



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICISTA

ASIGNATURA: PROTECCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

CÓDIGO: 0437

AÑO ACADÉMICO: 2016

PLAN DE ESTUDIO: 2004

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO

DOCENTE A CARGO: Ing. Daniel Tourn – Profesor Asociado

EQUIPO DOCENTE:
Ing. Daniel Tourn – Profesor Asociado
Dr. Juan Carlos Amatti - Profesor Asociado
Ing. Gabriel Campetelli – Profesor Adjunto
Ing. Leonardo Sanchez – Ayudante de Primera

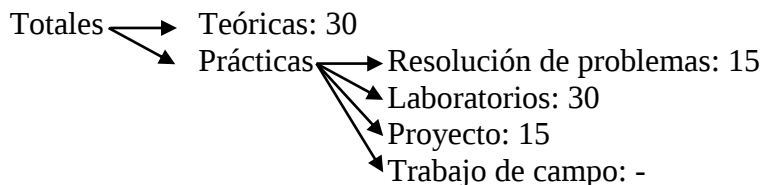
RÉGIMEN DE ASIGNATURAS: (*)

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0430	0432
0431	0436

(*) Para cursar asignaturas de cuarto año en adelante se debe tener aprobado Inglés Nivel I y Nivel II

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 6



CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

Comprensión de los principios generales de la protección de los Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. Estudio de los esquemas fundamentales de protección de los elementos de un Sistema Eléctrico. Estudio de métodos de cálculo de parámetros de ajuste de protecciones. Estudio de los principios de funcionamiento de los relevadores de protección. Realización de pruebas de laboratorio de distintos tipos de relevadores.

CONTENIDOS:

1. Consideraciones generales sobre la protección de sistemas eléctricos de potencia

- 1.1- Introducción
- 1.2- Función de la protección
- 1.3- Relevador
- 1.4- Estructura general de una protección
- 1.5- Fallas y regímenes anormales en sistemas eléctricos de potencia
- 1.6- Protección contra cortocircuitos y contra regímenes anormales
- 1.7- Propiedades de la protección
- 1.8- Clasificación de las protecciones por su selectividad
- 1.9- Clasificación de los relevadores por su base constructiva
- 1.10- Estado actual y tendencias de desarrollo de la técnica de protección

2. Principios de operación de los órganos de medición

- 2.1- Introducción
- 2.2- Clasificación de los órganos de medición
- 2.3- Principios de operación de los esquemas de comparación
- 2.4- Órganos de medición de una señal eléctrica de entrada
- 2.5- Órganos de medición de dos señales eléctricas de entrada
- 2.6- Comportamiento de los órganos de medición para valores pequeños de las señales de entrada

3. Protección de sobrecorriente

- 3.1- Introducción
- 3.2- Consideraciones generales
- 3.3- Protección de sobrecorriente de tiempo constante
- 3.4- Protección de sobrecorriente de tiempo inverso
- 3.5- Protección de sobrecorriente contra cortocircuitos a tierra en sistemas sólidamente aterrizados
- 3.6- Protección contra contactos monofásicos con tierra en redes con neutro aislado o aterrizamiento resonante
- 3.7- Transformadores de corriente
- 3.8- Relevadores electromecánicos de corriente
- 3.9- Relevadores estáticos de sobrecorriente



4. Protección de sistemas de distribución urbana y rural

- 4.1- Elementos de protección: Interruptores, fusibles, reconectadores y seccionadores
- 4.2- Concepto de coordinación y selectividad en distribución.
- 4.3- Coordinación entre fusibles de baja tensión.
- 4.4- Coordinación entre fusibles de baja tensión e interruptores termomagnéticos.
- 4.5- Coordinación entre relés.
- 4.6- Coordinación entre fusibles de expulsión.
- 4.7- Coordinación entre fusibles de alta capacidad de ruptura (HH).
- 4.8- Coordinación entre fusibles de expulsión y fusibles de alta capacidad de ruptura (HH).
- 4.9- Coordinación entre relés y fusibles.
- 4.10- Coordinación entre reconectadores y seccionadores.
- 4.11- Coordinación reconector, seccionador y fusible.
- 4.12- Coordinación entre relés y reconectadores.

5. Protección direccional de sobrecorriente

- 5.1- Introducción
- 5.2- Principio de operación
- 5.3- Protección direccional de sobrecorriente de tiempo constante
- 5.4- Protección direccional de sobrecorriente de tiempo inverso
- 5.5- Protección direccional de sobrecorriente contra cortocircuitos a tierra en sistemas sólidamente aterrizados
- 5.6- Relevadores direccionales
- 5.7- Características de los relevadores direccionales
- 5.8- Conexiones de los relevadores direccionales
- 5.9- Transformadores de potencial

6. Protección de distancia

- 6.1- Introducción
- 6.2- Principio de operación
- 6.3- Determinación de los parámetros de ajuste de las protecciones de distancia
- 6.4- Requerimientos que determinan la forma de la característica en el plano complejo, impedancia de los relevadores de distancia
- 6.5- Características de los relevadores de distancia en el plano complejo
- 6.6- Corrientes y voltajes a los relevadores de distancia
- 6.7- Principios de operación de los relevadores de distancia monofásicos.
- 6.8- Órganos de arranque de la protección de distancia
- 6.9- Oscilaciones de potencia y pérdida de sincronismo; su efecto sobre los relevadores de distancia
- 6.10- Métodos de bloqueo de disparo por oscilaciones de potencia y de disparo intencional por pérdidas de sincronismo

7. Protección tipo piloto de líneas de transmisión

- 7.1- Introducción
- 7.2- Principios de operación y clasificación de las protecciones tipo piloto
- 7.3- Canales piloto
- 7.4- Principio de operación de la protección diferencial
- 7.5- Protección por hilo piloto



- 7.6- Protección piloto por comparación de fase
- 7.7- Protección piloto por comparación direccional
- 7.8- Protección piloto por comparación combinada de fase y direccional

8. Protección de Generadores

- 8.1- Introducción
- 8.2- Protección contra cortocircuitos entre fases en el estator
- 8.3- Relevadores de porcentaje diferencial
- 8.4- Protección contra cortocircuitos entre vueltas de una misma fase en el estator
- 8.5- Protección contra cortocircuitos a tierra en el estator
- 8.6- Protección de respaldo contra cortocircuitos externos
- 8.7- Protección contra sobrecargas balanceadas
- 8.8- Protección contra sobrecargas desbalanceadas
- 8.9- Protección contra pérdida o reducción de excitación
- 8.10- Protección contra sobrevoltaje
- 8.11- Protección contra contactos con tierra en el circuito de excitación
- 8.12- Protección contra motorización
- 8.13- Otras protecciones

9. Protección de Transformadores

- 9.1- Introducción
- 9.2- Conexiones de las protecciones diferenciales de transformadores
- 9.3- Requerimientos a cumplir por los esquemas de protección diferencial de transformadores.
- 9.4- Selección de los parámetros de ajuste de los relevadores diferenciales de protección de transformadores
- 9.5- Efecto de la corriente magnetizante sobre la protección diferencial
- 9.6- Relevadores diferenciales para la protección de transformadores
- 9.7- Protección por detección de gas o de incremento de presión
- 9.8- Disparo transferido
- 9.9- Protección de sobrecorriente de transformadores
- 9.10- Respaldo para fallas externas
- 9.11- Protección de transformadores de regulación
- 9.12- Protección de transformadores de puesta a tierra
- 9.13- Protección de reactores en derivación

10. Protección de Barras

- 10.1- Introducción
- 10.2- Corriente diferencial de error en régimen de saturación severa de un transformador de corriente.
- 10.3- Protección de porcentaje diferencial
- 10.4- Protección diferencial de alta impedancia
- 10.5- Protección diferencial de voltaje con acopladores lineales
- 10.6- Protección combinada de transformadores y barras
- 10.7- Otros esquemas de protección de barras
- 10.8- Influencia de los esquemas de barras sobre su protección diferencial
- 10.9- Respaldo local



METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

La Materia se desarrolla mediante teóricos presenciales con clases magistrales dictadas por los docentes de la Cátedra. Los temas del programa se distribuyen entre los Docentes.

Se realizan prácticos de resolución de problemas, los cuales consisten generalmente en el estudio y coordinación de las distintas protecciones estudiadas.

Se realizan prácticas de laboratorio con distintos tipos de reles colocados en simuladores, los que han sido desarrollados por alumnos que cursaron la materia en años anteriores. En esta actividad experimental se incentiva al estudiante a realizar los ajustes que crea necesarios para calibrar cada tipo de protección empleada (Protección de sobrecorriente, de sobrecorriente direccional, de sobrecorriente de tierra y de impedancia) con el objeto de obtener los requerimientos de protección enunciados. Finalmente el simulador permite verificar, mediante la inyección de corrientes y tensiones, la eficiencia del ajuste seleccionado.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Para regularizar:

- ❑ Asistencia al 80% de las clases de Laboratorio
- ❑ Aprobación de dos exámenes parciales con 1 (un) examen recuperatorio por cada uno.
- ❑ Presentación de la carpeta completa de informes de laboratorio, problemas resueltos y proyectos.

Con estas exigencias se pretende garantizar que el alumno obtenga los conocimientos mínimos indispensables sobre los fundamentos teóricos de la materia. Se pretende también asegurar una formación práctica adecuada a la materia.

Los coloquios previos a los prácticos de laboratorio tienen como finalidad garantizar el conocimiento mínimo requerido para la comprensión y realización de la práctica por parte del alumno.

El informe de laboratorio permite evidenciar los resultados obtenidos y obliga al alumno a expresar un trabajo mediante un informe por escrito.

Para Aprobar:

- ❑ Alumnos Regulares: Examen final total de la materia: práctico (escrito) y teórico (oral).
- ❑ Alumnos Libres:
 1. Un examen escrito sobre todos los prácticos de la asignatura y resolución de problemas.
 2. Un examen práctico consistente en la realización completa de un práctico de laboratorio.
 3. Un examen final total de la materia.

El método de evaluación se comunica a los alumnos el primer día de clase.

Los exámenes escritos están disponibles para los alumnos en las clases de consulta donde se aclaran los criterios tomados durante la corrección.



"Celebrando el Bicentenario de la Declaración de la Independencia Argentina y el 45° Aniversario de la Creación de la Universidad Nacional de Río Cuarto."

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Lugar de dictado: Laboratorio de Electricidad			
Miércoles (09:00 a 12:00 hs)		Viernes (9:00-12:00 hs)	
17-ago	Teórico 1: Consideraciones Generales. Principios de func. Reles. (Tourn)	19-ago	Laboratorio 1 Prueba de funcionamiento. Relé de inducción. curvas tiempo-corriente . (Campetelli – Sanchez)
24-ago	Teórico 2: Protección de sobrecorriente (Campetelli)	26-ago	Laboratorio 2 Relés microprocesados. Ajustes y pruebas de funcionamiento (Campetelli – Sanchez)
31-ago	Resolución de Problemas Protección de sobrecorriente (software). (Sanchez)	02-sep	Teórico 3: Transformadores de corriente - Protección direccional (Tourn - Campetelli)
07-sep	Laboratorio 4 Relé de sobre corriente direccional. Ajustes (IHM y PC) (Campetelli – Sanchez)	09-sep	Laboratorio 5 Relé de recierre. Ajustes (IHM y vía PC) y pruebas de funcionamiento (Campetelli – Sanchez)
14-sep	Resolución de Problemas Protección direccional. (Campetelli – Sanchez)	16-sep	Teórico 4 Protección de sistemas de distribución urbana y rural. (Campetelli)
21-sep	Resolución de Problemas Coordinación fusible-fusible y reles-fusible (Campetelli- Sanchez)	23-sep	Resolucion de Problemas Prot. de sist. Dist. urbana y rural. (software) (Campetelli-Sanchez)
28-sep	Proyecto y Diseño (PD) 1 Protección de un sistema de distribución (Campetelli- Sanchez)	30-sep	Laboratorio 6 Prueba de coordinación entre: relé, reconector, seccionalizador y fusible. (Campetelli-Sanchez)
05-oct	Primer parcial	07-oct	Teórico 5 Protección de líneas (Tourn)
12-oct	Teórico 6 Protección de líneas (Tourn)	14-oct	Resolución de problemas Protección de líneas (Tourn - Sanchez)
19-oct	Resolución de Problemas Protección de líneas (software) (Tourn – Sanchez)	21-oct	Teórico 7 Protección de transformadores y barras (Tourn)
26-oct	Laboratorio 8 Relés de distancia. Funcionamiento (Tourn – Sanchez)	28-oct	Resolución de Problemas Protección de de trafos y barras (Tourn - Sanchez)
02-nov	Proyecto y Diseño (PD) 2 Protección de ET y línea de transm. (Tourn - Sanchez)	04-nov	Teórico 8 Protección de generadores (Amatti)
09-nov	Teórico 9 Protección de generadores (Amatti)	11-nov	Laboratorio 9 Rele para protección de generadores (Amatti - Sanchez)
16-nov	Proyecto y Diseño (PD) 3 Protección de un generador (Amatti - Sanchez)	18-nov	Segundo Parcial
23-nov	Clase de Consultas	25-nov	Recuperatorios



“Celebrando el Bicentenario de la Declaración de la Independencia Argentina y el 45° Aniversario de la Creación de la Universidad Nacional de Río Cuarto.”

*Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería*

BIBLIOGRAFÍA:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Protección de sistemas eléctricos de potencia	Altuve, H.	Universidad Autónoma de Nueva León y Comisión Federal de Electricidad, Monterrey, Mexico	1992	Apunte
Power System Relaying Third Edition	S. H. Horowitz A. G. Phadke	John Wiley & Sons Inc.,	2008	1
Protective Relays: applications guide. Third Edition	GEC Alsthom T&D	GEC Alsthom T&D	1995	1
Protective Relaying theory and applications	ABB Power T&D	Marcel Dekker Inc.	1994	1
Electrical Distribution System Protection	Cooper Power Systems	Cooper Power Systems Inc.	1990	1
IEE; Power System Protection. Volumen 1, 2 y 3	IEE	Editado por Short Run Ltd. England.	1995	1
Electrical Power System Protection	Wright A.; Christopoulos C.	Chapman & Hall	1993	1
Computer relaying for Power System.	Phadke A. G., Thorp J. S.	John Wiley & Sons Inc.	1992	1
REL 511 Line distance protection terminal	ABB	Guía de usuario	1997	1
Modern solutions for protection, control and monitoring of electric power systems	Altuve Ferrer, H; Schweitzer III, E.	SEL	2010	1

NOTA: La bibliografía cubre la formación básica de la materia en lo que hace a la teoría clásica de las protecciones de Sistemas Eléctricos. Los avances tecnológicos y las nuevas tendencias son cubiertos con información de catálogos, artículos técnicos y revistas especializadas.

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico