



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2004/05

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

## Descriptorios B.O.E.

: Sistemas Radar: Onda Continua, Pulsados. Extracción y Procesado de Datos Radar: MTI, MTD, CFAR, Compresión de Pulsos

## Temario

TEMA 0.- PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA. (1 teoría)

0.1.- OBJETIVOS.

0.2.- PROGRAMA DE TEORÍA.

0.3.- PROGRAMA DE PRÁCTICAS.

0.4.- BIBLIOGRAFÍA.

0.5.- EVALUACIÓN.

TEMA I.- FUNDAMENTOS DE RADAR. (2 teoría)

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. (3 teoría + 1 problemas)

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.- RADARES 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 CONTÍNUA.

### 2.5.- APLICACIONES.

## PROBLEMAS

## TEMA III.- RADARES DE PULSOS. (3 teoría + 1 problemas)

### 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 (6 teoría + 1 problemas).

### 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 RADAR.

#### 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 (2 teoría)

#### 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 DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO.

## 5.6.- SISTEMAS ANTICLUTTER.

## TEMA VI.- PROCESADO DE LA SEÑAL RADAR. (5 teoría + 1 problemas)

### 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 de 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. ( 2 teoría)

### 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 Transpondedor.

## 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. (2 teoría)

### 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.

## Conocimientos Previos a Valorar

Sistemas de Radiocomunicación

## Objetivos

El objetivo de esta asignatura es la presentación, de una forma unificada y consistente, de los conceptos básicos, parámetros característicos y reglas de diseño de los diversos tipos de sistemas y subsistemas radar. El objetivo fundamental de las prácticas es la aplicación de los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la parte teórica al estudio, análisis y medida de equipos reales.

## Metodología de la Asignatura

Para las clases de teoría se alternará el uso de la pizarra, el retroproyector y el cañón electrónico; mientras que la parte práctica abarca tanto software de simulación como sistemas reales.

## Evaluación

La calificación final será:

65% Evaluación continua y trabajos:

- o Seguimiento y aprovechamiento de las clases.
- o Participación en clase y resolución de ejercicios.
- o Trabajos de curso.
- o Realización, aprovechamiento y memoria de prácticas.

35% Examen teórico en la fecha señalada en las convocatorias oficiales: Junio, Septiembre y Diciembre. El examen final de la asignatura tendrá dos partes diferenciadas:

- o 75 % relativo al temario de teoría (cuestiones teóricas y problemas).
- o 25 % relativo a las prácticas (cuestiones teórico-prácticas).

Los trabajos y memorias de prácticas deberán entregarse antes de la fecha asignada al examen de las convocatorias oficiales de la asignatura (Junio/Septiembre/Diciembre).

## Descripción de las Prácticas

- Práctica 1: Instrumentación Básica y Avanzada. (2 horas)
- Práctica 2: Radar de Onda Continua y Frecuencia Modulada. (2 horas)
- Práctica 3: Radar de Pulsos: Descripción y Operación. (2 horas)
- Práctica 4: Radar de Pulsos: Unidad de Presentación Visual. (2 horas)
- Práctica 5: Radar de Pulsos: Transmisor. (2 horas)
- Práctica 6: Radar de Pulsos: Receptor. (2 horas)
- Práctica 7: Análisis y Evaluación de Sistemas Radar Reales. (1 hora)
- Práctica 8: Simulación de Subsistemas de Procesado de Señal Radar. (1 hora)
- Práctica 9: Radar Secundario. (1 hora)

## Bibliografía

---

### [1] Modern radar system analysis.

*Barton, David K.*

*Artech House,, Norwood (Massachusetts) : (1988)*

*089006170X*

---

### [2] Fundamentos de radar I

*Francisco Eugenio González, F. Javier Marcello Ruiz.*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)*

*8496131084*

---

### [3] Radar principles.

*Levanon, Nadav*

*John Wiley & Sons,, New York : (1988)*

*0471858811*

---

**[4] Radar system design and analysis /**

*S.A. Hovanessian.*

*Artech House,, Norwood, Massachusetts : (1984)*

*0890061475*

---

**[5] Understanding radar systems /**

*Simon Kingsley, Shaun Quegan.*

*SciTech,, Mendham, N.J. :*

---

**[6] Aspects of modern radar.**

*Artech House,, Boston : (1988)*

*0890062633*

## Equipo Docente

**FRANCISCO EUGENIO GONZÁLEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

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