

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL  
INDUSTRIAL

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC) (PLAN 2009)

CÓDIGO 28803097

UNED

23-24

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA  
(EMC) (PLAN 2009)  
CÓDIGO 28803097

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC) (PLAN 2009)
Código	28803097
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

En la actualidad los sistemas eléctricos o electrónicos han llegado proliferar en tal medida y han alcanzado tal nivel de complejidad que las interferencias entre ellos resulta cada vez más notable y, en ocasiones, llega a provocar que alguno de ellos deje de funcionar debido a la interacción con algún otro equipo. Ya son clásicos los casos en los que los equipos de navegación de una aeronave resultan interferidos por un equipo electrónico portátil de un pasajero o en el que un teléfono móvil llega a perturbar el funcionamiento de un equipo de electromedicina en un hospital. Por tanto, la compatibilidad electromagnética (EMC) es una disciplina que resulta fundamental para todo aquel profesional que deba realizar diseños eléctricos o electrónicos debido a que todo sistema de este tipo siempre interactúa en mayor o menor medida con los demás sistemas que le rodean, estén o no directamente conectados eléctricamente a él. Esta disciplina también resulta imprescindible para aquellos profesionales que deban instalar o mantener cualquier sistema con posibilidades de interferir en el funcionamiento de otros equipos o de ser perturbado por cualquier otro equipo. Así, la comprensión de los mecanismos de interferencia y el dominio de las principales técnicas de reducción de estos problemas resulta ser de gran interés para cualquier profesional de la electricidad o de la electrónica.

Además, en los últimos años, la compatibilidad electromagnética ha experimentado un importante auge. La aparición de nuevas Normas y Directivas Europeas que obligan a los productos eléctricos y electrónicos a cumplir con ciertos requisitos que les permitan demostrar que son compatibles en su funcionamiento con otros aparatos, equipos, instalaciones o sistemas que funcionen en su entorno, hace que el diseño de estos productos deba tener muy en cuenta los fenómenos descritos. Sin ello, esos productos no pueden ser comercializados, ni pueden garantizar su correcto funcionamiento en el entorno en el que normalmente deben trabajar. En este curso y con ese objetivo, se presta una especial atención a la reglamentación y normativa en vigor en este campo

Los objetivos generales de esta asignatura son tres: el primero es dar una visión general de los conceptos básicos y de los fenómenos más importantes de la EMC, así como el de analizar los principios y características involucrados en la generación, propagación y recepción de interferencias electromagnéticas y de la susceptibilidad de los diversos elementos eléctricos o electrónicos frente a dichas interferencias. El segundo objetivo

fundamental consiste en describir las técnicas de medida y ensayo que permiten hacer un diagnóstico sobre el comportamiento de un aparato, instalación, equipo o sistema frente a dichos fenómenos y el tercero en identificar y analizar estas cuestiones en grandes grupos de sistemas eléctricos y electrónicos para comprender las actuaciones y medidas que conducen a la reducción de dichas interferencias a niveles compatibles con el correcto funcionamiento de dichos sistemas y de aquellos que, estando a su alcance, puedan ser interferidos por los primeros.

En relación con los títulos oficiales y condiciones de acceso y admisión a este Master en Investigación, esta asignatura viene a completar y ampliar los conocimientos adquiridos por los alumnos en las disciplinas referidas a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica en relación con el diseño de circuitos y sistemas eléctricos-electrónicos desde el punto de vista de la generación o susceptibilidad de interferencias electromagnéticas hacia o desde otros equipos presentes en su entorno. Por tanto desarrolla, con más extensión temática y con un mayor nivel de intensidad conceptual y de aplicación, los aspectos científicos y tecnológicos del funcionamiento de los sistemas eléctricos y/o electrónicos.

Esta asignatura forma parte del Módulo II que corresponde a los contenidos específicos optativos del itinerario o especialidad "Ingeniería Eléctrica y Electrónica". Esta asignatura, junto a las demás incluidas en el mismo itinerario, constituye la oferta de contenidos específicos que permiten al estudiante particularizar o diseñar según su interés su formación investigadora. Teniendo en cuenta la lógica relación que hay entre los contenidos de las asignaturas que forman cada especialidad, cada itinerario se ha definido como una materia que está compuesta por seis asignaturas, de 5 ECTS cada una, de las que el estudiante debe elegir y cursar cuatro.

## **REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA**

Los conocimientos previos para cursar esta asignatura corresponden a los fundamentos o principios básicos de la Ingeniería Eléctrica aunque debido a la estrecha relación de los contenidos de esta asignatura con los circuitos electrónicos, también conveniente un mínimo conocimiento de Electrónica Analógica, Electrónica Digital y Electrónica de Potencia. Por otra parte, los conceptos básicos y fundamentos teóricos se encuentran en la disciplina de Campos y Ondas, aunque buena parte de los conceptos necesarios se repasarán en esta asignatura.

Como se ha indicado en el apartado anterior, esta asignatura puede considerarse como una continuación de asignaturas de los últimos cursos de grado relativas al funcionamiento de los sistemas eléctricos o electrónicos aportando nuevos puntos de vista respecto de su funcionamiento normal. Por tanto, algunos de los conocimientos necesarios son:

- Representación de circuitos eléctricos y electrónicos (cuadripolos, análisis en el dominio del tiempo y frecuencia, análisis de circuitos R-L y R-C en régimen transitorio y modelos de componentes electrónicos).
- Representación de sistema eléctrico: elementos del sistema (generadores, transformadores, líneas de transporte y cargas), representación del sistema mediante el diagramas unifilar y

cálculo en valores por unidad.

- Circuitos básicos de electrónica, señales elementales y su análisis, entre otros tópicos.
- Circuitos analógicos básicos de electrónica aplicados a la medida y tratamiento de señales analógicas.
- Circuitos básicos de electrónica de potencia, en especial de aquellos de conmutación que habitualmente resultan ser generadores de perturbaciones.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JUAN VICENTE MIGUEZ CAMIÑA (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	<a href="mailto:jmiguez@ieec.uned.es">jmiguez@ieec.uned.es</a>
Teléfono	91398-8240
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo, preferentemente, a través de la **plataforma aLF** donde existen unos **foros temáticos** en los que se responderá a consultas docentes.

Para atender a cuestiones más particulares como pueda ser la revisión de un examen, el estudiante puede ponerse en contacto con el equipo docente a través de las siguientes direcciones de correo electrónico:

- Dr. D. Juan Vicente Míguez Camiña      [jmiguez@ieec.uned.es](mailto:jmiguez@ieec.uned.es)
- Dr. D. Rafael Guirado Torres          [rguirado@ieec.uned.es](mailto:rguirado@ieec.uned.es)

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

**Competencias Generales:**

CG3 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en español como lengua propia

CG4 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en inglés como lengua extranjera

CG5 - Ser capaz de tomar decisiones

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos

CG7 - Adquirir habilidades en investigación

CG8 - Adquirir habilidades para la creatividad

CG9 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos

CG10 - Adquirir la capacidad de comunicación

**Competencias Específicas:**

CE2 - Ser capaz de analizar la información científica y técnica

CE3 - Conocer los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE5 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CE6 - Ser capaz de planificar actividades de investigación

CE7 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos en el ámbito científico y tecnológico

CE8 - Adquirir habilidades para la elaboración y exposición de informes científicos

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conforme a la orientación formativa que introduce el EEES y a partir de los contenidos de la asignatura, los resultados del aprendizaje previstos son:

- Comprender los principios fundamentales que rigen la generación y propagación de señales electromagnéticas, tanto por conducción como por emisión.
- Comprender los mecanismos físicos de generación de perturbaciones en elementos eléctricos y electrónicos y su posible susceptibilidad frente a las perturbaciones que puedan recibir.
- Análisis y comprensión de los principales modelos eléctricos de propagación de las perturbaciones.
- Análisis y comprensión de los principales técnicas de medida y ensayo de las perturbaciones.
- Análisis de las principales reglamentaciones y normas de EMC aplicables en Europa.
- Exponer y analizar las principales técnicas de reducción de la emisión, transmisión y recepción de las perturbaciones.
- Identificar tanto los elementos susceptibles a las interferencias como aquellos que las producen y las vías de propagación.

- Aplicar las técnicas analizadas de reducción de las perturbaciones a diversos sistemas eléctricos y electrónicos específicos pero de gran importancia por su importante presencia en la industria.

## CONTENIDOS

Tema 1. Introducción. Terminología y conceptos básicos.

Tema 2. Principios básicos de EMC.

Revisión, desde el punto de vista de la C.E.M., de conceptos de interés de la:

- teoría del campo electromagnético,
- teoría de las líneas de transmisión y
- teoría de las antenas.

Tema 3. Emisión de interferencias conducidas y radiadas. Métodos de medida.

Se trata fundamentalmente fuentes, mecanismos de actuación y algunos métodos de medida para perturbaciones conducidas y para perturbaciones radiadas.

Tema 4. Inmunidad a las perturbaciones conducidas y radiadas. Métodos de ensayo.

Se abordan las características de inmunidad de equipos y sistemas frente a perturbaciones conducidas y radiadas. También se abordan las descargas electrostáticas (ESD).

Tema 5. Blindajes, masas y tierras.

En este tema se estudian técnicas de reducción de perturbaciones basadas en blindajes o pantallas así como su combinación con masas y tierras. También se abordan técnicas de aislamiento.

Tema 6. Técnicas de filtrado.

En este tema se estudia la utilización de filtros para reducir perturbaciones conducidas.

Tema 7. Interferencias electromagnéticas en subsistemas analógicos y en subsistemas digitales.

Se abordan problemas y soluciones específicos de sistemas analógicos y de sistemas digitales.

Tema 8. Interferencias electromagnéticas en instalaciones de potencia y en fuentes de alimentación.

Se estudian problemas y soluciones específicos de estos tipos de sistemas.

Tema 9. Normativa europea.

- Guía de aplicación de la Directiva de EMC.

## METODOLOGÍA

La asignatura “*Compatibilidad electromagnética (EMC)*” se impartirá a distancia siguiendo el modelo educativo propio de la UNED. Desde el punto de vista metodológico tiene las siguientes características generales:

- Como se ha indicado es una asignatura "a distancia". De esta forma, además de la bibliografía básica impresa, el estudiante dispondrá del Curso virtual de la asignatura, al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e, y del espacio específico de la misma existente en el servidor en Internet del DIEEC. Tanto en uno como en otro, se incluirá todo tipo de información y documentos (artículos, informes, memorias estadísticas, etc.) que necesite para su consulta y/o descarga.
- Dado que el trabajo autónomo del estudiante es mayoritario, la carga de trabajo que le supondrá la asignatura dependerá fundamentalmente de sus circunstancias personales y laborales. A través de los foros generales del curso virtual y del contacto personal mediante del correo electrónico, se le guiará y aconsejará sobre el ritmo de trabajo que debe llevar para que el seguimiento de la asignatura sea lo más regular y constante posible.
- Además de esos recursos de comunicación individuales, se fomentará la comunicación a través de los demás recursos educativos técnicos y de comunicación de los que dispone el modelo de la UNED como, por ejemplo, videoconferencias, programas de radio y/o televisión, presentaciones y conferencias en reservorios digitales, etc.
- La asignatura tiene un importante carácter teórico debido a los temas que aborda y a los objetivos propuestos.

Cronológicamente el estudiante debe estudiar y preparar cada tema siguiendo el orden dado a los contenidos, ya que cada uno se apoya en los anteriores.



## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2 Examen de desarrollo

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

#### Descripción

La prueba presencial consta de varios ejercicios de desarrollo en los que se debe responder fundamentalmente de forma razonada y sitética a las preguntas o problemas planteados.

#### Criterios de evaluación

Claridad de exposición. Capacidad de síntesis de las respuestas.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final La prueba presencial aporta el 90% de la nota final.

Fecha aproximada de entrega La fecha del calendario de exámenes.

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si,PEC no presencial

#### Descripción

Varios ejercicios de desarrollo que deben tener en cuenta tanto el material básico como los artículos técnicos que se puedan proponer, relacionados con un tema.

#### Criterios de evaluación

Claridad de exposición. Capacidad de síntesis de las respuestas.

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega Entre los meses de febrero y mayo.

Comentarios y observaciones

### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

#### Descripción

#### Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Se promedian los resultados obtenidos en la prueba presencial para obtener una nota entre 0 y 9. Si esta nota supera el 5, entonces se valora la nota de la prueba de evaluación continua para aportar un máximo de un punto a la prueba presencial.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780471755005

Título: INTRODUCTION TO ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY 2nd. edición

Autor/es: Clayton R. Paul

Editorial: : WILEY

**Título:** *Curso sobre los requisitos de la directiva 2004/108/CEE de compatibilidad electromagnética.* **Editorial:** Servicio de publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales de la U.P.M.

•**Comentarios y anexos:** La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura es la indicada anteriormente y se complementa con documentos electrónicos publicados en el curso virtual de la asignatura, a los que se accede a través de CiberUNED.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Existe una gran cantidad de libros en el mercado y en las bibliotecas universitarias que pueden ser consultados por los estudiantes como bibliografía complementaria para preparar la asignatura y profundizar en aquellos temas concretos que deseen.

A modo de ejemplo y sin querer ser exhaustivos se indican los siguientes:

- *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos.* J. Balcells, F. Daura, R. Esparza y R. Pallás. Ed. Marcombo-Boixareu, 1991.
- *High-Speed Signal Propagation. Advanced Black Magic.* H. Johnson, M. Graham. Ed. Prentice-Hall. 2003.
- *Noise Reduction Techniques in Electronic Systems.* H. W. Ott. Wiley-Interscience. 1988.
- "Guide for the EMCD" (Directive 2014/30/EU). 19 December 2018. Puede obtenerse en la web del ministerio.
- "Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014". Puede obtenerse en la web del ministerio.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

*Curso virtual:* La plataforma aLF de e-Learning de la UNED proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**Esta asignatura no dispone de prácticas de laboratorio.**

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.