

**FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA**

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Protecciones Eléctricas
Código	DIE-GITI-433
Título	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Cuarto Curso]
Créditos	6,0
Carácter	Optativa (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Luis Rouco Rodríguez
Horario de tutorías	Cita previa petición por correo electrónico

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Luis Rouco Rodríguez
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Francisco de Ricci, 3 [D-122]
Correo electrónico	Luis.Rouco@iit.comillas.edu
Teléfono	6109
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Alberto Carlos Barrado Sánchez
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	abarrado@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Francisco Javier Martín Herrera
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	fjmartin@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Juan Torres Pozas
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	jtpozas@icai.comillas.edu
Profesor	



Nombre	María Teresa Sánchez Carazo
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-124]
Correo electrónico	tsanchez@icai.comillas.edu
Teléfono	2401

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

Todos los componentes del sistema eléctrico (generadores, transformadores, motores, líneas) deben estar protegidos adecuadamente para que en caso de una falta o funcionamiento anómalo se preserve no sólo su integridad física sino el funcionamiento del sistema. Las protecciones envían señales de actuación a los interruptores para aislar el elemento en falta.

Al finalizar el curso los alumnos conocerán los diferentes sistemas de protección de generadores, transformadores, motores, líneas y barras. Sabrán concebir sistemas de protección de componentes y sistemas de diferente responsabilidad y complejidad y calcular los ajustes de las protecciones de dichos sistemas.

La asignatura de protecciones aplica de forma integral los conocimientos de electrotecnia, máquinas eléctricas y sistemas eléctricos de potencia a un problema eminentemente práctico.

La asignatura combina adecuadamente teoría y laboratorio. En el laboratorio, los alumnos incorporarán los ajustes calculados a protecciones comerciales y probarán el funcionamiento de las protecciones ajustadas utilizando maletas de prueba de protecciones tal y como se hace en la realidad práctica.

Prerrequisitos

Asignaturas relacionadas: Electrotecnia (2º), Máquinas Eléctricas (3º) y Ampliación de los Sistemas de Energía Eléctrica (4º).

Para la teoría se requieren el dominio de la electrotecnia (circuitos trifásicos equilibrados), las máquinas eléctricas (principios de funcionamiento y circuitos equivalentes de generadores, transformadores y motores) y los sistemas eléctricos de potencia (circuitos equivalentes de líneas, solución de circuitos en condiciones desequilibradas por el método de componentes simétricas). Los temas de protección de



instalaciones de media y baja tensión vistos en la asignatura de instalaciones de media y baja tensión es una excelente introducción a esta asignatura.

Por su parte, en el laboratorio de la asignatura se precisan conocimientos básicos de seguridad eléctrica, manejo de equipos de medida, montaje de esquemas eléctricos y la elaboración de informes de ensayos. Finalmente, se requiere el manejo adecuado de aplicaciones informáticas en la ingeniería.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

CG03	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
CG04	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
CG05	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

ESPECÍFICAS

CEE03	Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión
CEE04	Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.

Resultados de Aprendizaje

RA1	Identificar las distintas tecnologías de protecciones.
RA2	Conocer los criterios y algoritmos fundamentales de protecciones y aplicarlos (definición de equipamiento, dimensionamiento de aparamenta y cableado, cálculo de ajustes, etc.).
RA3	Conocer la interrelación de los sistemas de protección con otros sistemas (equipos de alta tensión, comunicaciones, despachos, etc.)
RA4	Analizar registros oscilográficos.
RA5	Diseñar circuitos de pruebas y probar protecciones en el laboratorio

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS



Contenidos – Bloques Temáticos

Teoría

Tema 1: Sistemas de protección

1. Definición de sistema de protección.
2. Características de los sistemas de protección
3. Componentes de los sistemas de protección.
4. Relés de protección. Temporización. Magnitud medida. Entradas lógicas.
5. Protecciones principal y de reserva.

Tema 2: Protección de líneas de distribución

1. Líneas y redes de distribución.
2. Protección de sobreintensidad. Tiempo definido. Tiempo inverso. De fase y de neutro.
3. Protección de sobreintensidad direccional. Magnitud de polarización.

Tema 3: Protección de transformadores

1. Introducción.
2. Tipos de defectos en transformadores
3. Protecciones propias del transformador.
4. Protecciones eléctricas. Diferencial. Sobreintensidad. Tierra restringida. Cuba. Sobrecarga. V/Hz.
5. Esquemas de protección.

Tema 4: Protección de líneas de transporte

1. Introducción.
2. Tipos de defectos en transformadores
3. Protecciones propias del transformador.
4. Protecciones eléctricas. Diferencial. Sobreintensidad. Tierra restringida. Cuba. Sobrecarga. V/Hz.
5. Esquemas de protección.

Tema 5: Protección de barras

1. Barras de subestaciones. Configuraciones de subestaciones.
2. Protecciones de barras. Distancia. Diferencial de barras. Fallo de interruptor. Tensión.

Tema 6: Protección de generadores

1. Principios de protección de generadores.
2. Regulación de generadores.
3. Tipos de defectos.



4. Actuación de protecciones.
5. Protección contra falta a tierra. Tierra-estator. Tierra-rotor.
6. Protección contra faltas entre fases. Diferencial. Diferencial de bloque. Sobreintensidad. Distancia.
7. Protecciones frente a funcionamiento fuera de margen. Sobrecarga del estator. Secuencia inversa. Sobretensión.
8. Protecciones frente a funcionamiento anómalo. Pérdida de excitación. Pérdida de sincronismo. Potencia inversa. Mínima potencia. Sobre frecuencia. Sobrevelocidad. Energización accidental. Fallo de interruptor. Corrientes de eje.
9. Esquemas de protección.

Tema 7: Protección de motores

1. Motores.
2. Protecciones generales de motores. Tierra-estator. Faltas entre espiras. Sobrecargas. Secuencia inversa. Defectos entre espiras. Rotor bloqueado. Mínima tensión. Mínima potencia.
3. Protecciones específicas de motores síncronos. Sobreintensidad de rotor. Pérdida de excitación. Mínima frecuencia.
4. Esquemas de protección.

Laboratorio

1. Introducción

Seguridad. Mesa de trabajo. Maleta de prueba PT-50-CET. Verificación de la maleta de prueba. Sincronización de la maleta de prueba con la mesa de trabajo. Ensayo con amperímetros.

2. Protección de líneas de distribución

Protección AREVA MiCON P125/P126/P127. Cálculos previos: ajuste. Incorporación ajustes a la protección. Protección de sobreintensidad de tiempo definido. Protección de sobreintensidad de tiempo inverso. Protección direccional de neutro.

3. Protección de transformadores

Protección GE T345. Cálculos previos: ajuste. Incorporación ajustes a la protección. Ensayo con carga nominal. Ensayo de la pendiente de frenado 1. Ensayo de la pendiente de frenado 2.

4. Protección de líneas de transporte

Protección AREVA MiCOM P543/P544/P545/P546. Cálculos previos: ajuste. Incorporación ajustes a la protección. Primera zona de la protección de distancia. Segunda zona de la protección de distancia. Tercera zona de la protección de distancia.

5. Protección de generadores

Protección GE G60. Cálculos previos: ajuste. Incorporación ajustes a la protección. Ensayo de secuencia



inversa. Ensayo de potencia inversa. Ensayo de pérdida de excitación.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva.** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes. Previa a las sesiones teóricas se podrán realizar pequeñas pruebas para evaluar el trabajo no presencial de los alumnos.
2. **Resolución en clase de problemas ejemplo.** Resolución de algún problema clave para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
3. **Resolución en clase de problemas propuestos.** Resolución de problemas que el alumno ha debido preparar previamente. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
4. **Resolución grupal de problemas.** El profesor planteará pequeños problemas que los alumnos resolverán en pequeños grupos en clase y cuya solución discutirán con el resto de grupos.
5. **Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas. Las prácticas de laboratorio requerirán de la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio. Previamente a toda práctica de laboratorio se realizará una pequeña prueba para comprobar la preparación de la misma así como el análisis de la última práctica..
6. **Tutorías.** Se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Metodología No presencial: Actividades

1. **Estudio del material presentado en clase.** Actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.
2. **Estudio del material teórico no presentado en clase.** Algunos temas serán estudiados por el alumno sin presentación teórica en clase. Se mandarán problemas y actividades individuales y cooperativas que luego se discutirán en clase para asegurarse de la correcta comprensión por parte del alumno
3. **Resolución de problemas propuestos.** La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
4. **Trabajo en grupo.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar una tarea fuera del horario lectivo que requerirá compartir la información y los recursos entre los miembros con vistas a alcanzar un objetivo común.
5. **Preparación de las prácticas** de laboratorio y elaboración de los informes de laboratorio.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO



HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior
30,00	20,00	10,00
HORAS NO PRESENCIALES		
Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno	Estudios y Trabajos de carácter práctico individual	Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior
60,00	40,00	20,00
CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)		

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Prueba tipo test	Selección respuesta correcta	25 %
Pruebas de seguimiento Examen final	• Comprensión de conceptos. • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. • Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. • Presentación y comunicación escrita.	55 %
Informes de laboratorio	• Aplicación de conceptos a la realización de prácticas en el laboratorio. • Análisis crítico de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio. • Presentación y comunicación escrita.	20 %

Calificaciones**Convocatoria ordinaria**

- **Nota total:** 80% Teoría + 20% Laboratorio
- **Teoría** (sobre 100%): 3x10% pruebas de seguimiento, 70% examen final. Las pruebas de



seguimiento se realizarán en horas de clase.

- **Laboratorio** (sobre 100%): 20% cálculos previos, 10% trabajo en el laboratorio y 20% informes de los ensayos, 50% examen final.
- Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida y se guardará la calificación de la parte aprobada hasta la convocatoria extraordinaria.

Convocatoria extraordinaria

- **Nota total:** 80% Teoría + 20% Laboratorio
- **Teoría** (sobre 100%): 30% calificación que obtuvo el alumno en su **evaluación continua** de la teoría (pruebas de seguimiento), 70% examen convocatoria extraordinaria.
- **Laboratorio** (sobre 100%): 50% calificación que obtuvo el alumno en su **evaluación continua** del laboratorio (pruebas de preparación, trabajo en el laboratorio e informes), 50% examen convocatoria extraordinaria.
- Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida. Si se repite la asignatura no se conservará la nota de la parte aprobada si se diera el caso.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Ver tabla adjunta al final del documento		

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- P. Montané, "Protecciones en las Instalaciones Eléctricas: Evolución y Perspectivas", Segunda Edición, Marcombo, Barcelona, 1993.

Bibliografía Complementaria

- S. H. Horowitz, A. G. Phake, "Power System Relaying", Second Edition, Research Studies Press Ltd., Tauton, 1995.
- Alstom, "Network Protection & Automation Guide - NEW Edition", disponible en <http://www.alstom.com/grid/products-and-services/Substation-automation-system/protection-relays/Network-Protection-Automation-Guide-NEW-2011-Edition/>
- ABB, "Protective Relaying. Theory and Applications", Marcel Dekker, New York, 1994.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Cada semana puede tener actividades de tres tipos: (1) Trabajo presencial en el aula, (2) Trabajo no presencial y (3) Trabajo presencial en el laboratorio. Dentro del trabajo no presencial, se distinguen 4 tipos de actividades: estudio autónomo de la Teoría (T), resolución de Problemas (P), prácticas de Laboratorio (L) y Repaso y profundización (R).

Las pruebas de seguimiento de la teoría se han resaltado en negrita.

Semana	Presencial					No presencial				Total horas
	Aula				Lab.					
	Temas	Eva	Teo	Prob.		T	P	L	R	
1	Presentación, Tema 1, Tema 2		4			8				12
2	Tema 2		2	2		4	4			12
3	Tema 3		2	2		4	4			12
4	Tema 4		4			4			4	12
5	Examen, Práctica 1	2			2			4	4	12
6	Tema 4, Tema 5		2	2		4	4			12
7	Tema 6, Práctica 2		2		2	4		4		12
8	Temas 6		2	2		4	4			12
9	Tema 6, Práctica 3		2		2			4	4	12
10	Examen, Tema 6	2		2			4		4	12
11	Tema 6, Práctica 4		2		2	4		4		12
12	Tema 6, Tema 7		2	2		4	4			12
13	Repaso, Práctica 5		2		2	4		4		12
14	Repaso		2	2					8	12
15	Repaso		2	2					8	12
Diciembre	Exámenes									
		4	30	16	10	44	24	20	32	180
		Total Pres. 60				Total No Pres. 120				