

## 32006 - CEMSIP - Compatibilidad Electromagnetica en Sistemas de Control y Potencia

Unidad responsable: 230 - ETSETB - Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona  
Unidad que imparte: 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica  
Curso: 2011  
Titulación: INGENIERÍA ELECTRÓNICA (Plan 1992). (Unidad docente Optativa)  
DOCTORADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA (Plan 2007). (Unidad docente Optativa)  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA (Plan 2006). (Unidad docente Optativa)  
Créditos: 6

### Capacidades previas

Teoría de circuitos: Monofásicos y trifásicos

Teoría de campos electromagnéticos

Electrotécnica

Electrónica de Potencia

Teoría de Control

### Requisitos

### Metodologías docentes

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Capacitar a los estudiantes para el diseño hardware de sistemas electrónicos y electrotécnicos de potencia y para el diseño de *¿lay-out¿* de grandes plantas frente al problema de Compatibilidad Electromagnética (EMC) , que muchas veces compromete el funcionamiento y la seguridad de dichos sistemas.

Estudio de las herramientas de modelado, instrumentación y técnicas de medida empleadas en EMC

Estudio de los efectos de las perturbaciones a nivel de dispositivo, de subsistemas y de grandes sistemas (Plantas Industriales, red eléctrica, etc.) Aplicación de medidas correctoras.

Estudio de la normativa actualizada sobre Compatibilidad Electromagnética.

Aprender los criterios para la integración de sistemas de potencia y sistemas de control, cuidando por la compatibilidad EMC entre ambos.

## 32006 - CEMSIP - Compatibilidad Electromagnetica en Sistemas de Control y Potencia

### Contenidos

1. Introducción: Definiciones , Fuentes, propagación y víctimas de las EMI . Modo común i modo diferencial. Medidas en el dominio frecuencial. Los sistemas conmutados como fuentes de perturbación. (2 horas )

2. Propagación de perturbaciones de alta frecuencia (HF): Leyes básicas del electromagnetismo. Conducción en HF. Acoplamiento por campos próximos: Eléctrico y magnético. Acoplamiento por campo lejano. Modelos simples de acoplamiento en sistemas conmutados. Leyes básicas de apantallamiento. (3 horas)

3. Comportamiento de los componentes a altas frecuencias (HF): Comportamiento HF de componentes pasivos. Comportamiento en HF de transistores. Efectos de las EMI en OPAMPs. Efectos de las EMI en los sistemas de control. Técnicas de reducción de EMI en sistemas analógicos. Los circuitos digitales como emisores y como víctimas de las EMI. (3 horas)

4. Masas i apantallamientos en sistemas industriales: Tipos de pantallas y propiedades. Conexión de pantallas en sistemas de control en lazo cerrado. Pantallas en sistemas combinados de control y potencia. ¿Lay-out¿ i masas en centros de control. (3 horas)

5. Diseño de lacas PCB. ¿Lay-out¿ de diferentes partes del circuito de control . Diseño de PCB. Partición y aislamiento de señales de control y potencia. Técnicas de adquisición de datos. Filtrado por hardware y por software. (3 horas)

6. Perturbaciones en la red eléctrica: Clasificación. Perturbaciones de baja frecuencia (LF). Armónicos. Flicker. Medidas de Campo. Circuitos equivalentes. Problemática de las redes aisladas (aviones, barcos). Red del automóvil. Filtros activos y pasivos para perturbaciones de baja frecuencia. Simulación de redes. (2 horas)

7. Filtros EMI y protectores de sobretensiones: Filtros EMI para sistemas de alimentación. Filtros EMI para líneas de datos. Descargas atmosféricas y sus efectos. Protección de sobretensiones. Diseño de atenuadores ¿snubber¿. (2 horas)

## 32006 - CEMSIP - Compatibilidad Electromagnetica en Sistemas de Control y Potencia

8. Los convertidores conmutados como fuentes de perturbaciones: Características particulares del problema EMI en convertidores. Elementos perturbadores. Simulación y diseño de  $\zeta$ snubbers $\zeta$ . Técnicas de conmutación ZVS y ZCS para la reducción de EMI. Drivers para reducción de EMI. (3 horas)

9. Normas, instrumentación y técnicas de medida de EMI: Equipo estándar para medida de perturbaciones conducidas. Redes artificiales LISN y limitadores de sobretensión. Técnicas de discriminación MC/MD. Sondas de corriente de alta frecuencia Técnicas de diagnóstico y medidas no normativas. (3 horas)

10. Modelado de EMI en convertidores conmutados: Técnicas habituales de modelado EMI. Técnicas específicas de modelado de convertidores conmutados. Obtención de modelos de alta frecuencia de componentes activos, pasivos i parásitos. Modelos  $\zeta$ fuente-camino de propagación- víctima $\zeta$  en el dominio frecuencial. (3 horas)

11. Técnicas de diseño de convertidores orientadas a la reducción de EMI: Técnicas de conmutación resonante. Drivers anti-EMI para dispositivos MOSFET e IGBT. Topologías especiales de onduladores. Modulaciones especiales en onduladores. Técnicas SSFM. (3 horas)

### Sistema de calificación

Se evaluará a los estudiantes en base a dos pruebas parciales, un trabajo dirigido que se encarga de forma individualizada y los informes de realización de las prácticas.

Los trabajos dirigidos serán presentados y defendidos oralmente delante del resto de estudiantes en una Jornada EMC organizada por el ccordinador de la asignatura. Se valorará que el resultado de dicho trabajo sea publicable en una revista o congreso.

### Normas de realización de las actividades

# 32006 - CEMSIP - Compatibilidad Electromagnética en Sistemas de Control y Potencia

## Bibliografía

### Básica:

Balcells, J. [et al.]. *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos*. Barcelona [etc.]: Marcombo, 1991. ISBN 8426708412.

Balcells, J.; González, D.; Gago, J. *Curso "EMC design in industrial systems"* [en línea]. Barcelona: Dept. Ingeniería Electrónica UPC, 2003 [Consulta: 28/11/2011]. Disponible a:  
<[http://www.jcee.upc.es/JCEE2010/pdf\\_ponencies/PDFs/18\\_11\\_10/EMC\\_Introduction.pdf](http://www.jcee.upc.es/JCEE2010/pdf_ponencies/PDFs/18_11_10/EMC_Introduction.pdf)>.

### Complementaria:

Weston, D.A. *Electromagnetic compatibility: principles and applications*. 2nd ed., rev. and exp. New York [etc.]: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824788893.

### Otros recursos:

Placas diversas para prácticas.

Manuales de los instrumentos de laboratorio: Analizadores de espectros, analizadores de redes, etc.

Videos de diferentes marcas de instrumentación mostrando ensayos.