

## Compatibilidad Electromagnética

Código: 102725  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500895 Ingeniería Electrónica de Telecomunicación	OT	4	2

### Contacto

Nombre: Enrique Alberto Miranda Castellano

Correo electrónico: [enrique.miranda@uab.cat](mailto:enrique.miranda@uab.cat)

### Idiomas de los grupos

Puede consultarlo a través de este [enlace](#). Para consultar el idioma necesitará introducir el CÓDIGO de la asignatura. Tenga en cuenta que la información es provisional hasta el 30 de noviembre del 2023.

### Equipo docente

Enrique Alberto Miranda Castellano

### Prerrequisitos

- 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, desde el 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.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## 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	3, 6, 8, 11, 12
Autónomas	20	0,8	1, 5, 6, 11

## Evaluación

Actividades:

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

La nota mínima requerida para la aprobación de la prueba individual es 5/10.

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

## Actividades de evaluación continuada

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.

### **Software**

Los programas de simulación los proporciona el profesor