

**Compatibilitat Electromagnètica****2013/2014**

Codi: 102725

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500895 Enginyeria Electrònica de Telecomunicació	OT	4	1

**Professor de contacte**

Nom: Enrique Alberto Miranda

Correu electrònic: Enrique.Miranda@uab.cat

**Utilització d'idiomes**

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: No

Algun grup íntegre en espanyol: Sí

**Prerequisits**

- 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)
- Conocimientos de análisis de circuitos

**Objectius**

El objetivo de este curso es formar a estudiantes de la titulación de Enginyeria Electrònica de Telecomunicació en modelos y métodos de trabajo en el área de la compatibilidad electromagnética (EMC). Para ello se presentarán los modelos básicos utilizados para la descripción de fenómenos de interferencia y compatibilidad electromagnética. También se pretende poner en conocimiento del estudiante las normativas internacionales vigentes. Se buscará desarrollar en el alumnado las habilidades para analizar las fuentes de interferencia, cómo medirlas con instrumentos de medición de uso profesional y cómo solucionarlas en el caso que fuera necesario.

**Competències**

- Enginyeria Electrònica de Telecomunicació
- Actitud personal
- Aplicar la legislació necessària durant el desenvolupament de la professió d'enginyer tècnic de telecomunicació i utilitzar les especificacions, els reglaments i les normes de compliment obligatori
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions
- Comunicació
- Concebir, diseñar, implementar y operar equipos y sistemas electrónicos, de instrumentación y de control.
- Dirigir les activitats que són objecte dels projectes de l'àmbit de la telecomunicació
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal
- Treball en equip
- Treballar en un grup multidisciplinari i en un entorn multilingüe, i comunicar, tant per escrit com

- oralment, coneixements, procediments, resultats i idees relacionats amb les telecomunicacions i l'electrònica
- Ètica i professionalitat

## Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a entorns multidisciplinaris i internacionals.
2. Adaptar-se a situacions imprevistes.
3. Analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones, des del punto de vista de la instrumentación.
4. Analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.
5. Aplicar de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuadas para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas electrónicos.
6. Assumir i respectar el rol dels diversos membres de l'equip, així com els diferents nivells de dependència de l'equip.
7. Assumir la responsabilitat social, ètica, professional i legal, si escau, que es deriva de la pràctica de l'exercici professional.
8. Avaluar de manera crítica el treball dut a terme.
9. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
10. Contribuir al benestar de la societat i al desenvolupament sostenible.
11. Desenvolupar el pensament científic.
12. Desenvolupar el pensament sistèmic.
13. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
14. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
15. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
16. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics.
17. Documentar los sistemas de instrumentación diseñados, en base a las normativas vigentes.
18. 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.
19. Fer un ús eficient de les TIC en la comunicació i la transmissió d'idees i resultats.
20. Generar propostes innovadores i competitives en l'activitat professional.
21. Gestionar el temps i els recursos disponibles. Treballar de forma organitzada.
22. Gestionar la informació incorporant de manera crítica les innovacions del propi camp professional, i analitzar les tendències de futur.
23. Identificar la normativa i la regulació de les telecomunicacions en els àmbits nacional, europeu i internacional en l'àmbit de la compatibilitat electromagnètica
24. Identificar, gestionar i resoldre conflictes.
25. Mantenir una actitud proactiva i dinàmica respecte al desenvolupament de la pròpia carrera professional, el creixement personal i la formació continuada. Tenir esperit de superació.
26. Prendre decisions pròpies.
27. Prevenir i solucionar problemes.
28. 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.
29. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
30. Treballar cooperativament.
31. Treballar de manera autònoma.
32. Treballar en entorns complexos o incerts i amb recursos limitats.
33. Utilitzar l'anglès com l'idioma de comunicació i de relació professional de referència.

## Continguts

### Contenidos básicos de la asignatura:

#### 1.- Introducción a la EMC

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

Unidades comúnmente utilizadas en EMC. Decibelio

## **2.- Principios electromagnéticos básicos**

Análisis vectorial. Sistemas de coordenadas

Campos estáticos. Potenciales escalares y vectoriales

Materiales dieléctricos y magnéticos. Cargas y corrientes equivalentes

Ecuaciones de Maxwell

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

Interacción de campos electromagnéticos con líneas de transmisión

Ecuación de Baum-Liu-Tesche

Método de diferencias finitas en el dominio del tiempo

Efectos de la caída de un rayo sobre una línea

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 eléctrico a baja y alta frecuencia

Blindaje magnético a baja y alta frecuencia

Sistemas absorbentes

Diseño de recipientes con aberturas

## **5.- Mediciones y Control**

Desarrollo de sistemas bajo criterios de EMC

Métodos y equipos para la medición de interferencias

Ambientes de medición. Cámaras anecoicas y celdas TEM

## **6.- Normativas y aplicaciones**

Organismos reguladores

Estándares y normativa internacional sobre EMC

Electrodomésticos

Equipos de tecnología de la información

Arquitectura

Transportes

Equipamiento médico

Aspectos vinculados a la iluminación

## **7.- Aspectos biológicos de los campos electromagnéticos**

Espectro electromagnético

Radiación ionizante y no ionizante

Baja frecuencia

RF y microondas

Normativa y límites de exposición

## **Metodología**

A lo largo del curso los alumnos deberán presentar trabajos (análisis de papers, búsquedas en la red, etc.) asignados por el profesor relacionados con la Unidad bajo estudio. Los alumnos realizarán también diversas prácticas de simulación sobre los temas abordados durante el curso. Hacia el final del curso los alumnos deberán exponer

un tema de EMC acordado con el profesor. El curso culmina con un examen final individual sobre la caracterización de una situación de compatibilidad electromagnética a través de las herramientas y normas presentadas en el curso.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Clases magistrales	30	1,2	1, 3, 4, 7, 10, 16, 17, 18, 19, 23, 29, 33
Prácticas laboratorio y aula	15	0,6	4, 8, 15, 19, 20, 21, 28, 30, 33
Tipus: Supervisades			
Prueba de síntesis	10	0,4	2, 13, 19, 24, 26, 27
Tipus: Autònomes			
Estudio fundamentos teóricos	20	0,8	3, 11, 12, 13, 14, 23
Resolución prácticas	20	0,8	2, 5, 6, 14, 16, 23, 25, 26, 27, 32

## Avaluació

A lo largo del curso se realizarán las siguientes actividades:

- 4 trabajos prácticos y 1 presentación oral grupal sobre un tema de EMC a convenir con el profesor (80% de la nota final)
- 1 examen final individual orientado a los contenidos teóricos del curso (20% de la nota final)

Al examen final se puede acceder si han sido entregados todos los informes de prácticas con nota mínima promedio de 5 puntos sobre 10.

Todas las actividades son obligatorias y pueden estar sujetas a cambios de acuerdo a lo que considere necesario el profesor.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Actividades continuadas	0,8	40	1,6	3, 4, 5, 13, 23, 31
Examen final	0.1	5	0,2	11, 12, 13, 14, 16, 21, 28, 31
Presentación oral	0.1	10	0,4	8, 9, 12, 13, 22, 26, 29, 30, 31

## Bibliografia

### Bibliografía fundamental

C. R. Paul, Introduction to electromagnetic compatibility. John Wiley & Sons, 1992

Electromagnetic Compatibility, Principles and Applications

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.

### **Bibliografía 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.