

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	Electrificación Ferroviaria
Código	
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
Curso	Primero
Cuatrimestre	1º ó 2º
Créditos ECTS	3
Carácter	Obligatorio
Departamento	
Área	Sistemas Ferroviarios
Coordinador	Eduardo Pilo de la Fuente

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Eduardo Pilo de la Fuente
Departamento	Electrotecnia y Sistemas
Área	
Despacho	
e-mail	eduardo@comillas.edu
Teléfono	
Horario de Tutorías	Se comunicará el primer día de clase.

<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Rouco Rodríguez
Departamento	Electrotecnia y Sistemas
Área	
Despacho	
e-mail	luis.rouco@iit.comillas.edu
Teléfono	
Horario de Tutorías	

<b>Profesor</b>	
Nombre	José Conrado Martínez y Carlos Tobajas
Departamento	ADIF
Área	
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de Tutorías	

<b>Profesor</b>	
Nombre	Isaac Centellas
Departamento	Metro de Madrid
Área	
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de Tutorías	

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
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.
<b>Prerrequisitos</b>
Para abordar esta asignatura, el alumno deberá dominar los conceptos y técnicas básicas de análisis de circuitos lineales: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceptos fundamentales: tensión, corriente, carga, potencia, etc. Criterio de signos. Leyes de Kirchhoff. Elementos pasivos: resistencia, condensadores y bobinas. Elementos activos: generadores.</li> <li>2. Resolución de circuitos en CC. Método de mallas. Método de nudos. Dipolos equivalentes de Thevenin y Norton. Otros teoremas (superposición, sustitución, etc.).</li> <li>3. Análisis de circuitos en CA. Representación de ondas senoidales mediante fasores. Impedancia y admitancia. Resolución de circuitos de CA. Potencia.</li> <li>4. Sistemas trifásicos. Tensiones y corrientes en los sistemas trifásicos. Equivalente monofásico. Potencian sistemas trifásicos</li> </ol> Para ayudar a los alumnos que no tengan estos conocimientos, se pondrá a su disposición los recursos didácticos correspondientes.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

<b>Contenidos – Bloques Temáticos</b>
<b>BLOQUE 1:</b>
<b>Tema 1: LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN EL FERROCARRIL</b>
1. Sistemas de alimentación en C.A. y en C.C. 2. Subestaciones: tipología, elementos, protecciones. 3. La catenaria como línea eléctrica.
<b>Tema 2: MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</b>
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.
<b>Tema 3: LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</b>
1. Dimensionamiento térmico de conductores y transformadores
2. Dimensionamiento por caídas de tensión de la catenaria. Coordinación de aislamiento.
3. Ajuste de protecciones
4. Otras limitaciones: Desequilibrios en la red. Tensiones inducidas en líneas paralelas.
<b>Tema 4: INTERACCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y EL SISTEMA FERROVIARIO</b>
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.
<b>Prácticas</b>
P1. Práctica de subestaciones de tracción de alta velocidad, a realizar en campo (S.E. de Anchuelo, ADIF).
P2. Práctica de electrificación de ferrocarriles metropolitanos, a realizar en campo (S.E. en Pacífico, Metro de Madrid).
P3. Práctica de dimensionamiento eléctrico, empleando herramientas de simulación y planificación de la electrificación, a realizar en el aula de informática.

<b>Competencias – Resultados de Aprendizaje</b>
<b>Competencias</b>
<b>Competencias Básicas</b>
CB1. Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
<b>Competencias Específicas</b>
CE1. Conocer y comprender los distintos sistemas de alimentación eléctrica, tanto en corriente continua como en corriente alterna.
CE2. Conocer y comprender el entorno del sector eléctrico que sirve de marco organizativo y legal para el suministro de electricidad a los ferrocarriles.
CE3. Conocer los principales componentes de la electrificación: subestaciones, catenaria y puestos de autotransformación.
CE4. Conocer y comprender el conjunto de condicionantes del diseño de la electrificación, así como sus implicaciones.
CE5. Conocer y comprender los métodos de cálculo habituales para realizar el diseño de la electrificación.

### Resultados de Aprendizaje

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

- RA1. Entender la organización del sector eléctrico y de las implicaciones que tiene en los sistemas eléctricos ferroviarios.
- RA2. Comprender el funcionamiento de los distintos componentes de la electrificación así como la arquitectura de los sistemas eléctricos ferroviarios, en especial en aquellos aspectos relacionados con la seguridad.
- RA3. Ser capaces de establecer los criterios para su diseño y dimensionamiento de la electrificación y de sus componentes.

### METODOLOGÍA DOCENTE

#### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Aspectos metodológicos generales de la asignatura	
Metodología Presencial: Actividades	Competencias
1. Lecciones magistrales (16h, 100% presencial): exposición teórica de los contenidos del programa y reflexión en clase sobre los apartados más complejos, aportando información relevante al alumno.	<b>CE1-CE5 y CB1</b>
2. Sesiones prácticas (12h, 100% presencial): desarrollo de prácticas, formulación y resolución de problemas y casos de estudio. Las prácticas se realizarán en instalaciones representativas, en el caso de la P1 y laP2, en subestaciones de corriente alterna y de corriente continua o, en el caso de la P3, en un aula habilitada con software comercial de simulación de la electrificación.	<b>CE1-CE5 y CB1</b>
Metodología No presencial: Actividades	Competencias
1. Estudio personal del alumno (50h, 0% presencial) que se dedicará al estudio de los conceptos tratados en las lecciones magistrales y a la revisión de los trabajos realizados en las sesiones prácticas.	<b>CE1-CE5 y CB1</b>
2. Realización de hojas de ejercicios de autoevaluación (10h, 0% presencial) mediante los cuales el alumno podrá valorar las competencias que va adquiriendo.	<b>CE1-CE5 y CB1</b>

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
<b>Realización de exámenes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	<b>70%</b>
<b>Sesiones prácticas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de las sesiones prácticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ul>	<b>20%</b>
<b>Asistencia y participación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de faltas de asistencia</li> <li>Valoración de la participación en clase</li> </ul>	<b>10%</b>

### Criterios de Calificación

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.

### RESUMEN PLAN DE LOS TRABAJOS Y CRONOGRAMA

Actividades Presenciales y No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesiones magistrales</li> </ul>	Semanas 1 a 7	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen Final</li> </ul>	Semana 8	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesiones Prácticas en instalaciones</li> </ul>	Semanas 2 y 4	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesión práctica simulaciones</li> </ul>	Semana 7	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lectura y estudio de los contenidos</li> </ul>	Después de cada clase	

• Resolución de los problemas y casos de estudio propuestos	Semanalmente	
• Preparación de Examen Final	Semanas 6 y 7	
• Elaboración de los informes sesiones prácticas		Al finalizar cada sesión

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Sesiones Prácticas	Evaluación
16	4	8	2
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos	
30	20	10	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>			<b>3 (90 horas)</b>

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica
<b>Libros de texto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact Lines for Electrical Railways: Planning, Design, Implementation (2001). Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann, Axel Schmieider. Siemens AG-DE</li> </ul>
<b>Bibliografía Complementaria</b>
<b>Libros de texto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power System Analysis (1994). J. Grainger, Jr. y W. Stevenson, Mc Graw Hill</li> <li>• Tecnología de catenaria (2002). J. Montesinos, M. Carmona. Mantenimiento de Infraestructura RENFE</li> <li>• La Tracción Eléctrica en la Alta Velocidad Ferroviaria (2004), R. Faure Benito, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.</li> <li>• Normativa ferroviaria UIC de aplicación</li> <li>• Normativa CENELEC de aplicación.</li> <li>• Normativa UNE de aplicación.</li> </ul>