

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Electrónica dixital				
Materia	Electrónica dixital			
Código	V05G306V01203			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación - Docencia en inglés			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	2	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Machado Domínguez, Fernando Nogueiras Meléndez, Andres Augusto			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo Machado Domínguez, Fernando Nogueiras Meléndez, Andres Augusto			
Correo-e	fmachado@uvigo.es aaugusto@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descrición xeral	Esta materia, ten como principal obxectivo que os alumnos aprendan tanto os conceptos teóricos básicos como os circuítos electrónicos asociados coa análise e o deseño dos circuítos e sistemas electrónicos dixitais. Para iso estúdanse en primeiro lugar os elementos básicos que compoñen os diferentes circuítos dixitais e a súa representación gráfica. A continuación analízanse os circuítos combinacionais e secuenciais de aplicación xeral, os seus esquemas e símbolos lóxicos e os métodos de descrición e simulación baseados nas linguaxes de descrición hardware (HDL) que utilizan o paradigma de xerarquía de arriba cara abaixo (top-down), é dicir, desde a descrición no alto nivel á síntese e posterior realización física do sistema.			

Competencias	
Código	
B13	CG13 Capacidade para manexar ferramentas software que apoien a resolución de problemas en enxeñaría.
B14	CG14 Capacidade para utilizar ferramentas informáticas de procura de recursos bibliográficos ou de información.
C14	CE14/T9 Capacidade de análise e deseño de circuítos combinacionais e secuenciais, síncronos e asíncronos, e de utilización de microprocesadores e circuítos integrados.
C15	CE15/T10 Coñecemento e aplicación dos fundamentos de linguaxes de descrición de dispositivos de hardware.

Resultados de aprendizaxe		
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Coñecer os conceptos, compoñentes e ferramentas básicas do deseño dixital.	B13 B14	C14 C15
Comprender os aspectos básicos de realización de sistemas combinacionais.	B13	C14 C15
Coñecer os bloques lóxicos combinacionais básicos e as súas aplicacións.	B14	C14
Coñecer os elementos básicos de almacenamento, os bloques secuenciais básicos e as súas aplicacións.	B14	C14
Dominar os métodos básicos de deseño de sistemas secuenciais síncronos.	B13	C14 C15
Coñecer os fundamentos dos modelos e a simulación con HDLs.	B13	C14 C15

Contidos

Tema	
Tema 1: Introdución á Electrónica Dixital	Introdución á Electrónica Dixital. Sistemas de numeración e códigos dixitais. Álxebra de Boole. Táboas de verdade. Portas lóxicas. Simplificación das funcións lóxicas.
Tema 2: Introdución ao VHDL	Introdución ás linguaxes de descrición hardware. Sintaxe básica VHDL. Tipos de datos e obxectos. Operadores. Sentenzas concorrentes e secuenciais. Instanciación de compoñentes.
Tema 3: Sistemas combinacionais básicos	Bloques funcionais. Tecnoloxías e tipos de saídas dos circuítos dixitais. Decodificadores. Codificadores. Multiplexores. Demultiplexores. Exemplos de aplicación. Descrición en VHDL.
Tema 4: Matrices lóxicas programables	Introdución aos circuítos programables. Exemplos de aplicación.
Tema 5: Sistemas combinacionais aritméticos	Comparadores. Detectores/Xeradores de paridade. Circuítos aritméticos. Exemplos de aplicación. Descrición en VHDL.
Tema 6: Fundamentos dos sistemas secuenciais	Definición e clasificación. Biestables asíncronos. Biestables síncronos. Descrición en VHDL.
Tema 7: Sistemas secuenciais síncronos	Teoría xeral. Contadores. Rexistros de desprazamento. Bancos de rexistros. Exemplos de aplicación. Descrición VHDL.
Tema 8: Deseño de sistemas secuenciais síncronos	Deseño de sistemas secuenciais síncronos. Exemplos de aplicación. Descrición VHDL.
Tema 9: Unidades de memoria	Clasificación. Memorias de acceso aleatorio activas e pasivas. Memorias de acceso aleatorio. Memorias de acceso secuencial. Memorias asociativas.
Tema 10: Dispositivos lóxicos programables	Introdución aos dispositivos lóxicos programables
PRÁCTICA 1. INTRODUCIÓN Á FERRAMENTA DE ANÁLISE E SÍNTESE DE DESEÑOS HDL	Diagrama de fluxo xeral. Descrición mediante bloques. Realización de exemplos.
PRÁCTICA 2. INTRODUCIÓN AO DESEÑO VHDL	Descrición e síntese de sistemas combinacionais en VHDL. Realización de exemplos.
PRÁCTICA 3. VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DIXITAIS MEDIANTE SIMULACIÓN FUNCIONAL	Obtención de símbolos para esquemáticos. Instanciación de compoñentes. Definición de estímulos para simulación ("testbench"). Simulación funcional. Realización de exemplos.
PRÁCTICA 4. COMPILACIÓN E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DIXITAIS. VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DIXITAIS MEDIANTE SIMULACIÓN TEMPORAL	Arquitectura do dispositivo lóxico programable empregado no laboratorio. Compilación e implementación de sistemas dixitais. Simulación temporal de sistemas dixitais. Realización de exemplos.
PRÁCTICA 5. PROBA DE SISTEMAS DIXITAIS NA PLACA DE DESENVOLVEMENTO	Placa de desenvolvemento. Obtención do archivo de configuración. Tecnoloxía e métodos de configuración de dispositivos lóxicos programables. Programación do dispositivo. Comprobación do sistema dixital implementado. Realización de exemplos.
PRÁCTICA 6. CIRCUÍTOS COMBINACIONAIS	Deseño e realización de circuítos combinacionais mediante descricións en VHDL con táboas de verdade, ecuacións lóxicas e de comportamento.
PRÁCTICA 7. CIRCUÍTOS ARITMÉTICOS	Deseño e realización de circuítos aritméticos mediante descricións en VHDL con táboas de verdade, ecuacións lóxicas e de comportamento.
PRÁCTICA 8. SISTEMAS ARITMÉTICOS	Deseño e realización dun sistema aritmético con bloques funcionais aritméticos descritos en VHDL. Unidade aritmético lóxica (ALU).
PRÁCTICA 9. CIRCUÍTOS SECUENCIAIS I	Deseño e realización de circuítos secuenciais básicos (biestables, rexistros, contadores) mediante descricións en VHDL.
PRÁCTICA 10. CIRCUÍTOS SECUENCIAIS II	Deseño e realización de circuítos secuenciais básicos (contadores, rexistros de desprazamento) mediante descricións en VHDL. Deseño e realización de sistemas secuenciais síncronos de control (máquinas de estado) mediante descricións en VHDL.
PRÁCTICA 11. MONTAXE E CONEXIÓN DE COMPOÑENTES. INSTRUMENTACIÓN DIXITAL	Analizador lóxico. Conexión de pulsadores e interruptores externos. Circuítos antirrebotes. Conexión de LEDs e visualizadores de 7 segmentos externos. Análise de funcionamento de circuítos secuenciais básicos mediante o analizador lóxico.
PRÁCTICA 12. SISTEMAS SECUENCIAIS I	Deseño e realización dun sistema secuencial con bloques funcionais descritos en VHDL. Control dun visualizador dinámico de 4 díxitos de 7 segmentos.
PRÁCTICA 13. SISTEMAS SECUENCIAIS II	Deseño e realización dun sistema secuencial de complexidade media mediante descricións en VHDL. Sistema de lectura dun teclado *matricial.

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	1	2
Lección maxistral	13	21	34
Prácticas de laboratorio	26	26	52
Resolución de problemas	8	20	28

Práctica de laboratorio	2	2	4
Resolución de problemas e/ou exercicios	6	24	30

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Toma de contacto e presentación da materia. Presentación das prácticas de laboratorio e da instrumentación e as ferramentas informáticas (Software) que se van utilizar.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos da materia obxecto de estudo e presentación da bibliografía que debe utilizar o alumnado. Traballo persoal posterior do estudante para aprender os conceptos introducidos no aula utilizando para iso a bibliografía proposta. Identificación de posibles dúbidas que se resolverán en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias da materia de tipoloxía "saber" correspondentes ás competencias CE14 e CE15.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Aprenderase a manexar a instrumentación típica dun laboratorio de electrónica dixital e realizaranse montaxes de circuítos electrónicos básicos descritos nas sesións maxistrais. Tamén se adquirirán habilidades de manexo de ferramentas informáticas de simulación. Traballo persoal do alumno de preparación das prácticas, para o que utilizará a documentación dispoñible e repasará os conceptos teóricos relacionados, e obterá e analizará os resultados. Identificación de dúbidas que se resolverán en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias da materia de tipoloxía "saber facer" correspondentes ás competencias CE15, CG13 e CG14.
Resolución de problemas	Actividade complementaria das sesións maxistrais. Nela formúlanse e resolven problemas e exercicios relacionados coa materia. Traballo persoal do alumno para resolver problemas e exercicios propostos no aula así como outros extraidos da bibliografía. Identificación das dúbidas que se resolverán en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias da materia de tipoloxía "saber facer" correspondentes ás competencias CE14 e CE15.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre o estudo dos contidos de teoría. Os estudantes terán a ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro.
Resolución de problemas	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre a resolución dos problemas e exercicios prantexados na clase. Os estudantes terán a ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro.
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio. Os estudantes terán a ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Prácticas de laboratorio	Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudante sobre os contidos das prácticas de laboratorio da materia. A nota final de prácticas, NFP, estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación das prácticas contará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo, na que a cualificación de cada compoñente do grupo será a mesma, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir de cuestións personalizadas en cada unha das sesións.	20	B13 B14	C15
Resolución de problemas e/ou exercicios	Avaliaranse as competencias do estudante para resolver problemas e exercicios relacionados cos contidos da materia. A nota final de teoría, NFT, estará comprendida entre 0 e 10 puntos.	80		C14 C15

Outros comentarios sobre a Avaliación

1. Avaliación continua en primeira oportunidade

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia un sistema de avaliación continua.

Enténdese que os alumnos que realicen unha proba parcial de teoría ou que asistan a 2 prácticas ***optan pola avaliación continua*** *da materia*.

A avaliación da materia divídese en dúas partes: teoría e práctica. As cualificacións das tarefas avaliables serán válidas só para o curso académico no que se realicen.

1.a. Teoría

Realizaranse 3 probas de avaliación de teoría debidamente programadas ao longo do cuadrimestre. As dúas primeiras probas de avaliación intermedias (PT1 e PT2) realizaranse durante o curso. A planificación das probas intermedias aprobarase nunha Comisión Académica do Grao (CAG) e estará dispoñible ao principio do cuadrimestre. A terceira proba será o exame final (EF) que se celebrará ao rematar o curso na data que estableza a CAG.

Cada proba constará dunha serie de preguntas de resposta corta e de resolución de problemas e/ou exercicios e valorarase de 0 a 10. Para superar a parte de teoría será imprescindible obter un mínimo de 4 puntos sobre 10 no exame final (EF >= 4). Neste caso a nota final de teoría (NFT) será o máximo da nota do exame final (EF) e a suma ponderada das notas de cada proba:

$$NFT = \max\{EF ; (0{,}2 \cdot PT1 + 0{,}2 \cdot PT2 + 0{,}6 \cdot EF)\}.$$

No caso de non superar o exame final (EF < 4), a nota final de teoría será o mínimo de 4 e a expresión anterior:

$$NFT = \min\{4 ; \max\{EF ; (0{,}2 \cdot PT1 + 0{,}2 \cdot PT2 + 0{,}6 \cdot EF)\}\}.$$

As probas non son recuperables, é dicir, que si un alumno non pode asistir o día en que estean programadas o profesor non ten obrigación de repetilas. A nota das probas ás que falte será de 0.

1.b. Práctica

Realizaranse 13 prácticas de laboratorio en sesións de 2 horas e grupos de 2 alumnos, sempre que sexa posible. As primeiras cinco prácticas serán guiadas e nelas aprenderase o manexo das ferramentas que se utilizarán no laboratorio e as etapas do deseño con dispositivos dixitais configurables. Estas cinco primeiras prácticas son obrigatorias pero non son puntuables. O resto das prácticas cualificaranse mediante a avaliación continua. Cada unha delas avaliarase unicamente o día correspondente á súa realización segundo a planificación de prácticas e de acordo co grupo de prácticas asignado polo centro a cada alumno. As prácticas 6 a 13 valoraranse cunha nota de práctica (NP) de 0 a 10 puntos cada unha. Os profesores terán en conta o traballo previo dos estudantes para preparar as tarefas propostas e o traballo no laboratorio, así como o comportamento do estudante no posto. A nota das prácticas ás que o estudante non asista será de 0. Para superar a parte de prácticas o alumno non poderá faltar a máis de 2 sesións. Neste caso, a nota final de prácticas (NFP) será:

$$NFP = (NP6 + NP7 + NP8 + NP9 + NP10 + NP11 + NP12 + NP13) / 8.$$

No caso de faltar a máis de 2 sesións prácticas a nota final de prácticas será:

$$NFP = \min\{4; (NP6 + NP7 + NP8 + NP9 + NP10 + NP11 + NP12 + NP13) / 8\}.$$

1.c. Nota final da materia

Na nota final (NF) a cualificación de cada unha das dúas partes da materia, nota de teoría (NFT) e nota de prácticas (NFP), terán un peso do 80% e do 20% respectivamente. Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada unha das partes (NFT >= 5 e NFP >= 5). Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NF = (0{,}8 \cdot NFT + 0{,}2 \cdot NFP).$$

No caso de non superar algunha das dúas partes (NFT < 5 ou NFP < 5), a nota final será o mínimo de 4 e a suma ponderada das notas de cada parte:

NF = min{4 ; (0,8·NFT + 0,2·NFP)}.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 na nota final (NF >= 5).

2. Avaliación única en primeira oportunidade

Os alumnos que non opten pola avaliación continua poderán presentarse a un exame final que constará dunha parte teórica e outra práctica que se celebrarán nas datas que estableza a CAG. Para poder presentarse ao exame de prácticas é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos dúas semanas antes do exame. Desta forma facilítase a planificación das quendas de exame de laboratorio.

O exame teórico constará dunha única proba ou exame final (EF) cunha serie de preguntas de resposta curta e de resolución de problemas e/ou exercicios. Esta proba valorarase de 0 a 10 e a nota final de teoría (NFT) será a cualificación obtida.

NFT = EF.

O exame práctico consistirá na resolución de exercicios prácticos no laboratorio, similares aos realizados nas prácticas durante o cuadrimestre. A proba práctica valorarase de 0 a 10 e a nota final de prácticas (NFP) será a cualificación obtida.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada unha das partes (NFT >= 5 o NFP >= 5). Neste caso a cualificación final (NF) será a suma ponderada das notas de cada parte:

NF = (0,8·NFT + 0,2·NFP).

No caso de non superar algunha das dúas partes (NFT < 5 ou NFP < 5), a nota final será o mínimo de 4 e a suma ponderada das notas de cada parte:

NF = min{4 ; (0,8·NFT + 0,2·NFP)}.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 na nota final (NF >= 5).

3. Avaliación en segunda oportunidade e en convocatorias extraordinarias

A avaliación en segunda oportunidade e en convocatorias extraordinarias constará dun exame parte teórico e outro práctico que se celebrarán nas datas que estableza a CAG. Para poder presentarse ao exame de prácticas é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos dúas semanas antes do exame. Desta forma facilítase a planificación das quendas de exame de laboratorio.

Aos alumnos que se presenten en segunda oportunidade conservaráselles a nota que obteñan na avaliación ordinaria (avaliación continua ou única) nas partes ás que non se presenten (NFT po NFP), polo que poderán realizar só a parte teórica, só a parte práctica ou as dúas. O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 2 (avaliación única en primeira oportunidade).

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

L. J. Álvarez, F. Machado, M.J. Moure, A.A. Nogueiras, S. Pérez, **Electrónica Digital**, Curso 2019-2020,

Wakerly J. F., **Digital Design. Principles and Practices**, 4th, Pearson/Prentice Hall, 2007

E. Mandado, **Sistemas Electrónicos Digitales**, 10ª, Marcombo, 2015

Douglas L. Perry, **VHDL : programming by example**, 4th, McGraw-Hill, 2002

Bibliografía Complementaria

Thomas L. Floyd, **Digital Fundamentals**, 11th, Pearson, 2014

L.J. Álvarez, E. Mandado, M.D. Valdés, **Dispositivos Lógicos Programables y sus aplicaciones**, 1ª, Thomson-Paraninfo, 2002

S. Pérez, E, Soto, S. Fernández, **Diseño de sistemas digitales con VHDL**, Thomson-Paraninfo, 2002

L.J. Álvarez, **Diseño Digital con Lógica Programable**, 1ª, Tórculo, 2004

J. Bhasker, **A VHDL primer**, 3rd, Prentice Hall, 1999

Recomendacións

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Física: Fundamentos de electrónica/V05G301V01201

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Informática: Arquitectura de ordenadores/V05G301V01109