



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre Completo	Electrificación
Código	MSF-623
Título	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
Impartido en	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Segundo Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	3,0
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
Responsable	Eduardo Pilo de la Fuente
Horario	Martes y Jueves de 18h a 20h
Horario de tutorías	Se comunicará el primer día de clase

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Eduardo Pilo de la Fuente
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	eduardo.pilo@comillas.edu
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
Profesor	
Nombre	Isaac Centellas García
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	icentellas@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	José Conrado Martínez Acevedo



Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	jcmacevedo@icai.comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno un conocimiento avanzado de la infraestructura ferroviaria desde el punto de vista del diseño y explotación de la electrificación, aplicado a ferrocarriles convencionales, metropolitanos y de alta velocidad.

Prerrequisitos

No existen requisitos formales, aunque se recomienda al alumno repasar los conceptos y técnicas básicas de análisis de circuitos lineales estudiadas en grado:

1. Conceptos fundamentales: tensión, corriente, carga, potencia, etc. Criterio de signos. Leyes de Kirchhoff. Elementos pasivos: resistencia, condensadores y bobinas. Elementos activos: generadores.
2. Resolución de circuitos en CC. Método de mallas. Método de nudos. Dipolos equivalentes de Thevenin y Norton. Otros teoremas (superposición, sustitución, etc.).
3. Análisis de circuitos en CA. Representación de ondas senoidales mediante fasores. Impedancia y admitancia. Resolución de circuitos de CA. Potencia.
4. Sistemas trifásicos. Tensiones y corrientes en los sistemas trifásicos. Equivalente monofásico. Potencian sistemas trifásicos

Para ayudar a los alumnos a repasar estos conocimientos, se pondrá a su disposición los recursos didácticos correspondientes.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

CB04	Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
-------------	--

ESPECÍFICAS

CE09	Calcular y diseñar la infraestructura eléctrica de ferrocarriles convencionales, metropolitanos y de alta velocidad.
-------------	--

Resultados de Aprendizaje



RA1	Modelar los sistemas de alimentación eléctrica y su control, prediciendo la evolución de las variables eléctricas tanto en corriente continua como en corriente alterna, así como de los principales componentes de la electrificación: subestaciones, catenaria y puestos de autotransformación.
RA2	Diseñar la electrificación de una línea ferroviaria teniendo en cuenta los criterios aplicables a cada tipo de línea y sus implicaciones

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos	
Tema 1: MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN	
<ol style="list-style-type: none">1. Sistemas de alimentación en C.A. y en C.C.2. Subestaciones: tipología, elementos, protecciones.3. La catenaria como línea eléctrica.	
Tema 2: MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	
<ol style="list-style-type: none">1. Modelado de catenaria: Parámetros y modelos de línea.2. Modelado del sistema: Circuitos equivalentes de la electrificación.3. Modelado del sistema en condiciones de fallo: Análisis de faltas.	
Tema 3: LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	
<ol style="list-style-type: none">1. Dimensionamiento térmico de conductores y transformadores2. Dimensionamiento por caídas de tensión de la catenaria. Coordinación de aislamiento.3. Ajuste de protecciones4. Otras limitaciones: Desequilibrios en la red. Tensiones inducidas en líneas paralelas.	
Tema 4: INTERACCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y EL SISTEMA FERROVIARIO	
<ol style="list-style-type: none">1. Conceptos regulatorios en sistemas eléctricos (Organización del sector, Actividades, Arquitectura, Control, etc.)2. Control de sistemas de energía eléctrica: Control P-f y Control Q-V.3. Interconexión de sistemas eléctricos ferroviarios a la red eléctrica.	
Prácticas	
<ol style="list-style-type: none">1. Práctica de subestaciones de tracción de AC, a realizar en una SSEE de alta velocidad2. Práctica de electrificación de línea de CC, a realizar en una instalación metropolitana .3. Práctica de dimensionamiento eléctrico, empleando herramientas de simulación y planificación de la electrificación, a realizar en el aula de informática.	



METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura	
Metodología Presencial: Actividades	
1. Lecciones magistrales: exposición teórica de los contenidos del programa y reflexión en clase sobre los apartados más complejos, aportando información relevante al alumno.	CB04, CE09
2. Sesiones prácticas: desarrollo de prácticas, formulación y resolución de problemas y casos de estudio. Los casos se apoyarán en la utilización de herramientas software de simulación de casos reales, y las prácticas se realizarán en instalaciones reales representativas para poder comprobar in situ lo expuesto en la parte teórica	CB04, CE09
Metodología No presencial: Actividades	
1. <i>Estudio personal del alumno</i> que se dedicará al estudio de los conceptos tratados en las lecciones magistrales, a la revisión de los trabajos realizados en las sesiones prácticas y a la realización de trabajos prácticos individuales.	CB04, CE09

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES	
Lecciones magistrales	Sesiones prácticas
18,00	12,00
HORAS NO PRESENCIALES	
Estudio personal del alumno	
60,00	
CRÉDITOS ECTS: 3,0 (90,00 horas)	

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Examen Final	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	70 %



	escrita.	
Evaluación de las Sesiones Prácticas	<ul style="list-style-type: none">• Comprensión de conceptos.• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.	20 %
Trabajos de carácter práctico e individual. Asistencia y participación en clase	<ul style="list-style-type: none">• Valoración de la participación en clase• Número de faltas de asistencia	10 %

Calificaciones

La calificación de la asignatura se obtendrá como:

- Un 70% la calificación del examen.
- Un 20% la evaluación de las sesiones prácticas.
- Un 10% la asistencia y participación en clase.

El número máximo de faltas de asistencia permitidas para superar la asignatura es del 15% de las horas presenciales.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none">• Sesiones magistrales	Semanas 1 a 7	
<ul style="list-style-type: none">• Examen Final	Semana 8	
<ul style="list-style-type: none">• Sesiones Prácticas en instalaciones	Semanas 2 y 4	
<ul style="list-style-type: none">• Sesión práctica simulaciones	Semana 7	
<ul style="list-style-type: none">• Lectura y estudio de los contenidos	Después de cada clase	



<ul style="list-style-type: none">Resolución de los problemas y casos de estudio propuestos	Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none">Preparación de Examen Final	Semanas 6 y 7	
<ul style="list-style-type: none">Elaboración de los informes sesiones prácticas		Al finalizar cada sesión

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Contact Lines for Electrical Railways: Planning, Design, Implementation (2001). Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann, Axel Schmieder. Siemens AG-DE

Bibliografía Complementaria

- Power System Analysis (1994). J. Grainger, Jr. y W. Stevenson, Mc Graw Hill
- Tecnología de catenaria (2002). J. Montesinos, M. Carmona. Mantenimiento de Infraestructura RENFE
- La Tracción Eléctrica en la Alta Velocidad Ferroviaria (2004), R. Faure Benito, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Normativa ferroviaria UIC de aplicación
- Normativa CENELEC de aplicación.
- Normativa UNE de aplicación.