INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA VENEZUELA

<table>
<tr><td colspan="5">Carrera: Ingeniería Eléctrica</td></tr>
<tr><td colspan="4">Unidad Curricular: PROTECCIONES A REDES EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN</td><td>Código:P14</td></tr>
<tr><td colspan="4">Prelación: Fallos Asimétricos y Estabilidad</td><td>Condición: Obligatoria</td></tr>
<tr><td>HT: 4</td><td>HP: 0</td><td>HL: 0</td><td>HTI: 8</td><td>Créditos:3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ubicación: Décimo cuarto Trimestre</td><td colspan="2">Componente: Formación Profesional Específica</td><td>Fecha de Aprobación:</td></tr>
</table>

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

I. JUSTIFICACIÓN

Para el correcto funcionamiento de un sistema de distribución de energía eléctrica en todas sus etapas, éste debe estar correctamente protegido a fin de cumplir con las premisas principales de todo sistema: garantizar un servicio eléctrico continuo, confiable, eficaz y seguro. En virtud de ello el futuro Ingeniero Electricista debe conocer: funcionamiento y operación de todos los dispositivos que se utilizan para proteger un sistema eléctrico de distribución en baja y media tensión contra las numerosas fallas que pudieran presentarse en el sistema, aplicando los criterios de diseño que deben considerarse para proteger adecuadamente el mismo.

En la unidad curricular Protecciones de Sistemas Eléctricos en Baja y Media Tensión se utilizan los conocimientos previos de los elementos que conforman un sistema en baja y media tensión para analizar las condiciones de operación que implicarían un riesgo para el sistema y ante las cuales hay que protegerlo. En esta unidad el futuro ingeniero electricista adquiere todos los conocimientos necesarios para desempeñarse como un ingeniero en el área de las protecciones eléctricas tanto a nivel de planificación, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de protección en Baja y Media Tensión.

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 los apoyos gráficos para un adecuado desempeño en entornos sociales y culturales diversos. **G3.** Aprendizaje, desarrollo personal y profesional: Aprende por iniciativa e	**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.

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. **G6.** Liderazgo y trabajo en equipo : Integra equipos de trabajo, con adecuado desempeño de las relaciones interpersonales, en los que fomenta valores como el respeto, la responsabilidad, la unidad y la cooperación, con el propósito de desarrollar proyectos que motiven y conduzcan hacia metas comunes. **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,	**E7.** Aplica y planifica programas de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, instalaciones y sistemas de: conversión de energía, instrumentación, control y protección, electrónicos y de comunicaciones básicas, para asegurar su correcto funcionamiento y conservación, siguiendo los procedimientos técnicos correspondientes **E9.** Desarrolla tecnologías o las adapta con el interés de dar soluciones óptimas a diversos problemas asociados a cada contexto laboral en particular. **E14.** Selecciona apropiadamente los elementos y equipos a utilizar tanto en un sistema eléctrico, como en las configuraciones básicas de sistemas de comunicaciones, para asegurar su efectividad.

diseño o problema para su análisis y posterior integración al todo.	

III.RESULTADOS DE APRENDIZAJE Al finalizar con éxito la unidad curricular el estudiante:

RA1.Identifica las potenciales fallas que se presentan en un sistema eléctrico de media y baja tensión para determinar sus causas y riesgos asociados a ellas.

RA2. Analiza cómo prevenir y disminuir el efecto de una falla en un sistema eléctrico de media y baja tensión para garantizar un diseño adecuado del sistema de protección.

RA3. Distingue las características de los diferentes dispositivos de protección existentes para seleccionarlos y utilizarlos adecuadamente.

RA4. Realiza pruebas a dispositivos de protección utilizando las herramientas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de los mismos.

RA5. Planifica los sistemas de protección en media y baja tensión manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros para obtener un sistema eléctrico seguro, confiable, eficiente y correctamente coordinado.

RA6. Utiliza programas de simulación de dispositivos y sistemas de protección para el análisis de su desempeño en un sistema de distribución de media y baja tensión.

RA7. Elabora planos de protecciones eléctricas en media y baja tensión manejando las herramientas y técnicas adecuadas para su representación gráfica.

II. CONTENIDOS

Resultados de Aprendizaje	***Contenidos***

RA1. Identifica las potenciales fallas que se presentan en un sistema eléctrico de media y baja tensión para determinar sus causas y riesgos asociados a ellas	***Conceptuales:*** Tipos de Falla Riesgos que acarrea cada falla Causas de las fallas ***Procedimentales:*** Identifica las diferentes fallas a los que está sometido un sistema eléctrico y riesgos asociados a ellas Reconoce las causas de las fallas eléctricas ***Actitudinales:*** Toma conciencia de los riesgos a los que está sometido un sistema eléctrico Reconoce la importancia que tienen los sistemas de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeta las normativas que debe cumplir cuando planifica un sistema
RA2. Analiza cómo prevenir y disminuir el efecto de una falla en un sistema eléctrico de media y baja tensión para	***Conceptuales:*** Procedimientos y técnicas para la prevención de fallas Procedimientos y técnicas Disminución de efectos de una falla Propiedades generales de los dispositivos de protección
garantizar un diseño adecuado del sistema de protección	***Procedimentales:*** Aplica los procedimientos adecuados para prevenir y disminuir el efecto de una falla en un sistema eléctrico de media y baja tensión ***Actitudinales:*** Toma conciencia de los riesgos a los que está sometido un sistema eléctrico Reconoce la importancia que tienen los sistemas de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Acepta las normativas que debe cumplir a la hora del diseño
RA3. Distingue las características de los diferentes dispositivos de protección existentes para seleccionarlos y utilizarlos adecuadamente	***Conceptuales:*** Definición, características, propiedades y pruebas para los diferentes dispositivos de protección utilizados en BT y MT ***Procedimentales:*** Utiliza los diferentes dispositivos de protección existentes en el mercado ***Actitudinales:*** Reconoce la importancia que tienen los dispositivos de Protección Y cómo funciona cada uno de ellos Demuestra interés por usar adecuadamente cada uno de los dispositivos de Protección

RA4. Realiza pruebas a dispositivos de protección utilizando las herramientas adecuadas para comprobar el correcto funcionamiento de los mismos	***Conceptuales:*** Pruebas a dispositivos de protección ***Procedimentales:*** Aplica las pruebas adecuadas a los diferentes dispositivos de protección ***Actitudinales:*** Reconoce la importancia que tienen los dispositivos de Protección Y cómo funciona cada uno de ellos Demuestra interés por usar adecuadamente cada uno de los dispositivos de Protección
RA5. Planifica los sistemas de protección en media y baja tensión manejando conceptos, procedimientos técnicos, legales, socioeconómicos y financieros para obtener un sistema eléctrico seguro, confiable, eficiente y correctamente coordinado	***Conceptuales:*** Criterios de diseño de un sistema de protección Procedimientos técnicos Normas asociadas al diseño de sistemas de protección en MT y BT Coordinación de Protecciones en MT y BT ***Procedimentales:*** Aplica adecuadamente esos criterios de diseño y las normativas correspondientes a cada caso Coordina adecuadamente los dispositivos utilizados en el sistema Realiza análisis económico del sistema de protección planteado ***Actitudinales:*** Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeta las normativas que debe cumplir en el diseño
RA6. Utiliza programas de simulación de dispositivos y sistemas de protección para el análisis de su desempeño en un sistema de distribución de media y baja tensión	***Conceptuales:*** Programas para la simulación de sistemas de protección Conocimientos sobre protecciones **Procedimentales:** Aplica herramientas computacionales para simular sistemas de protección ***Actitudinales:*** Reconoce la importancia de usar herramientas computacionales para el análisis de los sistemas de Protección Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeta las normativas que debe cumplir en el diseño

RA7. Elabora planos de protecciones eléctricas en media y baja tensión manejando las herramientas y técnicas adecuadas para su representación gráfica	***Conceptuales:*** Herramientas y técnicas para la elaboración de planos Conocimientos sobre protecciones ***Procedimentales:*** Aplica las herramientas, técnicas y conocimientos técnicos adecuados para elaborar planos eléctricos ***Actitudinales:*** Asume el rol que debe jugar un ingeniero que planifica un sistema de protección Respeta las normativas que debe cumplir en el diseño

b. Temario

UNIDAD/TEMA	CONTENIDO	Tiempo (horas)
UNIDAD 1 – ***Tema1.-*** *Importancia de Proteger a un Sistema de Potencia en BT y MT*	Tipos de Falla. Riesgos que acarrea cada falla Causas de las fallas: Sobretensiones por maniobras o por descargas atmosféricas. Nivel básico de aislamiento. Como prevenir las fallas: Descargadores: funcionamiento, tipos, selección. Coordinación del nivel de aislamiento. Cable de guarda Como disminuir los efectos de una falla Propiedades generales de un dispositivo de protección Criterios de diseño de un sistema de protección	9
Tema 2.- *Dispositivos de protección utilizados para BT y MT*	Definición, características, propiedades y pruebas para los diferentes dispositivos de protección utilizados en BT y MT como son: Fusibles, Interruptores de caja moldeada, interruptores de potencia de baja tensión, Reconectadores, Seccionalizadores, Relés de sobrecorriente. Selección y calibración de los diferentes dispositivos de protección Ejecución de prácticas que involucren las diferentes pruebas a que deben ser sometidos los dispositivos de protección	18
Tema 3.- *Coordinación de Protecciones de los*	Coordinación de protecciones: Definición, criterios de coordinación para los diferentes dispositivos de protección en BT y MT y las diferentes combinaciones entre ellos.	21

c. *Contenidos transversales*

dispositivos en BT y MT	Simulación de Sistemas de protección planificados usando las herramientas computacionales adecuadas y comprobación de la coordinación de protecciones Elaboración de planos esquemáticos de los Sistemas de protección planificados usando las herramientas adecuadas	

Liderazgo y trabajo en equipo. Desarrollo de habilidades para trabajos en grupo, tanto en tareas asignadas en la unidad curricular como en el desarrollo de prácticas en el laboratorio. Será desarrollado en las actividades grupales de laboratorio.

V. REQUERIMIENTOS

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

Realiza cálculos básicos de circuitos eléctricos

Verifica las capacidades térmicas y dinámicas de equipos

Aplica las propiedades de los materiales

Realiza cálculos de flujos de carga en un sistema de potencia eléctrica Realiza cálculos de cortocircuito de sistemas de potencia.

Realiza diagramas básicos de circuitos de control

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 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	Explica cuáles son los diferentes tipos de fallas que pueden presentarse en un sistema de potencia en BT y MT, cuáles son sus causas, consecuencias, cómo prevenirlas y cómo disminuir su efecto en el sistema. Explica cuáles son las principales propiedades que tienen que cumplir un dispositivo de protección. Describe cada uno de los criterios de diseño que deben tenerse en cuenta a la hora de elaborar un diseño de protección a un sistema eléctrico en BT y MT.	RA1 y RA2	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo
2	Describe el comportamiento de cada uno de los dispositivos de protección usados para proteger sistemas en BT y MT. Aplica de manera adecuada la ubicación de cada uno de los dispositivos de protección usados para proteger sistemas en BT y MT. Ejecuta prácticas que involucren las diferentes pruebas a que deben ser sometidos los dispositivos de protección	RA3 y RA4	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo
3	Aplica los criterios de coordinación para planificar el las protecciones a un sistema en BT y MT, Aplica el conocimiento de herramientas computacionales para la simulación del sistema planificado y comprueba la adecuada coordinación entre los diferentes dispositivos de protección presentes en el sistema. Aplica el uso de herramientas de dibujo adecuadas para elaborar los planos esquemáticos de los Sistemas de protección planificados	RA5, RA6, RA7	Prueba escrita Informe de trabajo autónomo

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, laboratorio con equipos adecuados para hacer las pruebas a los equipos.

IX.FUENTES DE INFORMACIÓN

Básicas

McGraw Edison Co. Distribution System Protection Manual. Power System División, Canonburg. Pennsylvania. Bulletin Nº 71022.

Valderrama, German., (1994), Protección y Coordinación de Sistemas Eléctricos de Distribución, UNEXPO.

Complementarias

Cooper Power Systems, (1990), Electrical Distribution System Protection.

Enríquez Harper, Gilberto., (1994), "Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales", Ed. Limusa, México.

Mason, C. Russel,. (1956) "The Art and Science of Protective Relaying", Ed. John Wiley and Sons, New York.

Ravindranath, M.Chander, (1980), "Power System Protection and Switchgear", Ed. Limusa, México.

Sitios web

"Catálogos de Relés de Protección General Electric" disponible en http://www.geindustrial.com/cwc/products?famid=31,

"Catálogos de Productos de Cooper Power Systems". disponible en http://www.cooperpower.com/Library/Literature/,