

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Técnicas de alta tensión

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Técnicas de alta tensión
Titulación	05AV - Master Universitario en Ingeniería Eléctrica
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Semestre/s de impartición	Primer semestre
Carácter	Obligatoria
Código UPM	53000090
Nombre en inglés	High voltage techniques

Datos Generales

Créditos	3	Curso	1
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Eléctrica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Eléctrica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimiento de teoría de campos eléctricos.

Conocimiento de teoría de circuitos en régimen transitorio

Conocimiento de medidas eléctricas

Competencias

CE3 - Aplicar los conocimientos adquiridos en los métodos de cálculo de campos electromagnéticos para identificar, formular y resolver problemas en la simulación y el diseño de las máquinas eléctricas y de los equipos e instalaciones eléctricas de alta tensión.

CG1 - Haber demostrado unos conocimientos y una comprensión que se basa en el nivel típicamente asociado a los grados y lo superan y mejoran y que les proporcionan una base o una oportunidad para la originalidad en el desarrollo i/o aplicación de ideas, a menudo en el contexto de la Investigación

CG2 - - Ser capaces de aplicar sus conocimientos y su comprensión, así como sus habilidades para resolver problemas, en entornos nuevos o no familiares y en contextos amplios (multidisciplinarios) relativos a su campo de estudio.

CG4 - Ser capaces de comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y el marco conceptual en que se basan, tanto a audiencias expertas como no expertas y de manera clara y sin ambigüedades

CG5 - Haber desarrollado habilidades de aprendizaje que les permitan continuar los estudios de manera ampliamente autodirigida o autónoma

CG6 - Uso de la lengua inglesa

Resultados de Aprendizaje

RA21 - Capacidad para determinar el valor de la intensidad del campo eléctrico en configuraciones electrónicas sencillas.

RA22 - Capacidad para entender el funcionamiento de los programas comerciales de cálculo de campos eléctricos.

RA23 - Capacidad para realizar o supervisar ensayos dieléctricos en los laboratorios de alta tensión.

RA24 - Capacidad para el diseño de los aislamientos de los componentes de las instalaciones eléctricas de alta tensión

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Pastor Gutierrez, Antonio (Coordinador/a)		antonio.pastor@upm.es	

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Descripción de la Asignatura

La asignatura está orientada a formar ingenieros en los aspectos relacionados con la técnica de Alta Tensión, que comprende el estudio de los materiales aislantes, las solicitaciones a las que se van a ver sometidos, el diseño de los componentes de las instalaciones de alta tensión y su verificación en los laboratorios de ensayos en alta tensión.

Las solicitaciones se originan en las sobretensiones que aparecen durante la vida útil de las instalaciones, dando lugar a campos eléctricos que deben ser soportados por los aislamientos. Dado que el estudio de las sobretensiones forma parte del programa de otra asignatura del Máster de Ingeniería eléctrica (53000133, Fenómenos transitorios en redes eléctricas), se ha dejado para la presente solo el estudio de los Campos Eléctrico. Apartir del estudio de campos eléctricos se diseñan componentes basados en configuraciones elementales de electrodos. También se estudian las técnicas de generación y medida de altas tensiones y altas corrientes en los laboratorios dedicados al ensayo de materiales y equipos de alta tensión

Temario

1. Introducción. Tensiones y sobretensiones.
2. Impulsos de alta tensión
 - 2.1. Formas de onda normalizadas
 - 2.2. Diseño de un circuito para la generación de impulsos de alta tensión
 - 2.3. Generadores de etapas múltiples
 - 2.4. Medida de impulsos de alta tensión
3. Impulsos de alta corriente
 - 3.1. Formas de onda normalizadas
 - 3.2. Diseño de circuitos para generación de impulsos de altas corrientes
4. Altas tensiones alternas
 - 4.1. Formas de onda normalizadas.
 - 4.2. Circuitos para la generación de altas tensiones alternas
5. Altas tensiones continuas
 - 5.1. Formas de onda normalizadas
 - 5.2. Circuitos para la generación de altas tensiones continuas
 - 5.3. Medida de altas tensiones alternas y continuas
6. Ensayos in situ
 - 6.1. Formas de onda normalizadas
 - 6.2. Circuitos para la generación de las formas de onda utilizadas en los ensayos in situ
7. Campos eléctricos. Ecuaciones fundamentales.

8. Cálculo de campos a partir de distribuciones de cargas.
 - 8.1. Campos debidos a cargas elementales
 - 8.2. Cálculo de campos por el método de las cargas equivalentes
9. Cálculo de campos mediante la resolución de las ecuaciones fundamentales
 - 9.1. Resolución analítica de las ecuaciones
 - 9.2. Resolución numérica de las ecuaciones. Método de los elementos finitos
10. Cálculo de campos mediante la teoría de funciones de variable compleja

Cronograma

Horas totales: 51 horas

Horas presenciales: 28 horas (35.9%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p>INTRODUCCIÓN. Tensiones y sobretensiones Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>GENERACIÓN DE IMPULSOS DE ALTA TENSIÓN. Forma de onda normalizada. Estudio del circuito Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p>Diseño del circuito de una etapa Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Circuitos de etapas múltiples Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Diseño de un generador de impulsos de alta tensión Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 3	<p>GENERACIÓN DE IMPULSOS DE ALTAS CORRIENTES. Formas de onda normalizadas. Circuitos para la generación de corrientes de gran amplitud. Análisis del circuito Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Diseño de circuitos para la generación de impulsos de gran amplitud. Impulsos de larga duración Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 4	<p>Circuitos para la generación de impulsos de larga duración Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>GENERACIÓN DE ALTAS TENSIONES ALTERNAS. Formas de onda normalizadas. Circuitos para la generación altas tensiones alternas Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 5	<p>GENERACIÓN DE ALTAS TENSIONES CONTINUAS. Formas de onda normalizadas. Circuito para la generación de altas tensiones continuas . Análisis del circuito</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Estudio de un generador de alta tensión continua</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 6	<p>MEDIDA DE ALTAS TENSIONES. Espinterómetro</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Divisores de tensión</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 7	<p>ENSAYOS IN SITU. Normas. Impulsos oscilantes</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tensiones alternas. Tensiones alternas amortiguadas. Tensiones de muy baja frecuencia</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 8	<p>CAMPOS ELÉCTRICOS. Ecuaciones del electromagnetismo. Operadores en diferentes sistemas de coordenadas. Campos electrostáticos. Ecuaciones de Laplace y de Poisson</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p>CÁLCULO DE CAMPOS A PARTIR DE DISTRIBUCIONES DE CARGAS. Campos debidos a cargas puntuales</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Campos debidos a cargas lineales.</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Estudio de un espinterómetro</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p>Estudio de campos creados por los conductores de líneas aéreas. Conductores sencillos.</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Conductores en haz. Efecto corona. Ejemplo</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Cálculo de campos por métodos analíticos</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>

Semana 11	<p>Cargas anulares. Segmentos lineales de cargas</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>MÉTODO DE LAS CARGAS EQUIVALENTES.</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Cálculo de campos por el método de las cargas equivalentes</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 12	<p>CÁLCULO DE CAMPOS MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES ELEMENTALES. Ejemplo en coordenadas cartesianas. Ejemplo en coordenadas esféricas.</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. Introducción</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p>Descripción del método por el enfoque variacional. Aplicación a la ecuación de Laplace. Definición de la funcional a minimizar, $W(u)$</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Desarrollo del procedimiento para obtener $W(u)$ en todo el dominio y su minimización</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14	<p>Aplicación a la ecuación de Poisson. Coordenadas naturales</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>CÁLCULO DE CAMPOS MEDIANTE LA TRANSFORMACIÓN CONFORME. Fundamentos</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Cálculo de campos por el método de los elementos finitos</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p>Examen final</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Diseño de un generador de impulsos de alta tensión	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	20%	5 / 10	CG1 , CG5
5	Estudio de un generador de alta tensión continua	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	15%	5 / 10	CG1 , CG4
9	Estudio de un espinterómetro	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG1 , CE3
10	Cálculo de campos por métodos analíticos	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	20%	5 / 10	CG1 , CE3
11	Cálculo de campos por el método de las cargas equivalentes	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	15%	5 / 10	CG6, CE3
14	Cálculo de campos por el método de los elementos finitos	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	20%	5 / 10	CG6, CE3, CG2
17	Examen final	04:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG1 , CG5, CG6, CE3, CG2, CG4

Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura de Técnicas de Alta Tensión del Máster en Ingeniería Eléctrica se basa en la realización de ejercicios.

Habrán dos modalidades:

Evaluación continua.

Evaluación solo prueba final, para aquellos alumnos que renuncien a la modalidad de evaluación continua.

1. EVALUACIÓN CONTINUA

A lo largo del curso se han programado una serie de ejercicios en la modalidad de Trabajo individual para que el alumno los resuelva y presente dentro del plazo establecido para ello. Es imprescindible el aprobado en todos los ejercicios para aprobar la asignatura.

A partir de las calificaciones obtenidas en los Trabajos se obtendrá la calificación de la asignatura mediante la aplicación de los porcentajes indicados en Actividades de evaluación.

2. EVALUACIÓN SOLO PRUEBA FINAL

Al finalizar el curso se realizará un examen final escrito con ejercicios relacionados con la materia expuesta en las lecciones magistrales y con la materia cubierta por los trabajos individuales.

Para aprobar el examen será necesario haber aprobado los ejercicios con una calificación mínima de 5 puntos sobre 10.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
E. Kuffel, W.S. Zaengl, J. Kuffel, High Voltage Engineering: Fundamentals, Ed. Newnes, 2ª ed., año 2000	Bibliografía	Libro básico de texto
P. Silvester, R. Ferrari, Finite elements for electrical engineers, Cambridge University Press, 3ª ed., año 1996	Bibliografía	Libro de texto
H. A. Haus, J. R. Melcher, Electromagnetic fields and energy	Bibliografía	Libro de texto
Apuntes y otra documentación de la asignatura de Técnicas de Alta Tensión	Bibliografía	Material aportado por el profesor durante el desarrollo de la asignatura