



A) CURSO

Clave	Asignatura
5565	Protecciones Eléctricas.

Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos	Horas Totales
3	2	3	8	48 teoría 32 práctica

B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

	IEA	IM	IMA	IME	IMT
Nivel:	IX			IX	
Tipo (Optativa, Obligatoria)	Optativa			Optativa	
Prerequisito:	315 créditos			360 créditos	
Clasificación CACEI:	IA			IA	

C) OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

Determinar las características de protección de las diferentes partes de un sistema eléctrico. Conocerá el funcionamiento y la aplicación de los diferentes dispositivos utilizados para protección de sistemas eléctricos. Conocerá la normatividad aplicable a los sistemas de protección. Podrá hacer estudios básicos de ajuste y coordinación de protecciones

C) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

1. Introducción a los sistemas de protección		3 hrs
Objetivo Específico:	Que el alumno aplique los conceptos básicos y las herramientas utilizadas en el diseño de sistemas de protección de sistemas eléctricos de potencia.	
1.1.- Introducción y función de la protección. 1.2.- Consideraciones del problema de protección. 1.3.- Estructura general de una protección. 1.4.- Propiedades de la protección. 1.5.- Clasificación de las protecciones y de los relevadores. 1.6.- Necesidad de los sistemas de respaldo. 1.7.- Consideraciones económicas.		
Lecturas y otros recursos	Lectura de libros especializados en el tema [1]-[6].	
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor y exposición de los estudiantes.	
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, resolución de ejercicios y problemas y lecturas.	
2. Transformadores de medición		3 hrs



Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda a seleccionar los transformadores utilizados medición de corriente y de voltaje utilizados en los esquemas de protección.
	2.1.- Introducción. 2.2.- Teoría de estado estacionario. 2.3.- Transformadores de corriente. 2.4.- Transformadores de voltaje.
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1], [6].
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor y exposición de los estudiantes.
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, resolución de ejercicios y problemas y lecturas.

3. Fusibles		3 hrs
Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda a seleccionar fusibles para protección.	
	3.1.- Introducción. 3.2.- Mecanismo de operación del fusible. 3.3.- Voltaje de arco. 3.4.- Características tiempo/corriente. 3.5.- Discriminación. 3.6.- Pruebas de fusibles.	
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1]-[2].	
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor y exposición de los estudiantes.	
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, resolución de ejercicios y problemas y lecturas.	

4. Relevadores de sobrecorriente		5 hrs
Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda a identificar los relevadores de sobrecorriente y sus aplicación.	
	4.1.- Introducción 4.2.- Consideraciones generales. 4.3.- Protección de sobrecorriente de tiempo constante. 4.4.- Protección de sobrecorriente de tiempo inverso. 4.5.- Protección de sobrecorriente contra cortocircuitos a tierra en sistemas sólidamente aterrizados. 4.6.- Relevador de sobrecorriente. 4.7.- Aplicación en alimentadores de distribución. 4.8.- Protección de alimentadores trifásicos. 4.9.- Relevador de sobrecorriente direccional. 4.10.- Limitaciones de los relevadores de sobrecorriente.	
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1]-[6].	
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor, exposición guiada de los estudiantes, organización por equipos y uso del método de aprendizaje basado en problemas.	
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, lecturas, resolución de problemas y ejercicios, y análisis de problemas reales.	

5. Protección de distancia		6 hrs
-----------------------------------	--	--------------



Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda a aplicar el principio de operación y la metodología de cálculo de los parámetros de ajuste de las protecciones de distancia, así como sus conexiones, principios básicos de operación y su afectación por oscilaciones de potencia.
	5.1.- Principio de operación. 5.2.- Requerimiento de los parámetros de ajuste 5.3.- Características de los relevadores de distancia en el plano complejo. 5.4.- Principios de operación de los relevadores de distancia monofásicos 5.5.- Efecto de las oscilaciones de potencia y pérdidas de sincronismo y métodos de bloque de disparo. 5.6.- Protección tipo piloto de líneas de transmisión
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1], [2], [4].
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor, exposición guiada de los estudiantes, organización por equipos y uso del método de aprendizaje basado en problemas.
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, lecturas, resolución de problemas y ejercicios, y análisis de problemas reales.

6. Protección de generadores		15 hrs
Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda los fundamentos de la protecciones de generadores.	
	6.1.- Introducción. 6.2.- Protección contra cortocircuitos entre fases en el estator. 6.3.- Relevadores de porcentaje diferencial. 6.4.- Protección contra cortocircuitos entre vueltas de una misma fase en el estator. 6.5.- Protección contra cortocircuitos a tierra en el estator. 6.6.- Protección de respaldo contra cortocircuitos externos. 6.7.- Protección contra sobrecargas balanceadas. 6.8.- Protección contra sobrecargas desbalanceadas. 6.9.- Protección contra pérdida o reducción de excitación. 6.10.- Protección contra sobrevoltaje. 6.11.- Protección contra contactos con tierra en el circuito de excitación. 6.12.- Protección contra motorización.	
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1], [2], [4].	
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor, exposición guiada de los estudiantes, organización por equipos y uso del método de aprendizaje basado en problemas.	
Actividades de aprendizaje	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, lecturas, resolución de problemas y ejercicios, y análisis de problemas reales.	

7. Protección en transformadores y buses		13 hrs
Objetivo Específico:	Que el alumno aprenda los diferentes esquemas de protección y sus elementos utilizados en transformadores y buses.	
	7.1.- Protección diferencial en transformadores. 7.2.- Protección contra sobrecorrientes en transformadores. 7.3.- Protección mecánica en transformadores. 7.4.- Casos de estudio de protección de transformadores. 7.5.- Protección en buses. 7.6.- Casos de estudio de protección de buses.	
Lecturas y otros recursos	Lectura de artículos y libros especializados en el tema [1]-[6].	
Métodos de enseñanza	Presentación de los temas por parte del profesor, exposición guiada de los estudiantes, organización por equipos y uso del método de aprendizaje basado en problemas.	



Actividades aprendizaje	de	Discusión de los temas de la unidad, simulación usando programas profesionales, experimentos de laboratorio, lecturas, resolución de problemas y ejercicios, y análisis de problemas reales.
--------------------------------	-----------	--

E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Exposición de temas: análisis y síntesis de los conceptos expuestos en el programa del curso. Ejercicios de modelado y simulación en programas digitales en apoyo de un aprendizaje significativo, uso de herramientas como plataformas digitales en línea, discusión de tareas que estimulen el trabajo colaborativo entre los estudiantes, aplicación de exámenes y desarrollo de prácticas de laboratorio.

Las prácticas propuestas para este laboratorio son las siguientes:

	Nombre	Objetivo
1	Transformadores de medición de voltaje	Identificar las características y aplicaciones de los transformadores de voltaje, en particular, el uso de transformadores trifásicos de voltaje aterrizados a tierra.
2	Transformadores de medición de corriente	Identificar las características y aplicaciones de transformadores de corriente.
3	Relevador digital de bajo voltaje y sobre voltaje	Identificar las características y aplicaciones de los relevadores de sobre voltaje o de bajo voltaje.
4	Relevador de sobre corriente de tiempo inverso	Identificar las características y aplicaciones de los relevador de sobrecorriente de tiempo inverso.
5	Relevador de sobre corriente dependiente de la dirección	Identificar las características y aplicaciones de los relevadores de sobrecorriente dependientes de la dirección, como dispositivos de protección en sistemas de distribución.
6	Protección de sobre corriente con Hardware en el lazo de simulación	Realizar la protección de sobre corriente usando simulación en tiempo real. El alumno entenderá la forma de calcular e ingresar los parámetros al relevador.
7	Protección de distancia con Hardware en el lazo de simulación	Realizar la protección de distancia usando simulación en tiempo real. El alumno entenderá la forma de calcular e ingresar los parámetros al relevador.
8	Relevadores direccionales de potencia	Identificar las características y aplicaciones de los relevadores direccionales de potencia
9	Protección de transformadores y buses	El objetivo de este ejercicio es examinar los principios teóricos fundamentales para la protección de transformadores y buses haciendo uso de un transformador diferencial. El alumno conocerá los diferentes esquemas de protección utilizados.

F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Elaboración y/o presentación de:		Periodicidad	Abarca	Ponderación
Primer examen Parcial				
Examen teórico:	50 %	En la sesión 14. Al término de la Unidad IV.	Unidad I, II III y IV.	29.16 %
Tareas:	20 %			
Prácticas de coordinación:	30 %			
Total:	100 %			
Segundo Examen Parcial		En la sesión 35.		



Examen teórico:	50 %	Al término de la Unidad VI.	Unidad V y VI.	43.75 %
Tareas:	20 %			
Prácticas de coordinación:	30 %			
Total:	100 %			
Tercer Examen parcial		En la sesión 48.	Unidad VII.	27.08%
Examen teórico:	50 %			
Prácticas estabilidad transitoria:	30 %	Al término de la unidad VII.		
Tareas	20 %			
Total:	100 %			
Total				100 .00%
Examen Ordinario		La suma de los porcentajes en cada parcial.		
Examen Extraordinario		Examen teórico escrito de todas las unidades 100%		
Examen a Título		Examen teórico escrito de todas las unidades 100%		
Examen de Regularización		Examen teórico escrito de todas las unidades 100%		
Otras actividades académicas requeridas.		Asistencia a conferencias locales, nacionales o internacionales o visitas de campo.		

G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Textos básicos

- [1] Blackburn, J. L., & Domin, T. J. (2014). *Protective relaying: principles and applications*. CRC press.
- [2] Horowitz, S. H., & Phadke, A. G. (2008). *Power system relaying* (Vol. 22). John Wiley & Sons.
- [3] Short, T. A. (2014). *Electric power distribution handbook*. CRC press.
- [4] Phadke, A. G., & Thorp, J. S. (2009). *Computer relaying for power systems*. John Wiley & Sons.
- [5] Khan, S., Khan, S., & Ahmed, G. (2007). *Industrial power systems*. CRC Press.
- [6] Zocholl, S. E. (2004). *Analyzing and Applying Current Transformers*. Schweitzer Engineering Laboratories.
- [7] <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
- [8] <https://www.selinc.com/>
- [9] <http://www.abb.com/>