

Programa de
Transmisión de la Energía Eléctrica



Código/s: E17

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Aplicadas	Área:	Sistemas de Potencia
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	8º [ETA]		
Carga horaria:	96 hs. / 6 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electricidad Aplicada
Docente responsable:	DEVIGILI, Miguel		

Programa Sintético

Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica. Generalidades. Descripción de Sistemas de Transmisión. Presentación de los componentes principales. El sistema eléctrico Nacional. Estructura Organizativa. El sistema eléctrico Regional. Líneas de alta tensión y Cables. Aspectos constructivos. Conductores eléctricos y sus aplicaciones en el transporte de energía eléctrica. Estructuras y torres de suspensión y retención. Aisladores para líneas aéreas. Líneas largas. Constantes Básicas. Parámetros de líneas. Relaciones de Potencia en el transmisor y en el receptor. Cálculo de fallas longitudinales y transversales. Regulación de tensión. La regulación de la tensión y su vinculación con la calidad de servicio. Estaciones Transformadoras. Componentes y Operación. Protecciones eléctricas en los sistemas de transmisión. Coordinación de las protecciones. Sobretensiones. Sobretensiones Temporarias y Transitorias. Coordinación del aislamiento.

Asignaturas Relacionadas

Previas:	E12 - Generación de la Energía Eléctrica, E13 - Distribución de la Energía Eléctrica
Simultaneas Recomendadas:	E14 - Maquinas Eléctricas II, E16 - Instalaciones Eléctricas I, E15 - Automatización II
Posteriores:	E21 - Sistemas de Potencia

Vigencia desde

_____	_____	_____	_____
Firma Profesor	Fecha	Firma Aprob. Escuela	Fecha
Con el aval del Consejo Asesor:			

Características generales

Aprobada la asignatura el alumno habrá tomado conocimiento de estudios y proyectos, construcción, inspección, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un sistema de transmisión de energía eléctrica,

todo lo cual cubre aspectos establecidos en las incumbencias del Ingeniero Eléctrico de la FCEIA – UNR, según la Resolución 1232/01 del Ministerio de Educación.

En esta materia, el alumno entra en conocimiento y contacto con los componentes que de un sistema eléctrico de transmisión y su funcionamiento.

El alumno tendrá un claro panorama de cómo están constituidos los sistemas de transmisión, y las razones principales que hacen necesario operarlo correctamente. Luego estará en condiciones de pasar al análisis de la operación de sistemas interconectados y de la aplicación de herramientas para los estudios, que se explican en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Se muestra al alumno, el equipamiento disponible mediante profusión de imágenes, filmaciones y animaciones e incluso con visitas de campo, principalmente a grandes Estaciones Eléctricas de la región.

Objetivos

En una primera parte, se hace una introducción a la descripción de sistemas de transmisión. El alumno toma contacto con los equipos que constituyen un sistema eléctrico de transmisión, para comprender la estructura de los grandes sistemas eléctricos, finalizando con la descripción del sistema regional y nacional. Lo prepara para entender la operación de las grandes líneas de transmisión con los problemas inherentes a su regulación de tensión, y causas que predispongan a fallas que deben protegerse adecuadamente para minimizar las pérdidas de servicio.

Se plantean todas las causas de sobretensiones que se pueden presentar en los sistemas eléctricos, como causa esencial de las contingencias en los sistemas. Métodos para minimizar los efectos sobre las redes.

Finalmente, conceptos de aplicación de normas para la coordinación del aislamiento.

Contenido Temático

1. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

1.1. Generalidades sobre Sistemas de Transmisión.

1.2. Presentación de los componentes principales.

1.3. Líneas de alta tensión y Cables. Aspectos constructivos. Conductores eléctricos y sus aplicaciones en el transporte de energía eléctrica.

1.4. Estructuras y torres de suspensión y retención. Aisladores para líneas aéreas.

1.5. Interruptores. Seccionadores.

1.6. Barras colectoras. Componentes y Operación.

1.7. Estaciones Transformadoras. Distancias eléctricas.

1.8. Sistemas Interconectados, incidencia sobre factores característicos. El sistema eléctrico Nacional. Estructura Organizativa. El sistema eléctrico Regional.

1.9. Tasas de fallas de las líneas y aplicación a estudios de confiabilidad.

2. LÍNEAS LARGAS.

2.1. Constantes Básicas. Relaciones de Potencia en el transmisor y en el receptor.

2.2. Ecuación de transferencia del cuadripolo.

3. CÁLCULO DE FALLAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

- 3.1. La Potencia de cortocircuito. Definición. Efectos. Su importancia en la calidad de tensión.
- 3.2. Evolución temporal, y factores de intervienen.
- 3.3. Tipos de fallas. Fallas asimétricas.
- 3.4. Comportamiento de los transformadores a las componentes homopolares.

4. REGULACIÓN DE TENSIÓN EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.

- 4.1. Operación en cuarto de onda. La regulación de la tensión. Descripción del problema Línea considerada como dipolo. Línea considerada como cuadripolo.
- 4.2. Métodos de regulación. Inyección de potencia reactiva, los modernos compensadores de VAR. Inyección de tensión en fase. Principio de funcionamiento de los reguladores de tensión bajo carga en los transformadores. Compensación serie y paralelo.

5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.

- 5.1. Protecciones de sobrecorriente. Dificultad para coordinar en sistemas de transmisión complejos. Uso como respaldo y automatismos.
- 5.2. El relé de impedancia. Descripción. Su aplicación y coordinación. Ventajas sobre otro tipo de protección en los sistemas de transmisión.
- 5.3. Protecciones usadas en cables subterráneos. Protecciones diferenciales.
- 5.4. Protecciones de barras.
- 5.5. Coordinación de las protecciones.

6. SOBRETENSIONES.

- 6.1. Sobretensiones Temporarias (De origen interno). Fallas en fases, y aperturas de fase. Influencia de la puesta a tierra.
- 6.2. Sobretensiones Transitorias De Maniobras (De origen interno) Por apertura y por cierre de elementos de maniobra. Por ondas viajeras. Por operación de equipos especiales: Bancos de capacitores. Por Recierres.
- 6.3. Sobretensiones Por Descargas Atmosféricas (Rayos) (De origen externo). Origen. Tipos de descarga. Efecto sobre los sistemas de transmisión y otros. El modelo electrogeométrico.
- 6.4. Protección y Reducción De Las Sobretensiones. Explosores. Descargadores, apantallados. Resistencias de Preinserccion.

7. COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO.

- 7.1. Criterios. Normas y sus recomendaciones. Interpretación.
- 7.2. Ejemplos de coordinación en los sistemas de transmisión.

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

El dictado teórico está apoyado por presentaciones multimedia, que responden a apuntes de la cátedra de todos los temas desarrollados en clase. Estos están disponibles en medios digitales e impresos.

Se entrega una guía de Trabajos Prácticos con ejercicios relativos a los distintos temas teóricos. La mayoría de los mismos debe resolverlo el alumno con el apoyo de la cátedra.

Otros por su dificultad, se desarrollan íntegramente en clase pero son los que permitirán una mejor comprensión para la resolución individual.

Todos los problemas propuestos en la guía tienen estrecha relación con los temas teóricos y están ordenados

igual que los temas teóricos.

Actividades de Formación Práctica

Se resuelven los problemas de la Guía de Trabajos Prácticos, entregada al principio del cuatrimestre. Algunos se resuelven en clase por su grado de dificultad.

Nº	Título	Descripción
1	Calculo de factores característicos para sistemas de transmisión	Se comparan resultados para ver la ventaja conseguida con las interconexiones de sistemas.
2 y 3	ESTACIONES ELECTRICAS:	Se analiza como operar los elementos de maniobra para distintas configuraciones de barra.
4	ESTACIONES ELECTRICAS:	Se propone el diseño de una configuración de barras, de acuerdo a los elementos disponibles y la confiabilidad requerida.
5	ESTACIONES ELECTRICAS:	Calcular la distancia mínima entre conductor de fase y tierra para una línea de 132 kV. Y verificar distancias de seguridad.
6,7,,8	Regulación de tensión	Problemas de cálculo, usando ecuación de transferencia de un cuadripolo, de las compensaciones necesarias para obtener perfiles de tensión predeterminados.
9,10,11	Cálculo de Pcc	Cálculo de la Pcc para distintas situaciones.
12,13,14	Sobretensiones	Verificar el comportamiento de las ondas viajeras en los cambios de impedancia. Generación de Frecuencias Naturales.
15,16,17	Sobretensiones	Sobretensiones por frecuencias naturales provocadas por fallas en el sistema
18	Cordinacion aislamiento	Ejemplo de aplicacion en una red de 132kV.
19	Protecciones	Proyectar una coordinación de protecciones en una red formada por líneas largas.

Evaluación

Requisitos de aprobación: según Resolución 132/00 del CD

APROBADO: Calificación final igual o superior a 6 (seis).

INTERMEDIA: Calificación final igual o superior a 4 (cuatro) y menor que 6 (seis).

Para pasar a APROBADO, debe rendir un recuperatorio de los temas no aprobados.

LIBRE: Calificación final menor que 4 (cuatro)

La evaluación se realiza por al menos dos exámenes parciales. Estos consisten en una parte práctica consistente en la resolución de problemas o trabajos prácticos.

Aprobados estos, se evalúa la parte teórica, en general con un cuestionario de preguntas teóricas. Si aprueba el 60 de estas preguntas, y teniendo aprobada la parte práctica se da por aprobada la materia.

La falla en la parte práctica o teórica, puede ser recuperada con un nuevo examen, sobre el tema no aprobado.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		48 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	0 Hs.
	Experimental de Campo	4 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	28 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	8 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	8 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	Total	96 Hs.
Evaluaciones		6 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	50 Hs.
	Preparación Práctica	30 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	10 Hs.
	Total	90 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.	Christie, Behnke, Diaz.	Pearson Prentice Hall.	2008	1Dea
CENTRALES Y REDES ELÉCTRICAS.	Ángel Luís Orille Fernández.	Editorial Universidad Politécnica de Cataluña.	1997	1Cat
ALTA TENSIÓN Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.	Luis A. Siegert	C. Ed LIMUSA.	1988	1Cat
ELECTRICAL TRANSIENTS IN POWER SYSTEMS.	Allan Greenwood.	Ed. Wiley Intersciences.	1991	1Bib
TRANSIENTS IN POWER SYSTEMS.	Lou van der Sluis.	John Wiley & Sons LTD.	2001	1Cat
COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN.	Norma IRAM 2 211.	Instituto IRAM.	1985	1Cat
TRASSISSAO de ENERGIA ELETRICA.	Rubens Dario Fuchs.	Ed LTC.	1997	1Cat
DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.	Jose Martin.	Editorial McGraw Hill.	1990	1Cat

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
SOBRETENSIONES Y COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO. CT N° 151.	D.Fuchon	Schneider Electric.	1994	Web
LOCALIZACIÓN DE DESCARGADORES PARA LA PROTECCIÓN DE SUBESTACIONES.	Ing. R. Frediani.	Revista Electrotécnica. Nov-Dic1973.	1973	1Cat
CT 171 LA RUPTURA POR AUTO-EXPANSIÓN.	Georges Bernard	Schneider Electric.	2000	Web
SF6 , el gas dieléctrico	M. Dubois	Schneider Electric.	1997	Web
CT 193 LAS TÉCNICAS DE CORTE EN MT.	Serge THÉOLEYRE	Schneider Electric	2001	Web
CT 079 El SF 6 , Características físicas y químicas	A. Fihman	Schneider Electric	1997	Web

Recursos web y otros recursos

A continuación se detallan los recursos disponibles y redactados por la cátedra: para cada uno de los siguientes apuntes, se desarrolló un Power Point, que está a disposición de los alumnos.

Apunte UNR: ESTACIONES TRANSFORMADORAS.

Apunte UNR: INTERRUPTORES.

Apunte UNR: BARRAS COLECTORAS.

Apunte UNR: DISTANCIAS DIELECTRICAS.

Apunte UNR: LÍNEAS LARGAS MODELADO Y DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO PRÁCTICO.

Apunte UNR: SOBRETENSIONES. INTRODUCCIÓN.

Apunte UNR: SOBRETENSIONES TEMPORARIAS (De origen interno).

Apunte UNR: SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE MANIOBRAS (De origen interno)

Apunte UNR: SOBRETENSIONES POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (Rayos) (De origen externo).

Apunte UNR: PROTECCIÓN Y REDUCCIÓN DE LAS SOBRETENSIONES.

Apunte UNR: COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO.

Apunte UNR: LA POTENCIA REACTIVA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

Apunte UNR: REGULACIÓN DE LA TENSIÓN.

Apunte UNR: ANEXO. CONSTANTES ABCD Y DIAGRAMAS VECTORIALES.

Apunte UNR: INFLUENCIA DE LA Pcc EN LA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN.

Apunte UNR: POTENCIAS DE CORTOCIRCUITOS. COMPONENTES SIMÉTRICAS: MODELADO
DETRANSFORMADORES. Apéndice: Método "por unidad".

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	1.Sistemas de transmisión.	Teoría
2	1	1.Continuacion Sistemas de transmisión_	Teoría y Práctica
3	2,3	2.Líneas largas. 3.Cálculo de fallas longitudinales y transversales.	Teoría y Práctica.
4	3	3.Continuación Cálculo de fallas longitudinales y transversales._	Teoría y Práctica.
5	3,4	3.Continuación Cálculo de fallas longitudinales y transversales. 4. Regulación de tensión en Sistemas de Transmisión.	Teoría y Práctica.
6	4,5	4.Continuacion Regulación de tensión en Sistemas de Transmisión	Teoría y Práctica.
7	5	5. Protecciones eléctricas en los sistemas de transmisión.	Teoría.
8		1a. Evaluación Parcial. Se tomarán temas dados entre las semanas 1 y 6 inclusive.	
9	5	5.Continuación Protecciones eléctricas en los sistemas de transmisión.	Teoría y Práctica.
10	6	6 Sobretensiones.	Teoria
11	6	6 Continuacion Sobretensiones.	Teoria
12	6	6 Continuación Sobretensiones.	Teoría y Práctica.
13	6	6 Continuación Sobretensiones.	Teoría y Práctica.
14	6	6 Continuación Sobretensiones.	Teoría y Práctica.
15	7	7 Coordinación del aislamiento	Teoría y Práctica.
16		2a Evaluación Parcial. Se tomarán temas dados entre las semanas 7 y 15	