



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



## Guía docente de la asignatura

# Sistemas de Señales Mixtas y RF

**Titulación: Máster Univ. en Sistemas Electrónicos e Instrumentación**

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	1/19	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Sistemas de Señales Mixtas y RF			
<b>Materia*</b>	Sistemas de Señales Mixtas y RF			
<b>Módulo*</b>	Bloque común			
<b>Código</b>	239101005			
<b>Titulación</b>	Máster Universitario en Sistemas Electrónicos e Instrumentación			
<b>Plan de estudios</b>	2016			
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial			
<b>Tipo</b>	Obligatoria			
<b>Periodo lectivo</b>		<b>Cuatrimestre</b>	1º	<b>Curso</b>
<b>Idioma</b>	Español			
<b>ECTS</b>	4,5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>
				135

\* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Ramón Ruiz Merino		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 12, 2ª planta ETSI Telecomunicaciones		
<b>Teléfono</b>	968 32 6453	<b>Fax</b>	968 326400
<b>Correo electrónico</b>	ramon.ruiz@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes 11:00 – 14:00 Miércoles 17:30 – 20:30		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 12, 2ª planta ETSI Telecomunicaciones		

<b>Titulación</b>	Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Catedrático de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	6
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Diseño de sistemas microelectrónicos. Redes de sensores. Interpretación automática de imágenes radiográficas
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	4
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor</b>	Joaquín Roca González		
<b>Departamento</b>	Tecnología Electrónica		
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnología Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	1ª Planta ESTSII Esquina Nordeste– Antiguo Hospital de Marina		
<b>Teléfono</b>	968325467	<b>Fax</b>	968325345
<b>Correo electrónico</b>	jroca.gonzalez@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Petición de cita previa por email 1er Cuatrimestre: Lunes 16:00 a 19:00 / Viernes 10:00 a 13:00 2º Cuatrimestre: Martes 10:00 a 13:00 / Jueves 10:00 a 13:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho del profesor		

<b>Titulación</b>	Dr. Ingeniero – Ing. Automática y Electrónica Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular E.U.
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2000
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Docencia en sistemas de electrónica mixta, sistemas de instrumentación, adquisición de datos, electrónica médica, ingeniería biomédica. Investigación en ingeniería biomédica, instrumentación virtual, adquisición y procesamiento de bioseñales, aplicaciones clínicas y de ayuda a mayores y personas con discapacidad.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Becario de Especialización en I+D+I en Navantia proyecto fragatas F100 (Serie Juan de Borbón)
<b>Otros temas de interés</b>	Master en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid, UNED, Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Miembro de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica Organizador del Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica en 2000 y 2007. Autor de 3 capítulos de la Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering publicada por John Wiley & Sons (Anestesia Machines, Assistive Technologies, Fatigue). Profesor en el curso de Doctorado en “Ingeniería Biomédica” de la UPCT del programa “Tecnologías Industriales” desde 2009.

<b>Profesor</b>	Juan Hinojosa Jiménez		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 5, 2ª planta ETSI Telecomunicaciones		
<b>Teléfono</b>	968 32 6459	<b>Fax</b>	968 326400
<b>Correo electrónico</b>	juan.hinojosa@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes, miércoles y viernes, de 11:00 a 13:00 horas		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 5, 2ª planta ETSI Telecomunicaciones		

<b>Titulación</b>	Doctor por la Université de Sciences et Technologies de Lille (Francia)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Técnicas de caracterización electromagnética de materiales en el rango de las microondas. Técnicas de modelado y optimización de circuitos microondas. Desarrollo de nuevos dispositivos microondas.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	2
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

*Sistemas de Señales Mixtas y RF* es una asignatura que pretende dar a conocer a los alumnos del Máster Universitario en Sistemas Electrónicos e Instrumentación los circuitos y bloques específicos que conforman los transmisores y receptores de los sistemas de telecomunicaciones. En estos sistemas, las funciones y módulos electrónicos propios de la radiofrecuencia (RF) tienen un papel preponderante, así como los conceptos y elementos propios de la ingeniería de microondas. Pero además, y en parte por el extraordinario desarrollo de las comunicaciones digitales, las funciones electrónicas propias de la conversión analógico/digital (A/D) y digital/analógica (D/A) han adquirido una extraordinaria importancia en este campo. La adopción de formas digitales de modulación y la implementación en el dominio del procesamiento digital de un número creciente de funciones de los sistemas de comunicaciones, exigen el desarrollo de subsistemas de conversión A/D y D/A cada vez más rápidos y eficientes, con un horizonte fijado en lo que ya se conoce como “*radiosoftware*”: sistemas de comunicaciones con un número mínimo de componentes analógicos, reemplazados en su mayoría por convertidores ultra-rápidos operando con señales en el rango de la RF, y procesadores digitales de altas prestaciones implementando la mayoría de las funciones del sistema de comunicaciones. No son estas, sin embargo, las únicas aplicaciones de los sistemas de conversión de datos, por lo que en esta asignatura se completa la revisión de estas funciones para aplicaciones cuyos rangos de frecuencia y resolución no corresponden estrictamente a los sistemas de comunicaciones.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La importancia actual de los sistemas de comunicaciones en el ámbito de competencias de un profesional del campo de las tecnologías electrónicas y la instrumentación es incuestionable. Dicha importancia está avalada por el denominado *Career Space*, nombre que recibe una iniciativa impulsada por un consorcio que agrupa a las principales compañías del mundo en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y que en estrecha colaboración con la Unión Europea ha establecido una serie de directrices relativas a la formación y las capacidades que deben recibir los futuros profesionales en este sector. Entre los trece perfiles de capacidades genéricas establecidos en estas directrices aparece explícitamente la ingeniería de radiofrecuencia y el diseño de aplicaciones DSP, requiriendo estas últimas un conocimiento apropiado de las funciones y arquitecturas de conversión que forman parte de los contenidos de esta asignatura.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

En general, la asignatura *Sistemas de Señales Mixtas y RF* conforma un bloque temático con el conjunto de asignaturas de corte electrónico de la titulación, con las que comparte los principios y metodologías de análisis propios de esta área de conocimiento, así como los módulos funcionales electrónicos (dispositivos) que constituyen los elementos básicos de diseño. Siendo algo más específicos, esta asignatura guarda una estrecha relación, en primer lugar, con la asignatura *Diseño Electrónico Orientado al Producto*, impartida en el segundo cuatrimestre del Máster, y en la que se abordan sobre todo aspectos prácticos del ciclo de diseño-fabricación de los productos electrónicos. Además, la asignatura *Sistemas de Señales Mixtas y RF* proporciona parte de los contenidos necesarios para entender la estructura hardware de los nodos sensores que son objeto de la asignatura *Redes Inalámbricas de Sensores*, impartida en el segundo cuatrimestre del Máster.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	6/19	

### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Conocimientos básicos de análisis de circuitos y de dispositivos electrónicos.

### 3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

Asimismo, y con independencia de que las clases presenciales teóricas y prácticas se impartan en castellano, los estudiantes podrán ser atendidos en inglés en las tutorías si así lo desean.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	7/19	

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

B06: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G01: Demostrar un conocimiento y comprensión de los principios científicos y matemáticos propios así como de las disciplinas propias de los sistemas electrónicos y la instrumentación, suficientes para alcanzar los otros resultados del programa

G05: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, fuera de las pautas estándar, definidos de forma incompleta, que admitan diferentes soluciones o que puedan implicar restricciones no técnicas -sociales, de seguridad y salud, medioambientales, económicas e industriales- o corresponder a áreas nuevas y emergentes dentro del campo de los sistemas electrónicos y la instrumentación

G06: Desarrollar investigación aplicada mediante simulación o en laboratorios o talleres, evaluando críticamente los resultados; investigar la aplicación de tecnologías nuevas y emergentes a la vanguardia dentro del campo de los sistemas electrónicos y la instrumentación

G07: Emplear herramientas informáticas para la resolución de problemas, el diseño de ingeniería y la investigación

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E02: Diseñar y construir sistemas avanzados de acondicionamiento de la señal sujetos a estrictos requisitos de relación señal/ruido, consumo o ancho de banda entre otros

E08: Identificar las principales fuentes de ruidos e interferencias en una instalación (planta) o circuito electrónico (PCB) y tomar las medidas necesarias para minimizar su impacto negativo sobre otros equipos

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

No hay

#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

1. Reconocer las diferentes estructuras de sistemas de adquisición de datos, sus módulos constituyentes y parámetros característicos. (G05, E02)
2. Discriminar los tipos de convertidores A/D y D/A, así como valorar de forma crítica sus características y prestaciones. (B06, G01, G06)
3. Interpretar los tipos de los procesos de distorsión en RF y sus características más relevantes. (G01, E08)
4. Reconocer y valorar los parámetros característicos de las principales funciones electrónicas que constituyen los módulos constructivos básicos en comunicaciones: osciladores, PLL, mezcladores y amplificadores. (G05)
5. Identificar los tipos más representativos de transmisores y receptores de los sistemas de comunicaciones, así como las principales tecnologías en ingeniería de microondas. (B06)
6. Demostrar habilidades en la simulación y caracterización práctica de circuitos electrónicos representativos en los ámbitos de la RF y las señales mixtas. (G06, G07)

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	9/19	

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Funciones involucradas en el acondicionamiento y muestreo de señales analógicas. Convertidores A/D y D/A. Sistemas electrónicos de RF: receptores, transmisores y funciones electrónicas para RF. Introducción a la ingeniería de microondas.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### Unidad I – Sistemas de adquisición de datos

- 1.1. Esquema general de un sistema de procesamiento de señales
- 1.2. Muestreo y cuantización de señales analógicas
  - 1.2.1. Muestreo de una señal analógica por un tren de pulsos
  - 1.2.2. Cuantización de las muestras
  - 1.2.3. Requisitos de la relación señal-ruido: SNR intrínseco de cuantización
- 1.3. Funciones involucradas en la adquisición de datos
  - 1.3.1. Configuraciones de los sistemas de adquisición de datos
  - 1.3.2. Acondicionamiento analógico
  - 1.3.3. Multiplexado y muestreo-retención
- 1.4. Convertidores D/A: características y tipos
  - 1.4.1. Estructuras paralelo
  - 1.4.2. Convertidores D/A por generación de impulsos (*bit-stream*)
  - 1.4.3. Errores en los convertidores D/A
- 1.5. Convertidores A/D
  - 1.5.1. Estructuras paralelo: *flash*, rampa y aproximaciones sucesivas
  - 1.5.2. ADC sigma-delta: sobremuestreo y resolución
  - 1.5.3. Estructuras serie-paralelo: pipeline
  - 1.5.4. Errores en los convertidores A/D: número efectivo de bits
  - 1.5.5. Soluciones integradas comerciales

#### Unidad II – Sistemas electrónicos de radiofrecuencia

- 2.1. Procesos de distorsión y ruido en RF
  - 2.1.1. Características de la distorsión
  - 2.1.2. Distorsión lineal y no lineal: modelo polinómico
  - 2.1.3. Ruido generado en dipolos y cuadripolos
- 2.2. Osciladores
  - 2.2.1. Condiciones de oscilación y parámetros característicos
  - 2.2.2. Ruido en osciladores
  - 2.2.3. Estructuras osciladoras en RF
  - 2.2.4. Osciladores controlados por tensión (VCO)
- 2.3. PLL (lazos enganchados en fase)
  - 2.3.1. Especificaciones de los PLL
  - 2.3.2. Influencia del filtro del lazo
  - 2.3.3. Detectores de fase
  - 2.3.4. Sintetizadores de frecuencia con PLL
- 2.4. Mezcladores y convertidores de frecuencia
  - 2.4.1. Especificaciones de los mezcladores
  - 2.4.2. Dispositivos utilizados como mezcladores
  - 2.4.3. Circuitos mezcladores equilibrados

- 2.5. Amplificadores de RF
  - 2.5.1. Parámetros de un amplificador de RF
  - 2.5.2. Amplificadores sintonizados
  - 2.5.3. Amplificadores de banda ancha en RF
- 2.6. Modulación y demodulación
  - 2.6.1. Modulación y detección analógica lineal: AM, DBL, BLU
  - 2.6.2. Modulación y detección lineal de señales digitales: ASK, QAM
  - 2.6.3. Modulación y demodulación de fase y frecuencia: PM, FM, PSK, FSK
- 2.7. Introducción a los receptores y transmisores

### Unidad III – Ingeniería de microondas

- 3.1. Definición, antecedentes y aplicaciones
- 3.2. Introducción a las tecnologías de microondas
- 3.3. Elementos pasivos localizados: geometrías y rangos de frecuencia
- 3.4. Introducción al análisis de redes
  - 3.4.1. Parámetros S: relación con otros tipos de parámetros
  - 3.4.2. Diagramas de flujo
  - 3.4.3. Conexión de cuadripolos
- 3.5. Circuitos pasivos de microondas
  - 3.5.1. Líneas de transmisión y transformación de impedancias
  - 3.5.2. Divisores de potencia y acopladores
  - 3.5.3. Filtros y atenuadores
- 3.6. Circuitos activos de microondas: dispositivos

## 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Aquí se presenta el programa de prácticas de la asignatura, cuya realización tiene carácter obligatorio. Las prácticas se desarrollan en varias sesiones, incluyendo un conjunto amplio de apartados, algunos de los cuales proponen simulaciones de esquemas que se proporcionan en el Aula Virtual, mientras que otros se centran en el ajuste y la caracterización de montajes prácticos. Estos montajes prácticos se suministran en placas realizadas ex profeso para esta asignatura.

### Práctica 1.- Adquisición de Datos (2 horas)

En esta práctica se utilizan dispositivos de adquisición de datos comerciales para la captura de señales analógicas en modo simple y diferencial. Para abordar el aprendizaje práctico de los sistemas de conversión AD, se hace uso del entorno de programación orientada al desarrollo de instrumentos virtuales Labview para el ajuste de los parámetros de la adquisición de la señal (frecuencia de muestreo, nº de bits, modo referenciado o diferencial, canales, etc.). De igual forma se hace uso de las salidas analógicas para iniciar el estudio de las técnicas de conversión DA. La práctica se completa con la adquisición simultánea de señales analógicas y digitales, característica de los sistemas de electrónica mixta.

### Práctica 2.- Convertidores AD y DA integrados (2 horas)

En esta práctica se pretende familiarizar al alumno con la lógica de operación de los dispositivos de conversión AD y DA integrados disponibles en el mercado. Para ello se llevará a cabo una adquisición/generación simultánea de señales analógicas a través de una placa de pruebas específicamente diseñada para esta asignatura, que incluye un convertidor DA de tipo MCP4921 (DA 12 bits controlable SPI) y un convertidor AD de tipo MCP3201 (AD 12 bits controlable SPI). Para el control de los mismos se hará uso de un programa de control específico diseñada bajo Labview.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	11/19	

### **Práctica 3.- Convertidores por sobremuestreo (2 horas)**

En esta práctica se estudiarán las características más importantes de los convertidores AD por sobremuestreo ( $\sigma$ -delta y derivados). Para ello se hará uso de un entorno de simulación especialmente desarrollado bajo Labview que permita variar la tasa de sobremuestreo, los parámetros y filtros de diezmado y determinar la relación señal ruido y el número de bits efectivo resultante.

### **Práctica 4.- Osciladores (2 horas)**

En esta práctica se simulan y caracterizan, en primer lugar, dos configuraciones osciladoras representativas basadas en transistor bipolar: el oscilador LC de Colpitts y el oscilador con cristal de cuarzo. De ambas configuraciones se realiza un análisis riguroso, comenzando por su simulación y siguiendo con el ajuste y caracterización del circuito práctico, lo que enfrenta al estudiante con los problemas específicos del uso de la instrumentación electrónica en circuitos de frecuencias moderadamente altas.

### **Práctica 5.- PLL (lazos enganchados en fase) y sintetizadores de frecuencia (2 horas)**

El objeto de esta práctica son los lazos enganchados en fase (PLL), que constituyen una de las funciones básicas en cualquier sistema de comunicaciones. Tomando como elemento de diseño un PLL integrado ampliamente usado (CD4046A), se propone la caracterización experimental cada uno de sus módulos constitutivos y el estudio de su configuración en lazo cerrado en diferentes aplicaciones típicas de comunicaciones, entre las que se incluye la demodulación en frecuencia y la síntesis indirecta de frecuencia.

### **Práctica 6.- Mezcladores de frecuencia (1 hora)**

Otra de las funciones importantes en comunicaciones son los mezcladores, cuyo estudio se lleva a cabo en esta práctica. Se analizan y caracterizan los módulos constitutivos de dos convertidores de frecuencia que utilizan mezcladores con diodos y con transistores bipolares, respectivamente, primero a nivel de simulación y a continuación sobre un montaje práctico que permite un amplio conjunto de configuraciones. En ambos casos se hace énfasis en el análisis armónico de los productos de mezcla que resultan de las señales producidas.

### **Práctica 7.- Amplificadores de radiofrecuencia (1 hora)**

Los aspectos específicos que introducen las altas frecuencias en las estructuras amplificadoras justifican la introducción de esta práctica dentro del programa de la asignatura. Se simulan y caracterizan estructuras amplificadoras que, a diferencia de sus homólogas en baja frecuencia, presentan una gran selectividad en frecuencia. Asimismo se propone el estudio de ciertas estructuras de adaptación de impedancias que se hacen imprescindibles para permitir una óptima transferencia de potencia.

### **Práctica 8.- Introducción en el manejo de una herramienta comercial de diseño de circuitos RF/microondas (1 hora)**

El objeto de esta práctica consiste en iniciar al alumno en el manejo de una herramienta comercial de diseño de circuitos RF/microondas. Para ello, se utilizará una herramienta de tipo circuital y se seguirán los distintos pasos para crear un proyecto, simular y visualizar las respuestas en frecuencia de los parámetros S de líneas de transmisión de tipo *microstrip*. También, se procederá a presentar dos métodos de optimización de la línea *microstrip* con el fin de conseguir una adaptación de impedancia mediante la herramienta comercial.

### **Práctica 9.- Diseño de un diplexor con líneas de transmisión *microstrip* (2 horas)**

El diplexor es un componente importante en los mezcladores RF/microondas. Es un dispositivo pasivo de tres puertos que permite realizar un multiplexado en el dominio de la frecuencia de dos señales provenientes de dos puertos de entrada hacia un puerto de salida. De este modo, las dos señales pueden coexistir en el puerto de salida sin interferir una con la otra. El objetivo de esta práctica consiste en diseñar un diplexor simple con líneas y stub de tipo *microstrip*. Para ello, se hará uso de la herramienta de diseño comercial, introducida en la práctica

anterior.

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### Unit I – Data acquisition systems

- 1.1. Overview of a digital signal processing system
- 1.2. Sampling and quantization of analog signals
- 1.3. Electronic functions involved in data acquisition
- 1.4. D/A converters: approaches and error sources
- 1.5. A/D converters: structures and technologies

### Unit II –RF electronic systems

- 2.1. Distortion and noise processes in RF
- 2.2. Oscillators
- 2.3. PLL (Phase-locked Loops) and frequency synthesizers
- 2.4. Mixers and frequency converters
- 2.5. RF amplifiers
- 2.6. Modulation and demodulation
- 2.7. Receivers and transmitters

### Unit III –Microwave engineering

- 3.1. Definition, background and applications
- 3.2. Introduction to microwave technologies
- 3.3. Lumped passive parts: geometries and frequency ranges
- 3.4. Introduction to network analysis
- 3.5. Microwave passive circuits
- 3.6. Microwave active circuits: devices

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los objetivos del aprendizaje, desglosados para cada una de las Unidades Didácticas, pueden resumirse en los siguientes puntos:

### Unidad I.- Sistemas de adquisición de datos

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	13/19	

- Introducir la arquitectura típica de los sistemas de adquisición de señales mixtas, en particular la cadena de señal desde el mundo analógico al digital.
- Presentar las bases teóricas de la discretización y cuantización de señales, tales como el teorema del muestreo, el ruido de cuantificación y el número efectivo de bits en sistemas de adquisición de datos.
- Mostrar los principios de funcionamiento y factores de mérito de circuitos multiplexores y de muestreo u retención.
- Estudiar las distintas configuraciones electrónicas empleadas en la implementación de los convertidores digital>analógico, convertidores ratiométricos y convertidores con salida pulsada. Este estudio se completará con el análisis de características y funcionamiento de distintos dispositivos disponibles de forma comercial.
- Analizar las diferentes configuraciones circuitales de convertidores analógico>digital, tales como los convertidores flash, rampa, de aproximaciones sucesivas, integración y sobremuestreados. Se presentarán los factores de mérito a considerar en su selección a partir de casos de estudio de dispositivos disponibles de forma comercial.

### Unidad II.- Sistemas electrónicos de radiofrecuencia

- Introducir los tipos de los procesos de distorsión en radiofrecuencia (RF), en particular los fenómenos de intermodulación que se producen en los dispositivos no lineales, analizando sus causas y características.
- Revisar las causas y manifestaciones del ruido en los sistemas de comunicaciones.
- Presentar y justificar los parámetros característicos comunes de los osciladores, de forma que el estudiante adquiera la capacidad de encontrar las soluciones más adecuadas de esta función en aplicaciones concretas de comunicaciones.
- Estudiar las distintas configuraciones circuitales de los osciladores utilizados más frecuentemente en los sistemas de comunicaciones, y desarrollar en el estudiante las habilidades para su diseño, montaje práctico y verificación en el laboratorio.
- Introducir el principio de funcionamiento y las especificaciones de los PLL (lazos enganchados en fase).
- Analizar las diferentes configuraciones de los módulos constitutivos de los PLL y desarrollar en el estudiante la capacidad de seleccionar, e incluso diseñar, la solución más adecuada en una aplicación específica.
- Revisar y analizar los sintetizadores de frecuencia basados en PLL.
- Introducir el funcionamiento de los mezcladores de frecuencia, presentar sus especificaciones y proporcionar las claves que permitan al estudiante ser capaz de seleccionar las soluciones más adecuadas en aplicaciones concretas de comunicaciones.
- Revisar y analizar los dispositivos y los circuitos mezcladores y de conversión de frecuencia utilizados más frecuentemente en los sistemas de comunicaciones.
- Presentar los parámetros que definen el comportamiento de los amplificadores de RF, comparándolos con los de sus homólogos en baja frecuencia.
- Analizar las diferentes configuraciones de amplificadores sintonizados y de banda ancha en RF, desarrollando en el estudiante las habilidades prácticas para su diseño y montaje físico.
- Introducir las estructuras básicas de modulación y demodulación lineal y no lineal, tanto de los sistemas de comunicaciones analógicas como, sobre todo, digitales, haciendo énfasis en las soluciones basadas en PLL.
- Presentar las características generales y estructuras de los tipos más usuales de receptores y transmisores de los sistemas de comunicaciones.

### Unidad III.- Ingeniería de microondas

- Conocer el espectro de las altas frecuencias.
- Presentar las principales funciones electrónicas en RF/microondas.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	14/19	

- Introducir los principales componentes pasivos localizados de microondas, presentar sus modelos equivalentes, principales características y fabricación.
- Introducir los conceptos básicos en análisis de redes microondas.
- Introducir los principales circuitos pasivos de microondas, estructuras y características de diferentes líneas de transmisión, divisores, filtros, etc.
- Introducir las propiedades de los materiales y semiconductores.
- Introducir las principales tecnologías de circuitos de microondas.
- Introducir los principales dispositivos activos de dos y tres terminales utilizados en las funciones electrónicas de altas frecuencias.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	15/19	

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Actividad presencial consistente en dos fases. Una primera parte, en forma de clase magistral, en la que el profesor introducirá los aspectos más relevantes de la lección. En una segunda fase el profesor planteará cuestiones para suscitar la intervención de los estudiantes y se resolverán las dudas de estos.	<u>Presencial</u> : Toma de notas sobre los contenidos expuestos, planteamiento de dudas y participación activa en las cuestiones planteadas en la clase.	21
		<u>No presencial</u> : 1. Revisión y estudio previos, individual o por grupos, de la lección. 2. Respuesta de los alumnos a los cuestionarios y tests propuestos por los profesores en el Aula Virtual, relativos a los contenidos a tratar.	25
Resolución de ejercicios y problemas	El profesor resolverá en el horario presencial de clase, con la participación de los alumnos, ejercicios y problemas prácticos planteados previamente.	<u>Presencial</u> : Participación en la resolución de los ejercicios y toma de notas sobre los problemas resueltos.	9
		<u>No presencial</u> : 1. Revisión previa de los aspectos teóricos necesarios y estudio de los ejemplos resueltos. 2. Resolución escrita de los ejercicios propuestos para su presentación en clase o la necesaria fijación de conceptos.	15
Prácticas de laboratorio	Actividad presencial obligatoria que comenzará con una introducción por el profesor de los aspectos de interés de una práctica. En el tiempo restante de la sesión los alumnos realizarán la práctica y el profesor resolverá las dudas.	<u>Presencial</u> : Realización de la práctica propuesta y planteamiento de dudas a los profesores.	15
		<u>No presencial</u> : 1. Lectura previa y preparación de la práctica a realizar. 2. Elaboración de las memorias correspondientes a cada una de las prácticas realizadas.	20
Asistencia de conferencias o seminarios	Actividad complementaria en forma de conferencia o seminario, sobre un tema de vanguardia relacionado con la asignatura.	<u>Presencial</u> : Asistencia al seminario o conferencia, con toma de notas sobre sus contenidos.	1
Presentación de trabajos	El profesor podrá proponer trabajos específicos relacionados con la asignatura a grupos de alumnos, que éstos presentarán a los compañeros en una sesión presencial.	<u>Presencial</u> : Exposición por parte de los grupos de alumnos de los trabajos específicos realizados. Toma de notas por el resto de los alumnos.	2
		<u>No presencial</u> : Elaboración de las memorias y/o presentaciones correspondientes.	9
Examen oficial	Evaluación escrita (examen oficial).	<u>Presencial</u> : Asistencia al examen oficial.	2
		<u>No presencial</u> : Preparación del examen.	16
			<b>135</b>

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)					
	1	2	3	4	5	6
Clases de teoría	X	X	X	X	X	
Resolución de ejercicios y problemas	X	X	X	X		
Prácticas de laboratorio						X
Asistencia de conferencias o seminarios					X	
Presentación de trabajos					X	
Examen oficial	X	X	X	X	X	

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
<b>Examen oficial</b>	X		Entre diez y veinte preguntas breves sobre aspectos teóricos o ejercicios cortos relativos a los contenidos de la asignatura.	<b>40-60</b>	1,2,3,4 y 5
<b>Entregables a través del Aula Virtual</b>	X	X	Se valorarán en este apartado las actividades realizadas por el alumno a través del Aula Virtual, como respuesta a los cuestionarios, tests y ejercicios propuestos por el profesor.	<b>10-30</b>	1,2,3,4 y 5
<b>Memorias de prácticas</b>	X	X	Además de asistir obligatoriamente a las sesiones de prácticas de laboratorio, el alumno deberá entregar memorias de cada una de las prácticas en los plazos establecidos, que serán evaluadas.	<b>20-30</b>	6

Comentarios adicionales:

1. La asistencia a las sesiones de teoría, aun no siendo obligatoria, será valorada positivamente. Para ello se establecerá un mecanismo de control de asistencia mediante hoja de firmas.
2. Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Linear Circuit Design Handbook (1st ed.). Edited by Hank Zumbahlen. Newnes. 2008, ISBN: 9780750687034.
- M. Sierra Pérez, B. Galocha Iragüen, J.L. Fernández y M. Sierra Castañer. Electrónica de Comunicaciones. Prentice Hall. 2003. ISBN: 9788420536743.
- David M. Pozar. Microwave Engineering. John Wiley & Sons. 2012. ISBN: 9780470631553.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- The Data Conversion Handbook. Edited by Walt Kester. Newnes. 2005, ISBN: 9780750678414.
- S. Haykin and M. Moher. Communication Systems (5e). Wiley & Sons. 2009. ISBN: 9780471697909.
- Stephen A. Mass. The RF and Microwave Circuit Design Cookbook. Artech House. 1998. ISBN: 9780890069738.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula virtual de la asignatura accesible para todos los alumnos matriculados a través de la siguiente dirección web: <http://aulavirtual.upct.es>. En este portal se alojan los materiales básicos para seguir la asignatura (transparencias, ejemplos resueltos, bibliografía básica en formato electrónico, prácticas y cuestionarios). De forma complementaria también se incluyen una serie de documentos de referencia para temas específicos, publicados en red por departamentos de otras universidades.

CSV:	Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4	Fecha:	28/05/2019 23:35:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4">https://validador.upct.es/csv/Kzo0ZVCo9GF72yY238DNS2Yg4</a>	Página:	19/19	