

## 30384 - Fundamentos de alta frecuencia

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 30384 - Fundamentos de alta frecuencia

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 581 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

Se pretende hacer una introducción al análisis y diseño de circuitos pasivos y activos de microondas. La asignatura incluye también el uso de herramientas CAD para el diseño de tales circuitos, así como los métodos de medida de circuitos de alta frecuencia.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante.
- Objetivo 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
- Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructuras.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Dado que gran parte de los sistemas de telecomunicación trabajan en el rango de frecuencia de las microondas-milimétricas, esta asignatura resulta fundamental para la comprensión de esos sistemas.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se requiere tener conocimientos de la teoría electromagnética y de circuitos electrónicos, por lo que se recomienda tener aprobadas las asignaturas de cursos anteriores cuya temática esté relacionada con tales conocimientos.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

Al superar la asignatura el estudiante será más competente en:

- C10: Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- C11: Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.
- CST3: Realizar el análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Realizar la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados:

R1- Conoce las aplicaciones de la ingeniería de microondas.

- R2- Comprende los principios de funcionamiento de una guía de ondas. Sus modos de propagación y propiedades de corte.
- R3- Conoce los conceptos básicos de funcionamiento de dispositivos pasivos basados en guías de onda.
- R4- Comprende el funcionamiento de dispositivos pasivos de microondas (atenuadores, acopladores direccionales, divisores de potencia, filtros en salto de impedancias y en líneas acopladas, desfasadores).
- R5- Comprende los principios básicos de resonadores basados en líneas de transmisión.
- R6- Comprende los principios básicos de diseño de amplificadores de bajo ruido de microondas, utilizando redes de adaptación basadas en stubs.
- R7- Comprende los principios básicos de diseño de amplificadores multietapa de microondas usando redes de adaptación basadas en stubs.
- R8- Comprende los principios básicos de diseño de amplificadores de potencia de microondas.
- R9- Domina los sistemas de medidas de circuitos de microondas.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Esta asignatura representa los cimientos de las técnicas de análisis, diseño y medida de los dispositivos y circuitos que trabajan en el rango de las microondas-milimétricas.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:**

La evaluación constará de tres partes:

E1. Evaluación de los seis trabajos tutorizados durante el periodo de docencia: 10%. Hay 5 trabajos que van asociados con las 5 prácticas de laboratorio, por lo que la entrega del informe del trabajo tutorizado debe hacerse antes de la realización en el laboratorio de la correspondiente práctica. El valor de cada trabajo tutorizado es: TT1, 1%; TT2, 3%; TT3, 2%; TT4, 1%; TT5, 2% y TT6, 1%.

E2. Evaluación de los cinco informes del trabajo de laboratorio: 30%. Los 5 informes valen lo mismo, el 6%. Cada informe deberá entregarse antes de la realización de la siguiente práctica de laboratorio.

E3. Examen global: 60%. Se trata de un examen escrito de 3 horas de duración.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura es:

1. 46 horas de clase magistral.
2. 11.5 horas de problemas en clase.
3. 11.5 horas de prácticas de laboratorio.
4. 11.0 horas de trabajos prácticos tutorizados.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos, comprende las siguientes actividades:

ACTIVIDAD I. Clases de exposición teórica. Temario:

- Tema 1. Introducción y objetivos de la asignatura.
- Tema 2. Concepto general de circuitos de microondas.
- Tema 3. Circuitos pasivos de microondas.
- Tema 4. Resonadores y filtros de microondas.
- Tema 5. Diodos y transistores de microondas.
- Tema 6. Amplificadores de microondas.

ACTIVIDAD II. Clases de problemas.

ACTIVIDAD III. Trabajos prácticos tutorizados:

1. Diseño de filtros de microondas.

2. Transistores de microondas.
3. Diseño de amplificadores lineales y de banda estrecha.
4. El amplificador distribuido. Tecnología MMIC.
5. El sistema de medidas de alta frecuencia.

#### ACTIVIDAD IV. Prácticas de laboratorio.

1. Introducción al simulador de circuitos de alta frecuencia.
2. Diseño de redes de adaptación con elementos concentrados.
3. Diseño de filtros de microondas.
4. Diseño de amplificadores lineales y de banda estrecha: Máxima ganancia y mínimo ruido.
5. Diseño del amplificador distribuido.

### 4.3. Programa

El programa detallado de la asignatura es:

#### **Tema 1. Introducción y objetivos de la asignatura.**

- 1.1 Rango de frecuencias de las microonda/milimétricas y características.
- 1.2 Componentes típicos de los sistemas de microondas/milimétricas.
- 1.3 Aplicaciones de las microondas/milimétricas.

#### **Tema 2. Concepto general de circuito de microondas.**

- 2.1 Ondas de voltaje y de corriente equivalentes.
- 2.2 Impedancia de redes de microondas de una puerta.
- 2.3 Matriz de impedancias/admitancias de redes de N puertas. Ondas de potencia.
- 2.4 Matriz de distribución de redes de N puertas. Propiedades. Relaciones de potencia en cuadripolos.
- 2.5 Diagramas de flujo de señal. Aplicaciones.

#### **Tema 3. Circuitos pasivos de microondas.**

- 3.1 Redes de adaptación con elementos concentrados.
- 3.2 El transformador  $1/4$ .
- 3.3 Propiedades básicas de redes de tres puertas.
- 3.4 Divisores de potencia.
- 3.5 Redes de cuatro puertas: Acopladores direccionales e híbridos.
- 3.6 Acopladores direccionales con líneas de transmisión paralelas acopladas.
- 3.7 Híbridos: La T "mágica" y el híbrido en anillo en línea microtira.

#### **Tema 4. Resonadores y filtros de microondas.**

- 4.1 Resonadores con líneas de transmisión.
- 4.2 Acoplamiento de resonadores a líneas de transmisión y circuitos equivalentes.
- 4.3 Diseño de filtros por el método de las pérdidas de inserción.
- 4.4 Técnicas de diseño de filtros de microondas.
- 4.5 Filtros paso-bajo a saltos de impedancia.
- 4.6 Filtros con líneas de transmisión paralelas acopladas.

#### **Tema 5. Diodos y transistores de alta frecuencia.**

- 5.1 Diodos de alta frecuencia.
- 5.2 El transistor bipolar de unión (BJT) y de heterounión (HBJT).
- 5.3 Transistores de efecto de campo : El MOSFET y el MESFET.
- 5.4 El transistor de efecto de campo basado en una heteroestructura (HFET).
- 5.5 El transistor de efecto de campo basado en el grafeno.

#### **Tema 6. Amplificadores de microondas.**

- 6.1 Estabilidad en amplificadores.
- 6.2 Adaptación conjugada simultánea.
- 6.3 Ondas de potencia generalizadas, matriz de distribución generalizada y relaciones de potencia en cuadripolos amplificadores.
- 6.4 Diseño de amplificadores: Máxima ganancia y circunferencias de ganancia en potencia constante.
- 6.5 Amplificadores de bajo ruido.
- 6.6 El amplificador distribuido.

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

El calendario de sesiones presenciales y de la presentación de trabajos se harán públicos al comienzo del curso, siguiendo los horarios fijados por el Centro.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

Usando los soportes digitales facilitados por la Universidad de Zaragoza, se suministrará a los alumnos matriculados en la asignatura el acceso a un conjunto de documentos elaborados por los profesores.

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=30384>