



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Electrónica dixital

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |       |              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Electrónica dixital                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |       |              |
| Código                | V05G301V01203                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OB     | 2     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |       |              |
| Departamento          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |       |              |
| Coordinador/a         | Pérez López, Serafín Alfonso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |       |              |
| Profesorado           | Moure Rodríguez, María José<br>Nogueiras Meléndez, Andres Augusto<br>Pérez López, Serafín Alfonso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Correo-e              | sperez@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |       |              |
| Web                   | http://moovi.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
| Descrición xeral      | Esta materia, ten como principal obxectivo que os alumnos aprendan tanto os conceptos teóricos básicos como os circuitos electrónicos asociados coa análise e o deseño dos circuitos e sistemas electrónicos dixitais. Para iso estúdanse en primeiro lugar os elementos básicos que compoñen os diferentes circuitos dixitais e a súa representación gráfica. A continuación analízanse os circuitos 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. |        |       |              |

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

|        |                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                         |
| B13    | CG13 Capacidade para manexar ferramentas software que apoiem 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 circuitos combinacionais e secuenciais, síncronos e asíncronos, e de utilización de microprocesadores e circuitos integrados. |
| C15    | CE15/T10 Coñecemento e aplicación dos fundamentos de linguaxes de descrición de dispositivos de hardware.                                                               |

## Resultados previstos na materia

| Resultados previstos na materia                                                                      | Resultados de Formación e Aprendizaxe |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Coñecer os conceptos, compoñentes e ferramentas básicas do deseño dixital.                           | B13<br>B14                            | C14<br>C15 |
| Comprender os aspectos básicos de realización de sistemas combinacionais.                            | B13                                   | C14<br>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<br>C15 |
| Coñecer os fundamentos dos modelos e a simulación con HDLs.                                          | B13                                   | C14<br>C15 |

## Contidos

|                      |                                                                                                                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                 |                                                                                                                                                                |
| Tema 0: Presentación | Profesorado. Datos identificativos. Contidos de teoría. Contidos de laboratorio. Planificación. Avaliación. Calendarios de teoría e laboratorio. Bibliografía. |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 1: Introducción á Electrónica Dixital                  | Introducción á Electrónica Dixital. Sistemas de numeración e códigos dixitais. Álgebra de Boole. Taboas da verdade. Portas lóxicas. Circuitos lóxicos dixitais. Simplificación das funcións lóxicas. Deseño de sistemas combinacionais con portas lóxicas. |
| Tema 2: Introducción ao VHDL                                | Exposición dos conceptos e elementos da linguaxe necesarios para o curso.                                                                                                                                                                                  |
| Tema 3: Sistemas combinacionais básicos (I)                 | Bloques funcionais. Tecnoloxías e tipos de saídas dos circuitos dixitais. Decodificadores.                                                                                                                                                                 |
| Tema 4: Sistemas combinacionais básicos (II)                | Multiplexores. Codificadores. Demultiplexores. Memorias programables ou tablas de consulta (LUT).                                                                                                                                                          |
| Tema 5: Sistemas aritméticos                                | Comparadores. Detectores/Xeradores de paridade. Circuitos aritméticos. Exemplos de aplicación. Descrición en VHDL.                                                                                                                                         |
| Tema 6: Fundamentos dos sistemas secuenciais                | Definición e clasificación. Latches e biestables. Exemplos de aplicación. Descrición en VHDL.                                                                                                                                                              |
| Tema 7: Bloques secuenciais síncronos básicos               | Rexistros. Contadores. Rexistros de desprazamento.                                                                                                                                                                                                         |
| Tema 8: Deseño de sistemas secuenciais síncronos de control | Sistemas secuenciais síncronos de control. Deseño de sistemas secuenciais síncronos de control (SSSC). Exemplos de deseño de SSSC.                                                                                                                         |
| Tema 9: Unidades de memoria                                 | Clasificación. Memorias de acceso aleatorio activas e pasivas RAM e ROM). Memorias de acceso por contido (CAM). Memorias de acceso secuencial (LIFO, FIFO, circulares).                                                                                    |
| Práctica 1                                                  | Introducción ao deseño con VHDL e á ferramenta de deseño Vivado (I).                                                                                                                                                                                       |
| Práctica 2                                                  | Introducción ao deseño con VHDL e á ferramenta de deseño Vivado (II).                                                                                                                                                                                      |
| Práctica 3                                                  | Deseño e implementación de sistemas combinacionais (I).                                                                                                                                                                                                    |
| Práctica 4                                                  | Deseño e implementación de sistemas combinacionais (II).                                                                                                                                                                                                   |
| Práctica 5                                                  | Deseño e implementación de sistemas combinacionais (III).                                                                                                                                                                                                  |
| Práctica 6                                                  | Deseño e implementación de sistemas combinacionais (IV).                                                                                                                                                                                                   |
| Práctica 7                                                  | Circuitos aritméticos.                                                                                                                                                                                                                                     |
| Práctica 8                                                  | Sistemas aritméticos.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Práctica 9                                                  | Circuitos secuenciais.                                                                                                                                                                                                                                     |
| Práctica 10                                                 | Sistemas secuenciais (I).                                                                                                                                                                                                                                  |
| Práctica 11                                                 | Sistemas secuenciais (II).                                                                                                                                                                                                                                 |
| Práctica 12                                                 | Sistemas secuenciais (III).                                                                                                                                                                                                                                |

## Planificación

|                                         | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Actividades introdutorias               | 1             | 0                  | 1            |
| Lección maxistral                       | 17            | 20                 | 37           |
| Prácticas de laboratorio                | 24            | 22                 | 46           |
| Resolución de problemas                 | 13            | 20                 | 33           |
| 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 C14 e C15.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 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 circuitos electrónicos básicos descritos nas sesións maxistrais. Tamén se adquiriran 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 C15, B13 e B14. Software empregado: VIVADO de Xilinx. |
| Resolución de problemas   | Actividade complementaria das sesións maxistrais. Nela fórmulanse e resolven problemas e exercicios relacionados coa materia. Traballo persoal do alumno para resolver problemas e exercicios propostos no aula así como outros extraídos 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 C14 e B15.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 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 horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro. Titorías do profesorado: Serafín Alfonso Pérez López (coordinador). Con cita previa concertada por correo electrónico sperez@uvigo.gal ou polo chat da asignatura, ben presencial no despacho 235 da EEI, ou ben en modo remoto na sala virtual 1958. Andrés Augusto Nogueiras Meléndez. Con cita previa concertada por correo electrónico aaugusto@uvigo.gal ou polo chat da asignatura, ben presencial no despacho 227 da EEI, ou ben en modo remoto na sala virtual 1757.                              |
| 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 horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro. Titorías do profesorado: Serafín Alfonso Pérez López (coordinador). Con cita previa concertada por correo electrónico sperez@uvigo.gal ou polo chat da asignatura, ben presencial no despacho 235 da EEI, ou ben en modo remoto na sala virtual 1958. Andrés Augusto Nogueiras Meléndez. Con cita previa concertada por correo electrónico aaugusto@uvigo.gal ou polo chat da asignatura, ben presencial no despacho 227 da EEI, ou ben en modo remoto na sala virtual 1757. |
| 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 horario que se establecerá a principio de curso e que se publicará na páxina web do centro. Titorías do profesorado: Serafín Alfonso Pérez López (coordinador). Con cita previa concertada por correo electrónico sperez@uvigo.gal ou polo chat da asignatura, ben presencial no despacho 235 da EEI, ou ben en modo remoto na sala virtual 1958. María José Moure Rodríguez. Con cita previa concertada por correo electrónico mjmoure@uvigo.es o por el chat de la asignatura, bien presencial en el despacho 228 de la EEI, o bien en modo remoto en la sala virtual 1714.          |

## 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. | 30            | B13<br>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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 70            |                                       | C14<br>C15 |

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### 1. Evaluación continua en oportunidade ordinaria

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica se ofrecerá ao alumnado que cursen esta materia un sistema de **evaluación continua**.

*O estudantado que **opte por avaliación global** deberá notificalo por escrito ao coordinador da materia no prazo dun mes dende o inicio do cuadrimestre.*

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

#### 1.a. Teoría

A proba de avaliación intermedia (PEI) se realizará ao longo do cuadrimestre. A data en que teña lugar se aprobará nunha Comisión Académica do Grao (\*CAG) e estará dispoñible a principio do cuadrimestre.

A segunda será a proba de avaliación (PEF) que se celebrará ao acabar o curso, na data que estableza a CAG.

Cada unha destas probas constará dunha serie de preguntas de resposta curta e/ou de resolución de problemas e/ou exercicios e se valorará de 0 a 10.

#### 1.b. Práctica

Se realizarán un conxunto de 12 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas de duración e grupos de 2 estudantes, sempre que sexa posible.

O primeiras catro prácticas serán guiadas e nelas se aprenderá o manexo das ferramentas que se utilizarán no laboratorio e as etapas do deseño con dispositivos dixitais programables. Este catro primeiras prácticas son obrigatorias pero non son puntuables.

As sesións 5, 7 e 10 son obrigatorias pero non son puntuables.

As sesións 6, 8, 9, 11 e 12 se calificarán mediante a avaliación continua.

Cada sesión se avaliará unicamente no día e horas correspondentes á súa realización segundo a planificación de prácticas e de acordo co grupo de laboratorio asignado polo centro.

As prácticas se valorarán cunha nota de práctica (NP) comprendida entre 0 e 10 puntos cada unha. O profesorado tendrá en conta o traballo previo do estudiantado para preparar as tarefas propostas e o traballo no laboratorio, así como o comportamento do estudante no posto.

A nota das sesións ás que o estudante non asista sen un motivo serio e xustificado será de 0.

A nota de prácticas (NP) será:

$$NP = (NP6 + NP8 + NP9 + NP11 + NP12) / 5.$$

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

$$NP = \min\{3 ; (NP6 + NP8 + NP9 + NP11 + NP12) / 5\}.$$

### **1.c. Nota da convocatoria**

A nota de avaliación continua en oportunidade ordinaria, que é a que constará na acta calcúlase da seguinte maneira:

$$NECOD = 0,3.NP + 0,3.PEI + 0,4.PEF$$

### **2. Avaliación global en oportunidade ordinaria**

Quen renuncie á avaliación continua deberá realizar dúas probas: unha de teoría (EGT), que inclúe todos os contidos da materia, e outra de prácticas de laboratorio (EGP), que engloba todos os conceptos traballados durante as prácticas. Ambas as probas se valorarán entre 0 e 10 puntos.

A nota de avaliación global en oportunidade global, que será a que constará na acta, calcúlase da seguinte maneira:

$$NEGOD = 0,5.EGP + 0,5.EGT$$

### **3. Avaliación continua en oportunidade extraordinaria**

Nesta oportunidade, consérvase a nota obtida en prácticas (NP). O exame (EECOE), que inclúe todos os contidos da materia se valorará entre 0 e 10 puntos.

A nota de avaliación continua en oportunidade extraordinaria, que será a que constará na acta, calcúlase da seguinte maneira:

$$NECOE = 0,3.NP + 0,7.EECO$$

### **4. Avaliación global en oportunidade extraordinaria**

Quen renuncie á avaliación continua na oportunidade extraordinaria deberá realizar dúas probas: unha de teoría (EGTE), que inclúe todos os contidos da materia, e outra de prácticas de laboratorio (EGPE), que engloba todos os conceptos traballados durante as prácticas. Ambas as probas se valorarán entre 0 e 10 puntos.

A nota de avaliación global en oportunidade extraordinaria, que será a que constará na acta, calcúlase da seguinte maneira:

$$NEGOE = 0,5.EGPE + 0,5.EGTE$$

### **5. Avaliación en convocatoria de fin de carreira**

Quen se presente a avaliación en convocatoria de fin de carreira deberá realizar dúas probas: unha de teoría (CFCT), que

inclúe todos os contidos da materia, e outra de prácticas de laboratorio (CFCP), que engloba todos os conceptos traballados durante as prácticas. Ambas as probas se valorarán entre 0 e 10 puntos.

A nota de avaliación en convocatoria de fin de carreira, que será a que constará na acta, calcúlase da seguinte maneira:

$$*NCFC = 0,5.CFCP + 0,5.CFCT$$

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

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 continúan o temario**

Circuitos electrónicos programables/V05G301V01302

#### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

Física: Fundamentos de electrónica/V05G301V01201

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Informática: Arquitectura de ordenadores/V05G301V01109