

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	Electrificación
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
Departamento	ADIF
Área	
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de Tutorías	

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

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación
<p>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.</p>
Prerrequisitos
<p>Para abordar esta asignatura, el alumno deberá dominar los conceptos y técnicas básicas de análisis de circuitos lineales:</p> <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> <p>Para ayudar a los alumnos que no tengan estos conocimientos, se pondrá a su disposición los recursos didácticos correspondientes.</p>

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos
BLOQUE 1:
Tema 1: LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN EL FERROCARRIL
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas de alimentación en C.A. y en C.C.</li> <li>2. Subestaciones: tipología, elementos, protecciones.</li> <li>3. La catenaria como línea eléctrica.</li> </ol>
Tema 2: MODELADO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelado de catenaria: Parámetros y modelos de línea.</li> </ol>

<p>2. Modelado del sistema: Circuitos equivalentes de la electrificación.                  3. Modelado del sistema en condiciones de fallo: Análisis de faltas.</p>
<p><b>Tema 3: LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</b></p>
<p>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.</p>
<p><b>Tema 4: INTERACCIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y EL SISTEMA FERROVIARIO</b></p>
<p>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.</p>
<p><b>Prácticas</b></p>
<p>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.</p>

<p><b>Competencias – Resultados de Aprendizaje</b></p>
<p><b>Competencias</b></p>
<p><b>Competencias Básicas</b></p>
<p>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.</p>
<p><b>Competencias Específicas</b></p>
<p>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.</p>

### 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><u>Realización de exámenes:</u></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><u>Sesiones prácticas:</u></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><u>Asistencia y participación:</u></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>

### Crterios 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
• Sesiones magistrales	Semanas 1 a 7	
• Examen Final	Semana 8	
• Sesiones Prácticas en instalaciones	Semanas 2 y 4	
• Sesión práctica simulaciones	Semana 7	
• Lectura y estudio de los contenidos	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

<b>RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO</b>			
<b>HORAS PRESENCIALES</b>			
Lección magistral	Resolución de problemas	Sesiones Prácticas	Evaluación
16	4	8	2
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>			
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

<b>Bibliografía Básica</b>
<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 Schmieder. 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>