



POLITÉCNICA



Circuitos Electrónicos

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Circuitos Electrónicos
Materia	M11 – Tecnología Específica de Sistemas Electrónicos
Departamento responsable	Ingeniería Electrónica
Créditos ECTS	3
Carácter	Obligatoria
Titulación	Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Curso	3º
Especialidad	N/A
Curso académico	2013-2014
Semestre en que se imparte	Primero
Idioma en que se imparte	Castellano
Página Web	http://celt.die.upm.es



DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

El objetivo de esta asignatura es aprender la metodología para el diseño básico de un prototipo consistente en un sistema electrónico analógico-digital partiendo de una descripción y unas especificaciones básicas y llevando a cabo su descomposición modular.

El curso cuenta con unas clases teóricas donde el alumno recibirá información sobre la descomposición en módulos del citado sistema, los métodos más convenientes para el diseño y las recomendaciones para el montaje sobre la placa de inserción y su descripción en VHDL. Además, en las citadas clases se indicarán los procedimientos más adecuados para la detección de problemas de funcionamiento y su solución a lo largo del desarrollo del circuito.

Durante el transcurso de la asignatura, el alumno utilizará los medios disponibles en el laboratorio B-043 (hardware y software) para realizar el desarrollo del prototipo, contando con la ayuda de los profesores.

Finalmente el alumno tendrá que escribir una memoria técnica del circuito realizado.

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Álvaro de Guzmán Fernández	B-107	guzman@die.upm.es
Juan Manuel Montero Martínez	B-110	juancho@die.upm.es
Ángel Fernández Herrero	B-111	angelfh@die.upm.es
Octavio Nieto-Taladriz García	C-228	nieto@die.upm.es
Miguel Ángel Sánchez García	B-107	sanchez@die.upm.es
Zarko Gacevic	C-226	gacevic@die.upm.es
Slobodan Bojanic	C-201-B	slobodan@die.upm.es
Juan Mariano de Goyeneche	B-113	goyeneche@die.upm.es



POLITÉCNICA



3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">•
Otros resultados de aprendizaje necesarios	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de Circuitos• Introducción a la Electrónica• Electrónica Digital• Electrónica Analógica



4. Objetivos de Aprendizaje.

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG-6	Uso de la lengua inglesa.	2
CG-7	Trabajo en equipo	2
CG-8	Comunicación oral y escrita	2
CG-10	Creatividad	2
CG-12	Organización y planificación	2
CE-SE3	Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.	2
CE-SE5	Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.	3
CE-SE8	Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Básico
Nivel de adquisición 2: Medio
Nivel de adquisición 3: Avanzado



POLITÉCNICA



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Interpretar el funcionamiento, las prestaciones y las limitaciones de los componentes a través de sus hojas de características	CG-6 CESE3	2
RA2	Realizar el diseño modular de un circuito electrónico analógico-digital complejo a partir de unas especificaciones en un grupo de trabajo.	CG-7 CG-12 CESE5	3
RA3	Diseñar individualmente los módulos analógicos que componen el sistema teniendo en cuenta sus interacciones	CESE5 CESE3	3
RA4	Diseñar individualmente los módulos digitales y ser capaz de describirlos adecuadamente en un lenguaje de descripción hardware	CESE5 CESE3	3
RA5	Utilizar las herramientas del laboratorio (generador de funciones, fuente de alimentación y osciloscopio) para comprobar el funcionamiento de los módulos diseñados	CESE8	2
RA6	Ser capaz de resolver problemas a lo largo del desarrollo de un sistema electrónico complejo.	CG-10 CG-12 CESE8	3
RA7	Realizar una documentación técnica completa sobre el diseño realizado y explicar de forma oral su funcionamiento y sus detalles.	CG-8 CESE3	2

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento descriptivo
Nivel de adquisición 2: Comprensión/Aplicación
Nivel de adquisición 3: Análisis/Síntesis/Implementación



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Interpretar las especificaciones de un sistema electrónico	RA1
I2	Descomponer un sistema electrónico complejo en módulos, teniendo en cuenta las posibles influencias entre ellos	RA2
I3	En el caso de circuitos analógicos, diseñar módulos basados en amplificadores operacionales reales: filtros, osciladores, amplificadores, etc. Así como circuitos pasivos básicos: divisores de tensión, filtros RC, etc.	RA3
I4	En el caso de circuitos digitales, implementar un circuito digital síncrono, realizar su descripción en VHDL, simularlo y sintetizarlo en una FPGA.	RA4
I5	Manejar adecuadamente los instrumentos del laboratorio y saber medir señales periódicas y no periódicas con el osciloscopio.	RA5
I6	Realizar medidas sobre los módulos implementados para comprobar su correcto funcionamiento.	RA5
I7	Obtener diagramas aproximados del funcionamiento del circuito para su posterior validación con las medidas (diagramas de Bode, cronogramas, etc).	RA2 RA5
I8	Interconectar los módulos diseñados de forma gradual para construir un circuito complejo, buscando y solucionando los problemas que puedan surgir a lo largo del desarrollo.	RA2 RA6
I9	Redactar una memoria técnica del circuito especificando claramente su diseño y funcionamiento. Expresar también de forma oral su funcionamiento.	RA7



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Entrega de cálculos y medidas realizadas sobre alguna parte del circuito	Semana 5 del curso	Laboratorio B-043	10
Entrega de cálculos y medidas realizadas sobre alguna parte del circuito	Semana 8 del curso	Laboratorio B-043	10
Entrega de cálculos y medidas realizadas sobre alguna parte del circuito	Semana 11 del curso	Laboratorio B-043	10
Examen oral sobre el funcionamiento general del circuito y la memoria escrita	Semana 15 del curso	Laboratorio B-043	30
Evaluación de las mejoras realizadas	Semana 15 del curso	Laboratorio B-043	20
Prueba de conocimientos	Día examen oficial	Aulas de examen	20
			Total: 100%

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<p>Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:</p> <p>Se realizarán 3 entregas como puntos de control para comprobar el seguimiento de la asignatura. Posteriormente se realizará un examen compuesto por dos partes: una oral donde se evalúa el funcionamiento práctico del circuito y la calidad de la memoria y una prueba escrita sobre conocimientos generales acerca del circuito.</p> <p>NOTA FINAL según la evaluación detallada en la tabla anterior.</p> <p>En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Ingeniería Electrónica mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Esta solicitud puede realizarse en cualquier momento antes el día anterior al del examen oral. En el caso de acogerse a la modalidad de examen final, la puntuación se obtendrá del siguiente modo:</p> <p>NOTA FINAL = 50% Evaluación oral del sistema completo (memoria y funcionamiento del circuito) + 20% Prueba de conocimientos+ 30% mejoras realizadas.</p>

6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje



CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Bloque 1: Descripción del sistema electrónico a diseñar	1.1 Descripción del sistema electrónico que deberá desarrollarse a lo largo de la asignatura.	11
	1.2 Análisis de su descomposición en módulos.	12
	1.3 Detalles de cada módulo.	12
	1.4 Interacciones entre ellos.	12
	1.5 Especificaciones básicas que debe cumplir el sistema	11
Bloque 2: Desarrollo de la parte analógica	2.1 Distribución de la alimentación: 2.1.1 Topología de alimentación en estrella 2.1.2 Condensadores de desacoplo 2.1.3 LEDs de alerta de cortocircuitos 2.1.4 Uso eficiente de las placas de inserción	13
	2.2 Reglas generales de montaje: 2.1.1 Alimentación de los amplificadores operacionales 2.1.2 Transporte de señales a través del circuito 2.1.3 Reducción del ruido: capacidades parásitas y radiación	13
	2.3 Implementación de los módulos: 2.3.1 Efectos de las tolerancias de los componentes 2.3.2 Efectos de carga de otras etapas 2.3.3 Efectos debidos al carácter real de los amplificadores operacionales: producto ganancia-ancho de banda y "slew rate".	13
	2.4 Búsqueda y solución de problemas	15,16,18



CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Bloque 3: Desarrollo de la parte digital	3.1 Familiarización con el entorno de desarrollo: 3.1.1 Escritura de código VHDL 3.1.2 Disciplina de desarrollo	14
	3.2 Simulación de circuitos VHDL 3.2.1 Creación de archivos de “testbench” 3.2.2 Interpretación de los resultados	14
	3.3 Síntesis de la parte digital 3.3.1 Compilación del código y generación del “bitstream” para la FPGA 3.3.2 Carga del “bitstream” en la FPGA. 3.3.3 Medida de señales internas a la FPGA con el osciloscopio, canalizando dichas señales hacia terminales externos de prueba.	14
	3.4 Búsqueda y solución de problemas	15,16,18
Bloque 4: Elaboración de documentación técnica	4.1 Redacción de una documentación técnica	19
	4.2 Presentación de medidas y diagramas teóricos (diagramas de Bode y cronogramas)	17
	4.3 Explicación de las posibles diferencias entre los datos calculados y medidos.	19



7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

CLASES DE TEORIA	<p>Se expone el sistema electrónico que deberá diseñarse así como su descomposición en módulos.</p> <p>Se realizará una descomposición del sistema por bloques funcionales por semanas, entendiéndose que el diseño debe ser incremental en cuanto a que los bloques individuales deberán funcionar conectados a los anteriores bloques diseñados previamente.</p> <p>Se indicarán normas generales de montaje, búsqueda de problemas y desarrollo de sistemas complejos.</p>
CLASES DE PROBLEMAS	No hay
CLASES DEMOSTRATIVAS	No hay
PRÁCTICAS	En el laboratorio se realizará la labor docente más intensa. Los profesores atenderán las dudas y problemas que puedan surgir durante el desarrollo del sistema propuesto.
TRABAJO AUTÓNOMO	Aquellos alumnos que lo deseen podrán complementar sus conocimientos y práctica sobre el entorno de desarrollo VHDL de forma individual dado que el citado entorno es de distribución gratuita. Los profesores llevarán un seguimiento de su evolución.
TRABAJO EN GRUPO	Las prácticas de laboratorio se realizarán en grupos de 2 personas.
TUTORÍAS	Las tutorías se ajustarán a la normativa vigente asegurando que siempre esté presente un profesor en el laboratorio durante un periodo de cada turno.



8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits”</i>, Sergio Franco 3ª edición, McGraw-Hill, 2002. • <i>“Digital Design”</i>, J.F. Wakerly 4ª edición, Prentice Hall, 2005 • <i>“Circuitos Electrónicos: Análisis, Diseño y Simulación”</i>, Norbert R. Malik, Prentice-Hall, 1996. • <i>“Guía de referencia de la tarjeta BASYS 2”</i>, Álvaro G. Fernández. Disponible en la página de la asignatura. • <i>“Aspectos prácticos de diseño y medida en Laboratorios de Electrónica”</i> (2ª ed) (ISBN 84-7402-297-5), Javier Ferreiros López, Javier Macías Guarasa, Juan Manuel Montero Martínez, Félix Moreno González, Juan Alberto Muñoz Susín, Sira Elena Palazuelos Cagigas, Julio Pastor Mendoza, Rubén San Segundo Hernández, María Jesús Ledesma Carbayo. Departamento de Publicaciones ETSIT
RECURSOS WEB	<p>Página web de la asignatura http://celt.die.upm.es</p>
EQUIPAMIENTO	<p>Laboratorio docente B-043</p>

9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (2h)	<ul style="list-style-type: none"> Clase teórica sobre la práctica (2 h) 		<ul style="list-style-type: none"> Selección de grupo en el laboratorio a través de la página web de la asignatura 			
Semana 2 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Medida, comprobación y depuración del MÓDULO 1 del circuito. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Familiarización con el entorno de desarrollo Diseño y montaje del MÓDULO 1 del circuito (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 3 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Medida, comprobación y depuración del MÓDULO 2 del circuito. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Familiarización con el entorno de desarrollo Diseño y montaje del MÓDULO 2 del circuito (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 4 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Medida, comprobación y depuración del MÓDULO 3 del circuito. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Familiarización con el entorno de desarrollo Diseño y montaje del MÓDULO 3 del circuito (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 5 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Medida, comprobación y depuración del MÓDULO 4 del circuito. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Familiarización con el entorno de desarrollo Diseño y montaje del MÓDULO 4 del circuito (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de cálculos y medidas sobre alguna parte del circuito. 	
Semana 6 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Simulación y test del MÓDULO 5 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 5 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 7 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Simulación y test del MÓDULO 6 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 6 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 8 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Simulación y test del MÓDULO 7 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 7 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de cálculos y medidas sobre alguna parte del circuito. 	
Semana 9 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> Simulación y test del MÓDULO 8 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 8 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 10 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> • Simulación y test del MÓDULO 9 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 9 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 11 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> • Simulación y test del MÓDULO 10 del circuito. (Parte digital) (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del hardware correspondiente al MÓDULO 10 en VHDL (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de cálculos y medidas sobre alguna parte del circuito. 	
Semana 12 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> • Medida, comprobación y depuración de las mejoras. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de posibles mejoras sobre el circuito propuesto • Montaje de dichas mejoras (2 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 13 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> • Medida, comprobación y depuración de las mejoras. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de posibles mejoras sobre el circuito propuesto • Montaje de dichas mejoras (2 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		
Semana 14 (5 h)		<ul style="list-style-type: none"> • Medida, comprobación y depuración de las mejoras. (3 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de posibles mejoras sobre el circuito propuesto • Montaje de dichas mejoras (2 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo en grupos de 2 personas. 		



POLITÉCNICA



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 15 (6,5 h)			<ul style="list-style-type: none">• Preparación del examen• Redacción de la memoria final (6 h)	<ul style="list-style-type: none">• La evaluación se realizará al grupo de 2 personas aunque las notas serán individuales según sus conocimientos.	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación del circuito completo. (0,5 h)	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

Las semanas reseñadas lo son de docencia efectiva (no las semanas de calendario)



POLITÉCNICA

