de flujo de carga. Clasificación de las barras de un sistema. Formación de la matriz [Y] de nodos. Determinación del perfil de voltajes por los métodos de Gauss Seidel y Newton Raphson. Estudio de la potencia que fluye en las líneas de los sistemas de potencia. Pérdidas de potencia en las líneas de transmisión del sistema de potencia. Balance de potencias en el sistema. Procedimentales: Identifica adecuadamente las barras del sistema de potencia previo a calcular el flujo de carga. Formula adecuadamente la matriz de nodos del sistema (matriz Y). Selecciona de manera adecuada el método de cálculo a utilizar para calcular el flujo de carga. Escribe satisfactoriamente el código necesario para la solución del flujo de carga usando lenguajes de programación. Usa satisfactoriamente programas para el cálculo de flujo de carga. Calcula adecuadamente el flujo de carga para diferentes condiciones de operación de un sistema eléctrico de potencia y de esa manera poder determinar las variables de estado del mismo como son voltajes, potencias y corrientes. Interpreta de manera correcta los resultados que se obtienen al correr un flujo de carga. Actitudinales: Reconoce el flujo de carga como una herramienta fundamental en la planificación y el análisis de los sistemas de potencia. Toma conciencia de la necesidad de interpretar adecuadamente los resultados obtenidos del flujo de carga para garantizar la adecuada operación del sistema de potencia. Asume el rol que debe jugar un ingeniero que analiza un sistema eléctrico de potencia.
--	--

RA4.Determina la corriente de cortocircuito para un fallo trifásico en un sistema eléctrico de potencia para determinar su impacto en el mismo.	Conceptuales: Definición del problema del fallo trifásico. Descripción de los elementos del sistema de potencia en régimen transitorio y subtransitorio. Parámetros de una máquina sincrónica. Cálculo de la corriente de cortocircuito trifásico por diferentes métodos. Problemas de cálculo. Uso de la matriz de impedancia de barras en el cálculo de fallos. Procedimentales: Comprende los conceptos asociados a una falla eléctrica, causas y consecuencias. Representa de manera adecuada los elementos de un SEP para el cálculo de cortocircuito. Determina la corriente de cortocircuito para un fallo trifásico en un SEP aplicando diferentes métodos.
	Analiza el impacto de las corrientes de fallo trifásico en el SEP. Selecciona interruptores basado en normas. Actitudinales: Reconoce la necesidad de determinar las corrientes de cortocircuito en un SEP. Toma conciencia de la importancia de modelar adecuadamente un sistema de potencia para el cálculo de las corrientes de cortocircuito. Asume el rol que debe jugar un ingeniero que analiza un SEP.
RA5.Aplica adecuadamente las normas ANSI e IEC en el cálculo de un fallo trifásico en un sistema eléctrico de potencia para comparar sus procedimientos y determinar cuál es más adecuado y efectivo en diferentes situaciones.	Conceptuales: Normas ANSI e IEC para el cálculo de fallos trifásicos. Selección de interruptores. Procedimentales: Aplica adecuadamente las normas ANSI e IEC en el cálculo de un fallo trifásico en un SEP. Compara los procedimientos aplicados por cada una de las normas. Determina cuál es la norma más adecuada y efectiva en diferentes situaciones. Selecciona adecuadamente interruptores de potencia. Aplica apropiadamente programas para el cálculo de fallos trifásicos basados en normas. Actitudinales: Reconoce la necesidad de conocer las diferentes normas que se aplican en el cálculo de fallos trifásicos. Toma conciencia de la importancia de aplicar adecuadamente la normas establecidas para el cálculo de fallos trifásicos

	Asume el rol que debe jugar un ingeniero que analiza un sistema eléctrico de potencia
--	---

b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
UNIDAD 1 –FLUJO DE CARGA Tema 1. <i>Aplicación de los Sistemas en por Unidad: Cálculo y Representación de Diagramas</i>	Diagrama unifilar, símbolos normalizados. Diagrama de impedancias. Diagrama de reactancias. Representación de cada una de las partes de un sistema de potencia. Cantidades en por unidad, criterios para la selección de las bases en sistemas por unidad. Impedancia en por unidad de cada uno de los elementos de un sistema de potencia. Ventajas de los cálculos en por unidad. Problemas sobre cálculo en por unidad.	11
Tema 2. <i>Estudio del Problema de Flujo de Carga.</i>	Definición del problema de flujo de carga. Clasificación de las barras de un sistema. Formación de la matriz [Y] de nodos. Determinación del perfil de voltajes por los métodos de Gauss Seidel y Newton Raphson. Estudio de la potencia que fluye en las líneas de los sistemas de potencia. Pérdidas de potencia en las	22
	líneas de transmisión del sistema de potencia. Balance de potencias en el sistema.	

UNIDAD 2 – FALLOS TRIFÁSICOS Tema3. <i>Estudio de los Fallos Trifásicos.</i>	Definición del problema del fallo trifásico. Descripción de los elementos del sistema de potencia en régimen transitorio. Corriente de cortocircuito en una máquina sincrónica. Reactancia subtransitoria, transitoria y de eje directo de la máquina sincrónica. Fuerza electromotriz detrás de la reactancia subtransitoria y transitoria. Cálculo de la corriente de cortocircuito trifásico por medio del equivalente de Thevenin. Cálculo de la corriente de cortocircuito usando el método de las fuerzas electromotrices detrás de la reactancia subtransitoria, método de la corriente total o corriente instantánea, método de la corriente simétrica, relación X/R. Problemas sobre cálculo de corriente de cortocircuito. Uso de la matriz de impedancia de barras en el cálculo de fallos.	16
Tema4. <i>Aplicación de las Normas ANSI E IEC en el Cálculo de Fallos Trifásicos</i>	Normas ANSI e IEC. Selección de interruptores	11

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
-----------	----------

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.

VII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Tema	Criterio de Evaluación	Resultado de Aprendizaje	Evidencias de Aprendizaje
1	Demuestra que sabe representar cualquier sistema de potencia por medio del diagrama unifilar	RA1	Prueba escrita
2	Demuestra que sabe Seleccionar adecuadamente las bases en un sistema en pu. Aplica adecuadamente la utilización del cálculo en por unidad de todos los parámetros del SEP en la solución de problemas inherentes al sistemas de potencia en diferentes condiciones de operación para la simplificación del análisis.	RA1, RA2	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo

3	Demuestra que sabe seleccionar adecuadamente las barras del sistema de potencia previo a calcular el flujo de carga. Formula adecuadamente la matriz de nodos del sistema (matriz Y). Selecciona de manera adecuada el método de cálculo a utilizar para calcular el flujo de carga. Realiza el cálculo adecuado del flujo de carga para diferentes condiciones de operación de un sistema eléctrico de potencia y determina las variables de estado del mismo como son voltajes, potencias y corrientes. Interpreta de manera correcta los resultados que se obtienen al correr un flujo de carga	RA1, RA2, RA3	Prueba escrita Desarrollo de software
4	Demuestra que comprende los conceptos asociados a una falla eléctrica, causas y consecuencias. Representa de manera adecuada los elementos de un SEP. Construye de manera adecuada la matriz de impedancias de barra.	RA1, RA2 y RA4	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo Desarrollo de software
	Determina la corriente de cortocircuito para un fallo trifásico en un SEP aplicando diferentes métodos. Determina el impacto de las corrientes de fallo trifásico en el SEP.		
5	Demuestra que sabe diferenciar las diferentes normas que se aplican en el cálculo de fallos trifásicos. Aplica adecuadamente las normas ANSI e IEC en el cálculo de un fallo trifásico en un SEP Comparar los procedimientos aplicados por cada una de las normas. Determina cuál es la norma más adecuada y efectiva en diferentes situaciones.	RA1, RA2, RA4 y RA5	Prueba escrita

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.

Grainger 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.

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

Olle Elger (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.(1986). *Electric Power Systems*. Editorial John Wiley & Sons. U.S.A.

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

