

Titulació	Tipus	Curs
2500895 Enginyeria Electrònica de Telecomunicació	OT	4

### Professor/a de contacte

Nom: Enrique Alberto Miranda Castellano

Correu electrònic: enrique.miranda@uab.cat

### Equip docent

Enrique Alberto Miranda Castellano

### Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

### Prerequisits

- Anàlisi vectorial (vectors, camps escalars i vectorials, operadors diferencials: gradient, rotor, divergència, laplaciana)
- Fonaments d'electromagnetisme (Llei de Coulomb, Llei de Ampere, teorema de Gauss, propagació d'ones electromagnètiques en línies de transmissió i en el buit)
- Coneixements d'anàlisi de circuits

### Objectius

L'objectiu d'aquest curs és formar a estudiants del Grau en Enginyeria Electrònica de Telecomunicació en els models i mètodes de treball a l'àrea de la compatibilitat electromagnètica (EMC). Per a això es presentaran les formulacions bàsiques utilitzades per a la descripció de fenòmens d'interferència i compatibilitat electromagnètica. També es pretén posar en coneixement de l'estudiant les normatives nacionals e internacionals vigents. Es buscarà desenvolupar en l'alumnat les habilitats per analitzar les fonts d'interferència, com mesurar-les amb instruments de caracterització d'ús professional i com solucionar-les en el cas que fos necessari.

### Competències

- 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
- Concebre, dissenyar, implementar i operar equips i sistemes electrònics, d'instrumentació i de control.
- Dirigir les activitats que són objecte dels projectes de l'àmbit de sistemes electrònics
- 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. Analitzar i especificar els paràmetres fonamentals d'un sistema de comunicacions, donis del punt de vista de la instrumentació.
2. Analitzar i solucionar els problemes d'interferències i compatibilitat electromagnètica.
3. Aplicar de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequades per a la concepció, el desenvolupament o l'explotació de sistemes electrònics.
4. Avaluar els avantatges i inconvenients de diferents alternatives tecnològiques de desplegament o implementació de sistemes electrònics, des del punt de vista de les perturbacions i el soroll.
5. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
6. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
7. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
8. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
9. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics.
10. Documentar els sistemes d'instrumentació dissenyats, sobre la base de les normatives vigents.
11. Identificar la normativa i la regulació de les telecomunicacions en els àmbits nacional, europeu i internacional en l'àmbit de la compatibilitat electromagnètica
12. Prevenir i solucionar problemes.
13. Realitzar l'especificació, implementació, documentació i posada a punt d'equips i sistemes, electrònics, d'instrumentació i de control, considerant tant els aspectes tècnics com les normatives reguladores corresponents.
14. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
15. Treballar cooperativament.
16. Treballar de manera autònoma.

## Continguts

Continguts bàsics de la assignatura::

### 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

### Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Clases magistrales	30	1,2	1, 2, 9, 10, 4, 11, 14
Prácticas laboratorio y aula	15	0,6	2, 8, 13, 15
Tipus: Supervisades			
Prueba de síntesis	10	0,4	6, 12
Tipus: Autònomes			
Estudio fundamentos teóricos	20	0,8	1, 6, 7, 11
Resolución prácticas	20	0,8	3, 9, 7, 11, 12

Al llarg del curs els alumnes hauran de presentar treballs (anàlisis de papers, cerques a la xarxa, etc.) assignats pel professor relacionats amb la Unitat sota estudi. Els alumnes realitzaran també diverses pràctiques de simulació sobre els temes abordats durant el curs. Cap al final de l'assignatura els alumnes hauran d'exposar un tema de EMC acordat amb el professor. El curs culmina amb una evaluació individual sobre els continguts teòric-pràctics del curs.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

### Avaluació

#### Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Actividades continuadas	0,56	40	1,6	1, 2, 3, 9, 8, 6, 7, 10, 4, 11, 13, 12, 16, 15
Examen final	0,3	10	0,4	9, 6, 7, 13, 16
Presentación oral	0,14	5	0,2	5, 8, 6, 14, 15

Al llarg del curs es realitzaran les següents activitats:

- 4 treballs pràctics (0.56) i 1 presentació oral (0.14) grupal sobre un tema de EMC a convenir amb el professor (70% de la nota final)
- 1 evaluació final individual orientat als continguts teòric-pràctics del curs (30% de la nota final)

A l'evaluació final es pot accedir si han estat lliurats tots els informes de pràctiques amb nota mínima mitjana de 5/10.

Per a aprovar l'assignatura es necessita una nota mínima de 5/10 en l'avaluació final individual.

Totes les activitats són obligatòries i poden estar subjectes a canvis d'acord al que consideri necessari el professor.

## **Bibliografia**

### **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.

## **Programari**

Els programes de simulació a utilitzar durant el curs els proporciona el professor

## **Llista d'idiomes**

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
-----	------	--------	----------	------

(PAUL) Pràctiques d'aula	321	Català/Espanyol	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	321	Català/Espanyol	segon quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	320	Català/Espanyol	segon quadrimestre	matí-mixt

PROVISIONAL