

**Compatibilidad Electromagnética**

Código: 102725  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500895 Ingeniería Electrónica de Telecomunicación	OT	4	0

**Contacto**

Nombre: Enrique Alberto Miranda

Correo electrónico: Enrique.Miranda@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

**Prerequisitos**

- Análisis vectorial (vectores, campos escalares y vectoriales, operadores diferenciales: gradiente, rotor, divergencia, laplaciano)
- Fundamentos de electromagnetismo (Ley de Coulomb, ley de Ampere, teorema de Gauss, propagación de ondas electromagnéticas en líneas de transmisión y en el vacío)
- Análisis de circuitos

**Objetivos y contextualización**

El objetivo de este curso es formar a los estudiantes del grado de telecomunicaciones en los modelos y los métodos frecuentemente utilizados en el campo de la compatibilidad electromagnética (EMC). Para este fin se presentarán las formulaciones básicas utilizadas para describir el fenómeno de interferencia y la compatibilidad electromagnética en diversos sistemas. Se estudiarán las normativas nacionales e internacionales en vigor. Exploraremos las distintas fuentes de interferencia y la forma en que se miden utilizando equipamiento profesional.

**Competencias**

- Actitud personal
- Aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Aprender nuevos métodos y tecnologías en base a sus conocimientos básicos y tecnológicos, con gran versatilidad de adaptación a nuevas situaciones.
- Comunicación
- Concebir, diseñar, implementar y operar equipos y sistemas electrónicos, de instrumentación y de control.
- Dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de sistemas electrónicos.
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal
- Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe, y comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

- Trabajo en equipo
- Ética y profesionalidad

## Resultados de aprendizaje

1. Analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones, des del punto de vista de la instrumentación.
2. Analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.
3. Aplicar de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuadas para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas electrónicos.
4. Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
5. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
6. Desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis.
7. Desarrollar la curiosidad y la creatividad.
8. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico.
9. Documentar los sistemas de instrumentación diseñados, en base a las normativas vigentes.
10. Evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas electrónicos, desde el punto de vista de las perturbaciones y el ruido.
11. Identificar la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional en el ámbito de la compatibilidad electromagnética.
12. Prevenir y solucionar problemas.
13. Realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.
14. Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
15. Trabajar cooperativamente.
16. Trabajar de forma autónoma.

## Contenido

Contenido del curso:

### 1.- Introducción a la EMC

Motivación. Ejemplos introductorios. Definiciones y terminología

Modelo fuente-acoplo-víctima

Fuentes de interferencia naturales y artificiales

Mecanismos de acoplamiento: interferencia conducida y radiada

Conceptos de inmunidad y susceptibilidad

Espectros de señales. Análisis de señales pulsadas

Dimensión eléctrica

Unidades comúnmente utilizadas en EMC. Decibelio

### 2.- Principios electromagnéticos básicos

Análisis vectorial. Sistemas de coordenadas

Campos estáticos. Potenciales escalares y vectoriales

Líneas de alta tensión. Bobinas de Helmholtz

Materiales dieléctricos y magnéticos. Cargas y corrientes equivalentes  
Ecuaciones de Maxwell. Propagación de ondas electromagnéticas  
Entornos de modelización en EMC

### 3.- Modelos de baja frecuencia

Resolución de las ecuaciones de Laplace y Poisson  
Método de elementos finitos y diferencias finitas  
Circuitos de parámetros concentrados  
Modelos de acoplamiento circuital: acoplamiento por conducción e inducción.  
Diafonía en circuitos impresos (crosstalk)  
Descarga electrostática (ESD). Modelización y técnicas de prevención

### 4.- Modelos de alta frecuencia

Ecuaciones de las líneas de transmisión con y sin pérdidas  
Interacción de campos electromagnéticos con líneas de transmisión  
Líneas de transmisión multiconductoras  
Ecuación de Baum-Liu-Tesche  
Método de diferencias finitas en el dominio del tiempo  
Efectos de la caída de un rayo sobre una línea  
Campos de radiación y de inducción  
Radiación de fuentes extensas y aberturas  
Método de momentos. Acoplamiento de fuentes extensas

### 4.- Apantallamiento

Topología electromagnética en EMC  
Atenuación de la interferencia conducida  
Efectividad del blindaje. Blindaje en circuitos integrados  
Blindaje eléctrico a baja y alta frecuencia  
Blindaje magnético a baja y alta frecuencia  
Filtros de ferrita y filtros pasantes  
Sistemas absorbentes  
Diseño de recintos con aberturas

## 5.- Mediciones y Control

Desarrollo de sistemas bajo criterios de EMC

Sistemas de preconformidad

Métodos y equipos para la medición de interferencias

Receptores y LISN. Factor de antena

Ambientes de medición. Planos de reverberación

Cámaras anecoicas y celdas TEM

## 6.- Normativas y aplicaciones

Organismos reguladores

Estándares y normativa internacional sobre EMC

Declaración de conformidad. Cadena de responsabilidades

Electrodomésticos

Equipos de tecnología de la información

Arquitectura

Transportes

Equipamiento médico

Aspectos vinculados a la iluminación

## 7.- Aspectos biológicos de los campos electromagnéticos

Sociedad y campos electromagnéticos

Espectro electromagnético

Radiación ionizante y no ionizante

Baja frecuencia

RF y microondas

Efectos térmicos y lipoatrofia

Normativa y límites de exposición

## **Metodología**

A lo largo del curso, el alumno presentará actividades asignadas por el profesor relacionadas con el temario de la Unidad bajo estudio. Los estudiantes llevarán a cabo prácticas de simulación relacionadas con los temas abordados en las clases teóricas. Los estudiantes también presentarán un trabajo oral de acuerdo a las directivas del profesor. El curso culmina con una evaluación individual acerca del contenido teórico práctico del curso.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Dirigidas	15	0,6	2, 7, 13, 15
Dirigidas	30	1,2	1, 2, 10, 8, 9, 11, 14
Tipo: Supervisadas			
Supervisadas	10	0,4	5, 12
Tipo: Autónomas			
Autónomas	20	0,8	1, 5, 6, 11
Autónomas	20	0,8	3, 6, 8, 11, 12

## Evaluación

Actividades:

- 4 practicas (0.56) i 1 presentación oral (0.14) (70% de la nota)
- 1 evaluacion individual (30% de la nota)

Se requiere un minimo de cinco puntos para aprobar el curso.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Actividad 1	ver abajo	40	1,6	1, 2, 3, 10, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16
Actividad 2	ver abajo	10	0,4	5, 6, 8, 13, 16
Actividad 3	ver abajo	5	0,2	4, 5, 7, 14, 15

## Bibliografía

### Bibliografía

C. R. Paul, Introduction to electromagnetic compatibility. Second Edition, John Wiley & Sons, 2006

C. Christopoulos, Principles and techniques of electromagnetic compatibility, CRC Press, 1995.

J. Sebastian, Fundamentos de compatibilidad electromagnética, Addison-Wesley 1999.

C. R. Paul, Analysis of multiconductor transmission lines, IEEE Press, 2008.

## Adicional

F.M.Tesche, M.V.Ianoz and T. Karlsson, EMC Analysis Methods and Computational Models, Wiley, 1997.

N. Ellis, Interferencias Eléctricas Handbook, Paraninfo, 1999.

T. Williams, EMC Control y limitación de energía electromagnética, Paraninfo, 1997.

D. Weston, Electromagnetic Compatibility, Principles and Applications, Dekker, 2001.

R. Leventhal, Semiconductor modeling for simulating signal, power and electromagnetic integrity, Springer, 2006.