

ASIGNATURA: 14157 - DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS PARA RADIOFRECUENCIA

CENTRO: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

TITULACIÓN: Ingeniero en Electrónica

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

ÁREA: Tecnología Electrónica

PLAN: 10 - Año 2000**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

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 25
- Horas prácticas (HP): 15
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 1
- Horas de evaluación: 5
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 33
- actividad independiente (HAI): 12

Idioma en que se imparte: Español

Descriptores B.O.E.

Técnicas de layout para radiofrecuencia; herramientas para diseño de circuitos integrados de radiofrecuencia.

Temario

1. Introducción (2h)
2. Conceptos básicos de sistemas de RF (4h)
 - 2.1. Ganancia
 - 2.2. Linealidad
 - 2.3. Ruido
 - 2.4. Sensibilidad y Rango Dinámico
3. Modulación y Demodulación (2h)
 - 3.1. Analógica
 - 3.2. Digital
4. Técnicas de acceso múltiple (2h)
 - 4.1. TDD y FDD
 - 4.2. FDMA
 - 4.3. TDMA
 - 4.4. CDMA

- 5. Arquitecturas de Transmisores y Receptores (2h)
 - 5.1. Receptores
 - 5.2. Transmisores
- 6. Adaptación de impedancias y Carta de Smith (2h)
- 7. Dispositivos de RF (1h)
 - 7.1. Pasivos
 - 7.2. Activos
- 8. Circuitos de RF: Amplificadores de Bajo Ruido (LNA) (2h)
 - 8.1. Introducción
 - 8.2. LNAs basados en MOSFETs
 - 8.3. LNAs basados en BJT
 - 8.4. Esquemas de polarización
 - 8.5. Rechazo de imagen en chip
 - 8.6. Elementos parásitos en los LNAs
 - 8.7. Ejemplos
- 9. Circuitos de RF: Mezcladores (MIXER) (2h)
 - 9.1. Introducción
 - 9.2. Sistemas no lineales como mezcladores
 - 9.3. Mezcladores basados en multiplicadores
 - 9.4. Otros mezcladores
 - 9.5. Ejemplos
- 10. Circuitos de RF: Osciladores (VCO) (2h)
 - 10.1. Introducción
 - 10.2. Teoría básica
 - 10.3. Clasificación
 - 10.4. Osciladores RC
 - 10.5. Osciladores LC
 - 10.6. Parámetros característicos
 - 10.7. Ejemplos
- 11. Circuitos de RF: Filtros (2h)
 - 11.1. Introducción
 - 11.2. Filtros Gm-C (filtros OTA)
 - 11.3. Diseño de filtros en escalera
 - 11.4. Diseño de OTAs
 - 11.5. Ejemplos
- 12. Otros circuitos de RF y de IF (2h)
 - 12.1. Introducción
 - 12.2. Ejemplos

Requisitos Previos

Además de conocimientos básicos de electrónica analógica cursados en las asignaturas de primer ciclo, es recomendable que el alumno haya cursado las asignaturas: Diseño electrónico, Diseño de circuitos y sistemas VLSI, Instrumentación electrónica, Dispositivos electrónicos, Ampliación de dispositivos electrónicos y Tratamiento y transmisión de señales.

Objetivos

En este apartado se relacionan los objetivos y competencias específicas de la asignatura.

CONCEPTUALES

C.1 Introducir la asignatura tanto desde el punto de vista conceptual como de la mecánica de trabajo que seguiremos en la misma. Conocer la importancia de la materia dentro del organigrama

de la titulación así como en la vida profesional del ingeniero.

C.2 Comprender y saber los conceptos básicos de sistemas de RF: Ganancia, Linealidad, Ruido, Sensibilidad y Rango Dinámico. Analizar la influencia de los parámetros característicos de los diferentes bloques de un sistema de RF en el funcionamiento global del mismo.

C.3 Conocer los diferentes tipos de modulaciones tanto analógicas como digitales.

C.4 Conocer las técnicas de acceso múltiple.

C.5 Comprender y relacionar entre ellas las diferentes arquitecturas de transmisores y receptores.

C.6 Conocer la Carta de Smith y las diferentes técnicas de adaptación de impedancias.

C.7 Conocer los dispositivos de RF tanto pasivos como activos, así como la influencia de sus parásitos en las prestaciones finales de los circuitos y las técnicas que las minimizan.

C.8 Conocer y comprender el funcionamiento y los parámetros característicos de los diferentes circuitos que componen un sistema de RF, así como las diferentes arquitecturas que se pueden utilizar para su implementación: Amplificadores de Bajo Ruido (LNA), Mezcladores, Osciladores (VCO), Filtros, etc. Reconocer la influencia de las prestaciones de los circuitos individuales en el funcionamiento final de los sistemas de RF.

C.9 Conocer las técnicas de medidas así como los equipos de test más utilizados en la medida y caracterización de circuitos de RF: analizador vectorial de redes, analizador de espectros, estación de punas, etc.

PROCEDIMENTALES

P.1 Confeccionar y simular circuitos de RF con herramientas de simulación específicas para RF.

P.2 Representar los parámetros característicos de los diferentes bloques de un sistema de RF: Ganancia, Linealidad, Figura de Ruido, Rango Dinámico, etc.

P.3 Simular sistemas completos de comunicación experimentando con diferentes arquitecturas de Transmisores y Receptores.

P.4 Experimentar la influencia de las diferentes modulaciones y técnicas de acceso al medio en las prestaciones de sistemas de RF.

P.5 Confeccionar redes de adaptación de impedancias haciendo uso de la Carta de Smith.

P.6 Diseñar circuitos de RF: Amplificadores de Bajo Ruido (LNA), Mezcladores, Osciladores (VCO), Filtros, etc.

ACTITUDINALES

A.1 Respetar el trabajo de los compañeros

A.2 Capacidad de iniciativa

A.3 Capacidad de trabajo autónomo

A.4 Capacidad de trabajo en grupo

A.5 Capacidad de comunicación

Metodología

La metodología de la asignatura se fundamenta en los apartados que se enumeran a continuación. En cualquier caso, tanto la actividad del profesor como la de los alumnos se complementa con la plataforma on-line de la ULPGC (Moodle).

CLASES DE TEORÍA:

- Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos.
- Actividad del estudiante:
 - Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.
 - Actividad no presencial: Estudiar la materia y realizar cuestionarios on-line.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- Actividad del profesor: Exposición de la práctica a realizar y resolución de dudas.
- Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: Realización de la práctica y planteamiento de dudas.
- Actividad no presencial: Realización de la memoria de la práctica y entrega de la misma a través de la plataforma on-line.

TUTORÍAS:

- Actividad del profesor: Resolución de dudas y visto bueno sobre el trabajo de curso planteado por el alumno.
- Actividad del estudiante:
 - Actividad presencial: Planteamiento de dudas y presentación del trabajo de curso para su aprobación por parte del profesor.
 - Actividad no presencial: Preparación de la materia susceptible de ser tutorizada: dudas y trabajo de curso.

SEMINARIO-TALLER:

- Actividad del profesor: Planteamiento de preguntas y evaluación del alumno.
- Actividad del estudiante:
 - Actividad presencial: Exposición del trabajo de curso y responder a las preguntas del profesor y resto de compañeros. Participar en las exposiciones de los compañeros planteando preguntas y haciendo comentarios oportunos.
 - Actividad no presencial: Preparar el trabajo de curso.

Criterios de Evaluación

Las dos partes de que consta la asignatura (teoría y prácticas) se evalúan por separado. Para poder superar cualquiera de las partes será necesario obtener como mínimo un cinco en cada una de ellas.

- Actividades que liberan materia:

La realización y superación de las prácticas en el laboratorio liberará la parte de prácticas. Tras la finalización de cada práctica se deberá entregar una memoria en el plazo de una semana después de la finalización de la misma.

La evaluación de la teoría se hará mediante la resolución y superación de cuestionarios de cada tema durante la semana posterior a la finalización de su exposición en clase y la realización de un trabajo de teoría y la presentación en clase de los resultados más relevantes. La nota de teoría será la media de los resultados obtenidos en la evaluación de los cuestionarios y la del trabajo de teoría.

- Actividades que no liberan materia:

La asistencia a clase se valorará hasta un 10% de la nota de teoría.

La asistencia a las prácticas se valorará hasta un 10% de la nota de prácticas.

- Otras consideraciones:

Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y prácticas. Dentro de la parte de teoría, se deberá aprobar todos los cuestionarios así como el trabajo de clase. La nota de teoría será la media del resultado de los cuestionarios (40%) y del trabajo de clase (50%).

Una vez aprobada la parte teórica y la parte práctica, para obtener la nota final de la asignatura se ponderará con un 75% la teoría y un 25% las prácticas. Aquellos alumnos que tengan una de las partes pendientes obtendrán un máximo de 4'5 puntos en la nota final de la asignatura.

Aquellos alumnos que no superen la evaluación continua, tendrán derecho a realizar los exámenes de convocatoria de teoría (de resolución de cuestiones y problemas) y de prácticas (de diseño asistido por ordenador) en el día, hora y lugar establecidos por el centro.

Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Diseño VLSI y Test (L203) sito en la segunda planta del pabellón A.

Detalle de las prácticas:

1. Introducción a ADS. En esta práctica se procederá a la apertura de cuentas y al registro de los alumnos como usuarios de las mismas. Así mismo, se aprenderá a instalar la tecnología de diseño y se hará una introducción al entorno de trabajo. (2h)
2. Caracterización de un circuito de RF. En esta práctica se explicarán los análisis básicos que el software ADS comparte con otros simuladores a los que está familiarizado el alumno y otros que probablemente no conozca todavía: DC, AC, TRANSITORIO y BALANCE DE ARMÓNICOS. Además se estudiarán las técnicas de caracterización de los circuitos de RF: Ganancia, Linealidad, Figura de Ruido, Rango Dinámico, etc. (2h)
3. Análisis de sistemas de RF. El objetivo de esta práctica será el análisis de diferentes sistemas de RF y la evaluación de las ventajas e inconvenientes de cada topología. Se estudiará también la influencia de las prestaciones reales de los diferentes subcircuitos en las prestaciones generales del sistema. (2h)
4. Parámetros S y Adaptación de impedancias. En esta práctica se hará una introducción a la carta de Smith y a los parámetros S y se explicará como se utilizan dichos instrumentos para llevar a cabo las adaptaciones de impedancia. Para ello se explicará el análisis de parámetros S y se verá de forma práctica como se hace la adaptación de impedancias de un circuito genérico. Asimismo se distinguirá entre adaptar para máxima transferencia de potencia y para mínimo ruido (análisis clásico) (2h)
5. Diseño de circuitos de RF. En esta práctica se abordará el diseño de un circuito de radiofrecuencia siguiendo las técnicas explicadas en clase. Los circuitos susceptibles de diseño son: LNA, Mezclador, VCO, etc. (6h)
6. Técnicas de medida. En esta sesión se describirán los equipos de test más utilizados en la medida y caracterización de circuitos de RF: analizador vectorial de redes, analizador de espectros, estación de punas, etc. (1h).

Bibliografía

[1 Básico] RF Microelectronics /

Behzad Razavi.

Prentice Hall PTR,, Upper Saddle River, NJ : (1998)

0138875715

[2 Básico] The design of CMOS radio-frequency integrated circuits /

Thomas H. Lee.

Cambridge University Press,, Cambridge : (2004) - (2nd ed.)

0521835399

[3 Recomendado] RF circuit design.

Bowick, Chris

Newnes,, Boston : (1997)

0750699469

[4 Recomendado] RFIC and MMIC design and technology /

edited by I. D. Robertson and S. Lucyszyn.

The Institution of Electrical Engineers,, London : (2001)

0-85296-786-1

[5 Recomendado] RF design guide: systems, circuits and equations.

Viztmuller, Peter

Artech House,, Boston :

0890067546

[6 Recomendado] RF and microwave circuit design for wireless communications.

Artech House,, Boston : (1996)

0890068186

Organización Docente de la Asignatura

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
T.1: Introducción, P.1: Introducción a ADS	2	1	0	0	0	C.1
T.2: Conceptos básicos de sistemas de RF, P.1: Introducción a ADS	2	1	0	0	1	C.2
T.2: Conceptos básicos de sistemas de RF, P.2: Caracterización de un circuito de RF	2	1	0	2	1	C.2, P.1, P.2
T.3: Modulación y Demodulación, P.2: Caracterización de un circuito de RF	2	1	0	2	1	C.3, P.1, P.2
T.4: Técnicas de acceso múltiple, P.3: Análisis de sistemas de RF	2	1	0	2	1	C.4, P.3, P.4
T.5: Arquitecturas de transmisores y receptores, P.3: Análisis de sistemas de RF	2	1	0	2	1	C.5, P.3, P.4

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
T.6: Adaptacion de impedancias y carta de Smith, P.4: Parámetros S y Adaptación de impedancias, Trabajo de curso	2	1	1	2	1	C.6, P.5, A.2, A.3
T.7: Dispositivos de RF, P.4: Parámetros S y Adaptación de impedancias, Trabajo de curso	1	1	0	2	1	C.7, P.5, A.3
T.8: Circuitos de RF: LNA, P.5: Diseño de circuitos de RF, Trabajo de curso	2	1	0	3	1	C.8, P.6, A.3, A.4
T.9: Circuitos de RF: Mezcladores, P.5: Diseño de circuitos de RF, Trabajo de curso	2	1	0	3	1	C.8, P.6, A.3, A.4
T.10: Circuitos de RF: VCO, P.5: Diseño de circuitos de RF, Trabajo de curso	2	1	0	3	1	C.8, P.6, A.3, A.4
T.11: Circuitos de RF: Filtros, P.5: Diseño de circuitos de RF, Trabajo de curso	2	1	0	3	1	C.8, P.6, A.3, A.4
T.12: Otros circuitos de RF e IF, P.5: Diseño de circuitos de RF, Trabajo de curso	2	1	0	3	1	C.8, P.6
Presentación de Trabajos	3	0	0	4	0	A.1, A.3, A.5
Presentación de Trabajos, P6: Técnicas de medida	2	1	0	2	0	A.1, A.3, A.5, C.9

Equipo Docente

JESÚS RUBÉN PULIDO MEDINA

Categoría:

Departamento: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

Teléfono:

Correo Electrónico: rpulido@iuma.ulpgc.es

FRANCISCO JAVIER DEL PINO SUÁREZ

(COORDINADOR)

Categoría: TITULAR DE UNIVERSIDAD

Departamento: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

Teléfono: 928458046 **Correo Electrónico:** javier.delpino@ulpgc.es

WEB Personal: <http://www.cma.ulpgc.es/users/jpino/index.html>

Resumen en Inglés

The objective of this class is to study the possibilities of Silicon technology for Integrated RF Circuits and Systems. Circuit and system level design and simulation of RF Communication Integrated Circuits is addressed. The different blocks that form the transceiver of a wireless communication system will be analyzed (LNA, mixer, VCO, filters, ...), showing the different existing alternatives and considering the problems due to Silicon monolithic integration: noise generation and sensitivity to it, limited available power, low quality passive devices, ... Transmitter and receiver architectures used in some of the different existing wireless communications standards will also be studied.

The teaching methodology will consist on lectures complemented with demonstrations on real systems and circuits and exercises. The two most used industrial standard CAD tools for system level design (Agilent ADS and Cadence SpectreRF) will be presented. The students will be provided with hands-on tutorial exercises to learn the use of these tools for designing real life systems and circuits. Some experimental laboratory activities consisting on RF Integrated Circuits measurement and characterization with advanced instrumentation are also expected.