



# Guía docente

## 230626 - NMEE - Métodos Numéricos para la Ingeniería Electromagnética

Última modificación: 29/04/2020

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

**Unidad que imparte:** 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2013). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2020

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** JUAN-MANUEL RIUS CASALS

**Otros:** ALEXANDER HELDRING - EDUARDO UBEDA FARRE - JOSE MARIA GONZALEZ ARBESU

### CAPACIDADES PREVIAS

Álgebra, cálculo diferencial e integral y análisis vectorial. Campos y ondas electromagnéticos.

### REQUISITOS

Ninguno.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

Los profesores impartirán clases de pizarra. Se utilizarán presentaciones y software de simulación para clarificar conceptos. Los estudiantes deberán resolver problemas y escribir programas simples en lenguaje MATLAB.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Fundamentos en electromagnetismo avanzado, desde un punto de vista de ingeniería. Comprensión de la radiación electromagnética y la difracción, y capacidad para calcular los campos radiados y difractados. Comprensión de los métodos numéricos modernos para la simulación por ordenador. Capacidad de escribir programas de ordenador sencillos para la simulación numérica.

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	86,0	68.80
Horas grupo grande	39,0	31.20

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### (CAST) 1- Fundamentos

**Descripción:**

Cálculo vectorial (repaso)  
Ecuaciones de Maxwell y condiciones de contorno (repaso)  
Propiedades eléctricas de los materiales  
Conservación de la energía  
Régimen permanente senoidal (repaso)  
Ecuación de onda y sus soluciones (repaso)  
Potenciales, construcción de soluciones  
Campos inducidos y campos radiados

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

### (CAST) 2- Teoremas y principios del Electromagnetismo

**Descripción:**

Teoremas y conceptos fundamentales  
Ecuaciones integrales del campo eléctrico y del campo magnético (EFIE y MFIE)

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

### (CAST) 3- Métodos numéricos en electromagnetismo

**Descripción:**

Visión general de los métodos numéricos para resolución de la ecuación de onda  
Métodos de ecuación integral (visión general)  
El método de los momentos (o de residuos ponderados)  
El método de Nyström  
Solución del sistema lineal, métodos iterativos y preconditionado.  
Técnicas de aceleración ("Fast Solvers")  
Diferencias finitas y matrices dispersas (visión general)  
Método de los elementos finitos (FEM) (visión general)  
Diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD) (visión general)

**Actividades vinculadas:**

Proyecto práctico 1: Método de los momentos en electrostática. Diseñar una trampa de iones cuatripolo, utilizando el método de los momentos para discretizar la ecuación integral de Poisson, y la Adaptive Cross Approximation fast solver.

Proyecto práctico 2: Método de los momentos para antenas de hilo. Modelar un hilo recto con la aproximación de hilo delgado. Discretizar la ecuación integral con el método de los momentos. Calcular las frecuencias de resonancia para un monopolo. Para validad el software diseñado en este proyecto, se harán medidas de laboratorio con analizador de redes.

Proyecto práctico 3: Método de los momentos en electrodinámica. Implementar la ecuación integral del campo eléctrico (EFIE) en 2D para objetos con simetría cilíndrica.

Proyecto práctico 4: Optimización. Desarrollar funciones de coste y criterios de penalización para optimizar una antena de Yagi-Uda conforme a unos parámetros del diagrama especificados. Comparar el rendimiento de métodos de optimización local con métodos de optimización global (como Algoritmos Genéticos, Enjambre de Partículas o Colonia de Hormigas).

**Dedicación:** 18h

Grupo grande/Teoría: 18h



#### (CAST) 4- Sección Recta Radar, Dispersión electromagnética y técnicas de alta frecuencia

**Descripción:**

Sección Recta Radar (Radar Cross Section, RCS)  
Soluciones analíticas para geometrías canónicas  
Difracción de ondas TM y TE en 2D  
Fenómenos de difracción electromagnética a alta frecuencia  
Métodos de alta frecuencia (del libro "Antenas", Cardama et al.)

**Dedicación:** 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

#### (CAST) 5- Programación eficiente

**Descripción:**

Análisis de rendimiento del código  
Estrategias para velocidad  
Paralelización  
Optimizando el código  
Programación eficiente en MATLAB  
Uso eficiente de memoria  
Ejemplos

**Dedicación:** 3h

Grupo grande/Teoría: 3h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se resolverá un problema o varios ejercicios cortos al final de cada capítulo (20%). Los proyectos prácticos también contribuirán a la nota (40%). Habrá un examen final (40%).

Nota final =  $0.4 * (\text{Examen final}) + 0.4 * (\text{Proyectos prácticos}) + 0.2 * (\text{Problemas})$

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Balanis, C.A. Advanced Engineering Electromagnetics. 2nd. John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9780470589489.
- Griffiths, D.J. Introduction to electrodynamics. 4th. Wesley, 2012. ISBN 9780321856562.
- Cardama, Á. [et al.]. Antenas [en línea]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 09/02/2015]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36797>. ISBN 8483016257.