



# Planificaciones

8649 - Seminario de Electrónica II

Docente responsable: FANO WALTER GUSTAVO

## OBJETIVOS

Formar a estudiantes de ingeniería electrónica y eléctrica en modelos y métodos de trabajo en el área de la compatibilidad electromagnética (EMC) mediante la presentación de los modelos básicos utilizados para la descripción de fenómenos de interferencia y compatibilidad electromagnética. Poner en contacto al estudiante con el análisis de las Normas Internacionales vigentes. Desarrollar en los estudiantes las habilidades para encontrar las fuentes de interferencia, cómo medirlas y solucionarlas.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

- 1 Introducción a EMC
  - 2 Líneas de transmisión e integridad de la señales
  - 3 Interferencia conducida. Medición de las interferencias conducidas.
  - 4 Puesta a tierra.
  - 5 Emisiones radiadas.
  - 6 Crosstalk
  - 7 Blindaje
  - 8 Normas y regulación en EMC.
  - 9 Modelos numéricos en altas y bajas frecuencias.
  - 10 Mediciones
- Anexo Representación de Señales

### PROGRAMA ANALÍTICO

- 1 Introducción  
Nociones de EMC. Fuentes de interferencia. Mecanismos de acoplamiento.  
Historia de la EMC.  
Ecuaciones de Maxwell. Fuentes y campos. Potenciales. Ecuación de Ondas.  
Soluciones en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.  
Señales eléctricas y ondas. Asignación de frecuencias y longitudes de ondas en sistemas electrónicos. Velocidad de propagación. Propiedades eléctricas de los medios. Decibelios y Unidades en EMC y RF
- 2 Líneas de transmisión e integridad de la señales  
Ecuaciones de las líneas de transmisión. Parámetros distribuidos de una línea de transmisión, por unidad de longitud. Capacidad, inductancia, resistencia y conductancia por unidad de longitud para líneas de transmisión. Tipos de líneas de transmisión. Soluciones en función del tiempo. Integridad de las señales en discontinuidades, adaptaciones y pérdidas. Ejemplos.
- 3 Interferencia conducida. Medición de las interferencias conducidas. Corrientes de modo común y de modo diferencial. Métodos para reducir las corrientes de modo común. Line Impedance Stabilization Network (LISN). Filtros. Filtros en Fuentes de alimentación.
- 4 Puesta a tierra. Tipos de puestas a tierra. Puesta a tierra de bajas frecuencias y de altas frecuencias. Balance. Ruido. Seguridad.
- 5 Emisiones radiadas. Modelos de emisiones simples. Modelos de emisiones de modo diferencial y modo común. Puntas de corrientes. Impedancia de transferencia. Mediciones. Modelos simples de susceptibilidad.
- 6 Crosstalk  
Crosstalk en líneas. Modelos circuitales. Modelo de tres conductores. Distintas configuraciones de conductores. Ejemplos.
- 7 Blindaje  
Introducción. Efectividad del blindaje. Pérdidas por absorción, reflexión y reflexiones múltiples. Profundidad de penetración. Impedancia de onda. Fuentes de campo cercano y lejano. Blindajes. Radiación por aberturas, hilos de corriente. Ejemplos.
- 8 Normas  
Normas y regulación en EMC. Organismos internacionales, regionales y nacionales. Tipos de estándares. Estándares de emisión y de inmunidad. Comparación de normas básicas (FCC, CISPR). Estándares militares.
- 9 Modelos numéricos en altas y bajas frecuencias. Métodos numéricos. Aplicaciones.  
Métodos numéricos. Diferencias finitas. FEM.
- 10 Mediciones  
Métodos de medición de interferencias  
Ambiente de medición  
Diseño de instalaciones

Visita a cámara semianecoica.  
Anexo Representación de Señales  
Sistemas lineales.  
Señales periódicas. Representación de Fourier.  
Señales no periódicas. Transformada de Fourier.  
Señales trapezoidales. Influencia de los distintos parámetros sobre el espectro.  
Analizadores de espectro.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, 2nd Ed., Wiley, 2006.
- [2] Henry W. Ott, Electromagnetic Compatibility Engineering. J. Wiley, 2009
- [3] F.M.Tesche, M.V.Ianoz & T.Karlsson, EMC Analysis Methods and Computational Models, Wiley, 1997.
- [4] K. Armstrong, Design Techniques for EMC, Advanced PCB Design and Layout for EMC, EMC for Systems and Installations, EMC Testing  
<http://www.emcia.org/keitharmstrong.aspx>
- [5] EOS/ESD Association, ESD Fundamentals (Basics of Electrostatic Discharge), <https://www.esda.org/about-esd/esd-fundamentals/>
- [6] EOS/ESD Association, Understanding Electrical Overstress – EOS, <https://www.esda.org/about-esd/white-papers/>

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

### **Metodología de enseñanza**

La asignatura es de régimen cuatrimestral (16 semanas) con 4 horas semanales de clases teórico-prácticas.

Para aprobar se requiere:

- o 75% de asistencia a las clases teórico-prácticas.
- o Confección de los Problemas obligatorios.
- o Confección de los Trabajos Prácticos obligatorios.
- o Aprobar la Evaluación Parcial y la Evaluación Integradora.
- o Redacción de una Monografía sobre tema a acordar (optativo).

### **Modalidad de Evaluación Parcial**

La evaluación de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el curso se realizará a través de la presentación de la Carpeta de TPs donde figuren los Problemas y Trabajos Prácticos, la Evaluación Parcial y la Evaluación Integradora.

Cada uno de estos ítems se evaluará de 0 a 10 tendrá el siguiente peso en la nota final:

- 1) Problemas y TPs Obligatorios: 30%
- 2) Evaluación Parcial: 30%
- 3) Evaluación Integradora: 40%

El alumno podrá reemplazar la Evaluación Integradora por un Trabajo de diseño o monografía sobre temas del curso, caracterizando un problema de compatibilidad electromagnética en acuerdo con los docentes. La monografía deberá establecer el/los modelo/s adecuado/s, y se realizarán simulaciones y/o mediciones para comprobar los parámetros del modelo y homologar los resultados con las normas pertinentes. Esta monografía se irá desarrollando a lo largo del curso y será defendida por el alumno a la finalización del mismo, en las fechas establecidas de acuerdo al Calendario de Evaluación Integradora.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Introducción a EMC					
<2> 16/03 al 21/03	Introducción a EMC	Calculos con decibeles				
<3> 23/03 al 28/03	Líneas de transmisión e integridad de la señales		Acoplamiento entre líneas de transmisión			
<4> 30/03 al 04/04	Interferencia conducida				Entrega del TP de Acoplamiento	
<5> 06/04 al 11/04	Interferencia conducida		Filtros de Línea			
<6> 13/04 al 18/04	Puesta a tierra				Entrega del TP de Filtros	
<7> 20/04 al 25/04	Emisiones radiadas.					
<8> 27/04 al 02/05	Emisiones radiadas.		Mediciones de campo cercano. Pre-certificación			
<9> 04/05 al 09/05	Crosstalk				Entrega del TP de Mediciones de campo cercano	
<10> 11/05 al 16/05	Blindaje		Medición de blindajes			
<11> 18/05 al 23/05	Blindaje				Entrega del TP de Medición de blindajes	
<12> 25/05 al 30/05	Normas		Diseño, construcción y medición de una Celda TEM			
<13> 01/06 al 06/06	Normas			Simulación con Spice 1-Modelación de señales con Spice 2-Modelos de parámetros concentrados con Spice 3-Extracción de parámetros circuitales con Fastfields 4-Modelos de parámetros distribuidos con Spice 5-Integridad de señales con Spice 6-Modelos de parámetros de baja frecuencia con FEMM 7-Modelos de radiación de estructuras conductoras con 4NEC2.		
<14> 08/06 al 13/06	Modelos numéricos en altas y bajas frecuencias	Simulacion Numerica de una celda TEM				
<15> 15/06 al 20/06	Modelos numéricos en altas y bajas	Simulacion Numerica de una celda TEM			Entrega del TP de Diseño, construcción y	

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	frecuencias				medición de una Celda TEM	
<16> 22/06 al 27/06	Mediciones					

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	22/10	16:00	
2º	11	29/10	16:00	
3º	12	05/11	16:00	
4º				