



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2015/16

14125 - SISTEMAS RADAR

**ASIGNATURA:** 14125 - SISTEMAS RADAR

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Optativa

**CRÉDITOS:** 4,5

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 1,5

## Información ECTS

Créditos ECTS: 3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Puesto que el curso 2015-2016 es el segundo año de extinción de ésta asignatura de 3 créditos de teoría y 1.5 de prácticas, tiene una presencialidad de 4.5 horas distribuidas como sigue:

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 0
- Horas prácticas (HP): 0
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3.5
- Horas de evaluación: 1
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 0
- actividad independiente (HAI): 85.5

Idioma en que se imparte: español

## Descriptorios B.O.E.

Sistemas radiogonométricos. Radiofaros. Sistemas de navegación. Sistemas radar: Onda Continua, impulsos, Doppler, Pulsados. Extracción y procesos de datos radar: MTI, MTD, CFAR, Compresión de Pulsos.

## Temario

TEMA I.- FUNDAMENTOS DE RADAR.

1.1.- CONCEPTOS BÁSICOS.

1.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RADAR.

1.3.- INFORMACIÓN DE LA SEÑAL RADAR. SEÑALES RECIBIDAS.

1.4.- FRECUENCIAS RADAR.

1.5.- FUNCIONES Y APLICACIONES DEL RADAR.

## TEMA II.- RADARES DE ONDA CONTINUA.

2.1.- INTRODUCCIÓN: Aislamiento transmisor / receptor.

2.2.- EL RADAR DE ONDA CONTINUA.

2.2.1.- Efecto doppler.

2.2.2.- Principio de funcionamiento.

2.2.3.- Configuraciones basadas en receptor homodino.

2.2.4.- Configuraciones basadas en receptor heterodino.

2.3.- RADAR DE ONDA CONTINUA Y FRECUENCIA MODULADA.

2.3.1.- Conceptos básicos.

2.3.2.- Configuraciones.

2.4.- VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS RADARES DE ONDA CONTINUA.

2.5.- APLICACIONES.

## PROBLEMAS

## TEMA III.- RADARES DE PULSOS.

3.1.- PRINCIPIOS BÁSICOS.

3.2.- SUBSISTEMAS DE UN RADAR PRIMARIO DE PULSOS.

3.2.1.- Transmisores.

3.2.2.- Duplexores.

3.2.3.- Antenas.

3.2.4.- Receptores.

3.2.5.- Proceso de la información.

3.2.6.- Presentación de datos.

3.3.- IMPACTOS POR EXPLORACIÓN.

3.4.- AMBIGÜEDAD EN DISTANCIA.

3.5.- RESOLUCIÓN DE UN RADAR DE PULSOS.

3.5.1.- Resolución en distancia y distancia mínima.

3.5.2.- Resolución angular.

## PROBLEMAS.

### TEMA IV.- ECUACIÓN RADAR.

#### 4.1.- INTRODUCCIÓN.

#### 4.2.- ECUACIÓN RADAR IDEAL.

##### 4.2.1.- Análisis de los principales parámetros.

#### 4.3.- MÍNIMA SEÑAL DETECTABLE.

##### 4.3.1.- Aspectos básicos.

##### 4.3.2.- Detección radar.

#### 4.4.- RUIDO DEL RECEPTOR.

#### 4.5.- RELACIÓN SEÑAL/RUIDO.

##### 4.5.1.- Introducción.

##### 4.5.2.- Receptor filtro adaptado.

##### 4.5.3.- Probabilidad de falsa alarma.

##### 4.5.4.- Probabilidad de detección.

#### 4.6.- INTEGRACIÓN DE PULSOS.

#### 4.7.- SECCIÓN RADAR DE BLANCOS.

##### 4.7.1.- Definición. Dependencia con la frecuencia.

##### 4.7.2.- Sección radar de blancos complejos.

##### 4.7.3.- Fluctuaciones de la señal radar.

##### 4.7.4.- Cálculo de la relación señal/ruido.

#### 4.8.- PÉRDIDAS EN UN SISTEMA RADAR.

#### 4.9.- EFECTOS ASOCIADOS A LA PROPAGACIÓN.

#### 4.10.- RESUMEN. PREDICCIÓN DEL ALCANCE: DIAGRAMA DE BLAKE.

## PROBLEMAS.

### TEMA V.- CONTAMINACIÓN RADAR: CLUTTER.

#### 5.1.- INTRODUCCIÓN.

#### 5.2.- CARACTERIZACIÓN DEL CLUTTER.

#### 5.3.- CLUTTER SUPERFICIAL.

##### 5.3.1.- Clutter de tierra.

##### 5.3.2.- Clutter de mar.

#### 5.4.- CLUTTER ATMOSFÉRICO.

5.4.1.- Clutter de lluvia.

#### 5.5.- DIAGRAMA TÍPICO DEL ENTORNO DE UN RADAR.

#### 5.6.- SISTEMAS ANTICLUTTER.

### TEMA VI.- PROCESADO DE LA SEÑAL RADAR.

#### 6.1.- SISTEMAS MTI Y DOPPLER PULSADOS.

6.1.1.- Fundamentos de los sistemas MTI.

6.1.2.- Configuración MTI coherente.

6.1.3.- Canceladores o filtros doppler MTI.

6.1.4.- Entrelazado de PRF.

6.1.5.- MTI digital.

6.1.6.- Parámetros característicos del MTI.

6.1.7.- Características y estructura de los Sistemas Doppler Pulsado.

6.1.8.- Técnicas espectrales. Sistemas MTD.

#### 6.2.- TÉCNICAS DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA.

6.2.1.- Conceptos básicos.

6.2.2.- Integración digital.

6.2.3.- Técnicas CFAR (Constant-False-Alarm-Rate).

6.2.4.- Extractor de datos y presentación información.

6.2.4.1.- Técnica de ventana deslizante.

6.2.4.2.- Técnica monopolso.

#### 6.3.- TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DE PULSOS.

6.3.1.- Fundamentos.

6.3.2.- Técnicas de modulación de frecuencia: Chirp.

6.3.3.- técnicas de modulación de fase: Código barker.

#### PROBLEMAS.

### TEMA VII.- RADARES SECUNDARIOS.

#### 7.1.- CONCEPTOS BÁSICOS.

#### 7.2.- VENTAJAS DEL RADAR SECUNDARIO FRENTE AL PRIMARIO.

#### 7.3.- CÁLCULO DEL ALCANCE DEL SSR.

#### 7.4.- ESTRUCTURA DEL SISTEMA.

7.4.1.- Señales de interrogación y respuesta.

7.4.2.- Equipos de tierra.

7.4.3.- El Transponedor.

## 7.5.- PROBLEMAS ASOCIADOS CON LOS RADARES SECUNDARIOS.

7.5.1.- Respuestas a lóbulos laterales.

7.5.2.- Interferencia entre sistemas: fruit.

7.5.3.- Solapamiento de respuestas: garbling.

7.5.4.- Blancos de segunda vuelta.

7.5.5.- Reflexiones y multitrayectos de interrogaciones y respuestas.

## 7.6.- SSR MONOPULSO.

7.6.1.- Ventajas frente a la técnica de ventana deslizante.

## 7.7.- TÉCNICAS FUTURAS EN RADAR SECUNDARIO: EL MODO S.

7.7.1.- Descripción del Modo S.

7.7.2.- Elementos del Modo S.

7.7.3.- Vigilancia.

7.7.4.- Señales en Modo S.

## TEMA VIII.- RADARES DE IMÁGENES.

### 8.1.- GENERALIDADES.

### 8.2.- RADAR DE APERTURA REAL.

### 8.3.- RADAR DE APERTURA SINTÉTICA.

8.3.1.- Principio general de funcionamiento.

8.3.2.- Configuración del sistema.

8.3.3.- Sistemas SEASAT y ERS.

### 8.4.- ALTÍMETROS Y DISPERSÓMETROS.

8.4.1.- Altímetros.

8.4.2.- Dispersómetros.

## Requisitos Previos

Se recomienda conocimientos de las siguientes asignaturas previas: Radiocomunicación, Antenas, Sistemas de Telecomunicación y Alta Frecuencia

## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales

1.1 Conocer los conceptos fundamentales de los sistemas radar y sus principales aplicaciones.

1.2 Conocer los principios de funcionamiento, estructura y aplicaciones de los radares de onda continua, CW-FM y radares pulsados.

1.3 Conocer en detalle los parámetros de diseño y estimación del alcance de un sistema radar, siendo capaz de evaluarlos y dimensionarlos adecuadamente.

1.4 Saber las técnicas específicas de procesamiento de señal radar y las características espectrales del clutter para su eliminación.

1.5 Conocer el funcionamiento y características de los radares secundarios de control de tráfico aéreo, así como los radares de imágenes.

2. Objetivos procedimentales

2.1 Manejar equipamiento básico y avanzado para la medida de señales.

2.2 Operar y medir en sistemas radar reales a nivel de todos los subsistemas

2.3 Manejar herramientas de simulación y cálculo de sistemas radar.

3. Objetivos actitudinales

3.1 Comunicar de forma oral y/o escrita demostrando capacidad crítica.

3.2 Aprender a trabajar en grupo.

## Metodología

La disposición Transitoria Cuarta del Reglamento de Planificación Académica de la ULPGC establece que las asignaturas de los títulos no adaptados tendrán el segundo año de su extinción una carga docente del 10% de las horas contempladas en el plan de estudios para la realización de actividades de docencia y evaluación.

Puesto que el curso 2015-2016 es el segundo año de extinción de ésta asignatura de 3 créditos de teoría y 1.5 de prácticas, se impartirán 4.5 horas distribuidas como sigue:

a) 2 horas de tutoría presencial de la parte de teoría durante las cuales se facilitará a los alumnos el seguimiento secuencial de la asignatura resolviendo

dudas y proponiendo temas y ejercicios para la siguiente sesión.

b) 1.5 horas de tutoría presencial de la parte práctica durante las cuales se facilitará a los alumnos que lo deseen el seguimiento de la parte de laboratorio de la asignatura.

c) 1 hora de evaluación de los conocimientos de la parte práctica.

Las horas de tutoría se anunciarán en el tablón de anuncios del Laboratorio de Sistemas Radioeléctricos del DSC ubicado en la 3ª planta del Edificio B de Telecomunicaciones.

## Criterios de Evaluación

La nota final de la asignatura será igual al 70% de la nota de teoría más el 30% de la nota de prácticas.

La nota de teoría y prácticas se promedia y será necesario superar el 5 para aprobar la asignatura.

Los conocimientos de teoría serán evaluados mediante un examen final en la fecha de la convocatoria oficial.

Los conocimientos de prácticas serán evaluados mediante un examen escrito teórico-práctico en fecha acordada conjuntamente con los alumnos.

## Descripción de las Prácticas

Práctica 1: Instrumentación Básica y Avanzada.

1.1 - Presentación del Laboratorio de Radar

1.2 - Instrumentación básica: Osciloscopios analógicos y digitales, frecuencímetros y multímetros

1.3 - Instrumentación avanzada: Analizador de espectro, generador de señales en banda X y medidor potencia/frecuencia de microondas

Práctica 2: Radar de Onda Continua y Frecuencia Modulada.

2.1 - Introducción

2.2 - Radar de onda continua

2.3 - Radar de onda continua y frecuencia modulada

2.4.- Descripción del sistema de prácticas

## 2.5 - Realización de la práctica

### Práctica 3: Radar de Pulsos: Descripción y Operación.

- 3.1 - Generalidades
- 3.2 - Subsistemas principales del radar de pulsos
- 3.3 - Descripción de los controles
- 3.4 - Procedimiento de operación
- 3.5 - Procedimiento de medida

### Práctica 4: Radar de Pulsos: Unidad de Presentación Visual.

- 4.1 - Introducción
- 4.2 - Diagrama de bloques
- 4.3 - Medidas en la Unidad de Presentación Visual

### Práctica 5: Radar de Pulsos: Transmisor.

- 5.1 - Introducción
- 5.2 - Diagrama de bloques
- 5.3 - Realización de medidas

### Práctica 6: Radar de Pulsos: Receptor.

- 6.1 - Introducción
- 6.2 - Diagrama de bloques
- 6.3 - Generador de ecos: Descripción
- 6.4 - Realización de medidas

### 7: Análisis y Evaluación de Sistemas Radar Reales.

- 7.1 - Introducción
- 7.2 - Parámetros de los radares a evaluar
- 7.3 - Estudio previo
- 7.4 - Características del programa
- 7.5 - Descripción de la práctica

## Bibliografía

---

### [1 Básico] MTI and pulsed doppler radar /

*D. Curtis Schleher.*  
*Artech House,, Boston ; London : (1991)*  
*0890063206*

---

### [2 Básico] Fundamentos de radar /

*Francisco Eugenio González, F. Javier Marcello Ruiz.*  
*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)*  
*8496131084*

---

### [3 Básico] Introduction to radar systems /

*Merrill I. Skolnik.*  
*McGraw-Hill,, Auckland : (1980) - (2nd ed.)*  
*0070579091*

## Equipo Docente

**FRANCISCO EUGENIO GONZÁLEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928452979 **Correo Electrónico:** francisco.eugenio@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

Systems Radar is organized into an introductory chapter, radar fundamentals, and six chapters covering the following topics: Continuous Wave Radar, Pulsed Radar, Radar Range Equation, Radar Signal Processing and Secondary Radar.