



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas electrónicos dixitais

Materia	Sistemas electrónicos dixitais			
Código	V12G330V01923			
Titulación	Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OP	Curso 4	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento				
Coordinador/a	Fariña Rodríguez, José			
Profesorado	Fariña Rodríguez, José Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	jfarina@uvigo.es			
Web				

Descrición xeral	<p>Trátase dunha materia terminal, continuación da materia de Electrónica Dixital e Microcontroladores. Ten por obxectivo que o alumnado complete as competencias e habilidades necesarias para o deseño, análise, simulación, depuración, proba e mantemento de circuítos electrónicos dixitais baseados en dispositivos reconfigurables (FPGAs) e en microcontroladores. A materia céntrase nos seguintes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Periféricos de comunicación serie e a súa adaptación aos niveis eléctricos dos protocolos normalizados.</li> <li>- Periféricos de captura e comparación para o tratamento e xeración de sinais dixitais con información temporal (Saídas de alta velocidade, Modulación de Anchura de Impulso, Medida de frecuencia, período ou desfasamento, etc).</li> <li>- Modos de funcionamento de baixo consumo.</li> <li>- Formatos numéricos e operadores matemáticos.</li> <li>- Descrición e utilización de linguaxes de descrición de hardware (HDL) como ferramenta para a especificación de circuítos dixitais.</li> <li>- Exemplos de deseño de circuítos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores e FPGAs para control industrial.</li> </ul>			
------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código				
B3	CG3 Coñecemento en materias básicas e tecnolóxicas que os capacite para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, e os dote de versatilidade para adaptarse a novas situacións.			
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade, razoamento crítico e capacidade para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas no campo da enxeñaría industrial no campo de Electrónica Industrial e Automática.			
C21	CE21 Coñecemento dos fundamentos e aplicacións da electrónica dixital e microprocesadores.			
C24	CE24 Capacidade para deseñar sistemas electrónicos analóxicos, dixitais e de potencia.			
D2	CT2 Resolución de problemas.			
D9	CT9 Aplicar coñecementos.			
D14	CT14 Creatividade.			
D17	CT17 Traballo en equipo.			

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Dominar os recursos especializados dun microcontrolador para tarefas de control de procesos	B3 B4	C21 C24	D2 D9 D14 D17
Adquirir habilidades para o modelado e síntese de circuítos electrónicos dixitais con linguaxes de descrición de hardware (HDL).	B4	C21 C24	D2 D9 D14
Dominar as técnicas de implementación de sistemas dixitais complexos con circuítos reconfigurables	B4	C21 C24	D2 D9 D14 D17
Dominar y saber usar las metodoloxías y ferramentas para a simulación, depuración e verificación do funcionamento de circuítos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores o dispositivos reconfigurables.Nova	B4	C21 C24	D2 D9 D14

## Contidos

Tema	
TEMA 1: Introducción á programación de microcontroladores en linguaxe C	Conceptos básicos da linguaxe C: tipos de datos, operadores, funcións, estruturas de control de fluxo. Programación do PIC18F47Q10-Microchip con XC8.
TEMA 2: Entrada/Saída serie en microcontroladores	Introdución á conexión serie entre procesadores. Comunicación síncrona. Exemplos SPI e I2C. Comunicación asíncrona. Estrutura básica dun periférico para a entrada/saída serie. Estudo de periféricos para a E/S serie no PIC18F47Q10 (USART e SSP). Exemplos de aplicación asíncrona e síncrona.
TEMA 3: Unidade de captura e comparación en microcontroladores	Variables temporais. Xeración e medida. Estrutura básica dun periférico de captura e comparación. Modulación de anchura de impulso (PWM). Estudo de Periféricos CCP do PIC18F47Q10. Exemplos de aplicación e programación.
TEMA 4: Modos de funcionamento especiais	Consumo en procesadores dixitais. Modos de baixo consumo. Estudo do PIC18F47Q10. Exemplos de aplicación e programación. Estratexias de vixilancia por tempo (watch-dog). Estudo de solución no PIC18F47Q10. Exemplos de aplicación e programación.
TEMA 5: Organización de memoria dun microcontrolador	Xerarquía de memoria en procesadores dixitais. Memoria cache: estrutura básica, alternativas, exemplos de funcionamento. Ampliación de memoria dun microcontrolador. Acceso directo a memoria (DMA).
TEMA 6: Circuítos aritméticos	Formatos numéricos: enteiros con e sen signo, coma fixa, coma flotante. Precisión. Multiplicación e división enteiras: algoritmos e bloques funcionais. Optimización das prestacións. Operacións en coma flotante.
TEMA 7: Deseño de periféricos específicos	Acoplamento de periféricos a microcontroladores. Temporizador / contador: estrutura e aplicacións. Serializador/Deserializador
TEMA 8: Exemplos de deseño de sistemas electrónicos dixitais de instrumentación e control industrial	Casos prácticos
Práctica 1. Comunicación serie co microcontrolador. Conexión dun Display a través do bus I2C.	Tarefa 1: Estudo da unidade de conexión serie MSSP do PIC18F47Q10. Tarefa 2: Programación dunha subrutina que envíe datos a través do bus I2C. Tarefa 3: Conexión serie I2c dun display alfanumérico ao uC PIC. Estudo dos comandos de control do display. Tarefa 4: Monitorización do bus I2C co Analizador Lóxico (AL) para estudar como é unha trama. Tarefa 5: Facer un programa que escriba unha mensaxe de benvida "OLA MUNDO" no display.
Práctica 2: Control de entrada e saída de usuario por medio dun teclado e un display.	Tarefa 1: Estudo da conexión dun teclado matricial ao uC a través do porto paralelo B. Tarefa 2: Deseñar e realizar un algoritmo de exploración do teclado e un decodificador das teclas pulsadas. Utilizar os LEDs do entorno de proba para mostrar os códigos das teclas pulsadas. Tarefa 3: Facer un programa para o PIC que escriba no display as teclas que se pulsan no teclado. Pódese reservar unha delas para realizar algunha acción de control, por exemplo, para borrar o display, cambiar de liña, etc.

Práctica 3: Regulación de velocidade en Bucle Aberto (BA) dun motor de cc cun control PWM	<p>Tarefa 1: Estudo da unidade CCP de captura e comparación do microcontrolador en modo PWM.</p> <p>Tarefa 2: Programación dunha subrutina de inicialización da unidade CCP.</p> <p>Tarefa 3: Control do Motor en Bucle Aberto (BA). Utilizar o convertedor AD do uC para converter o sinal analóxico do potenciómetro da placa do entorno de proba. Esta será o sinal de consigna de velocidade, que é, á súa vez, a entrada ao PWM.</p> <p>Tarefa 4: Conectar a saída do PWM a un amplificador de corrente L293 antes de conectalo ao motor. Visualizar o sinal PWM de saída do uC no Osciloscopio e medir o seu valor medio Vdc.</p>
Práctica 4: Medida de velocidade dun motor de cc mediante un sensor que xera pulsos de frecuencia variable (Encoder Incremental)	<p>Tarefa 1: Estudo da medida da velocidade do motor por medio dun sinal de impulsos que proporciona un sensor optoelectrónico de barreira.</p> <p>Tarefa 2: Programar unha subrutina que realice unha conversión F/V usando os temporizadores do microcontrolador para converter a frecuencia dos impulsos a un valor binario. Visualizar a medida de velocidade nos díodos LEDs</p>
Práctica 5: Regulación de velocidade en Bucle Pechado (BP) dun motor de cc cun control PI	<p>Tarefa 1: Programar un regulador en bucle pechado do tipo PI para controlar a velocidade de xiro do motor. Débense reutilizar as subrutinas desenvolvidas nas tarefas anteriores.</p> <p>Tarefa 2: Conectar o display para visualizar consigna, a velocidade, o erro e o sinal de saída do regulador (a entrada do actuador).</p> <p>Tarefa 3: Introducir consigna de velocidade a través do teclado matricial.</p>
Práctica 6. Deseño e realización dunha unidade de acoplamento serie SPI para un convertedor A/D.	<p>Tarefa 1: Estudo dun módulo de control da comunicación serie e do formato de datos.</p> <p>Tarefa 2: Deseño e realización dun módulo de control SPI para conexión a un convertedor A/D.</p> <p>Tarefa 3: Captura dunha entrada analóxica cun circuíto convertedor A/D con interfaz serie SPI. Visualización do dato de entrada nos displays de 7 segmentos.</p> <p>Tarefa 4: Utilización do Analizador Lóxico para monitorizar o porto SPI</p>
Práctica 7. Deseño e realización dunha unidade de acoplamento serie para un convertedor D/A.	<p>Tarefa 1: Deseño e realización dun módulo de control SPI para conexión a un convertedor D/A.</p> <p>Tarefa 2: Xeración dun sinal analóxico a partir dun dato dixital establecido cos interruptores externos conectados á FPGA.</p> <p>Tarefa 3: Utilización do Analizador Lóxico para monitorizar o porto SPI.</p>
Práctica 8. Deseño e modelado dunha memoria nun circuíto FPGA para implantar unha táboa de procura.	<p>Tarefa 1: Implantación dunha táboa de procura cos datos dun sinal a reconstruír.</p> <p>Tarefa 2: Xeración dun sinal analóxico utilizando a táboa de procura e o convertedor D/A con o seu correspondente módulo SPI.</p> <p>Tarefa 3: Monitorización do sinal xerado co osciloscopio dixital.</p>
Práctica 9. Implementación dun sistema de procesado en tempo real.	<p>Tarefa 1: Con os recursos hardware obtidos nas anteriores prácticas realizar un bypass con un sinal analóxico de entrada (muestreo, retención, e reconstrucción) e visualizar no osciloscopio a dita entrada e a saída analóxica.</p> <p>Tarefa 2: Implementación dun filtro dixital de promediado con entrada e saída analóxicas para intercalar no circuíto da tarefa anterior: entrada analóxica - filtro dixital - saída analóxica.</p>

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	30	46.05	76.05
Prácticas de laboratorio	18	40.95	58.95
Exame de preguntas de desenvolvemento	3	12	15

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

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos aspectos relevantes dos contidos de Teoría. Para unha mellor comprensión destes contidos e unha participación activa na Sesión, o alumnado deberá realizar un traballo persoal previo sobre a bibliografía proposta. Desta forma, o alumnado estará en disposición de realizar preguntas, de pedir aclaracións ou de expor dúbidas, que poderán ser resoltas na Sesión ou en titorías personalizadas. Para unha mellor comprensión de determinados contidos, expóranse exemplos prácticos planificados para incrementar a participación do alumnado. O alumnado deberá realizar traballo persoal posterior para a asimilación dos conceptos e adquirir as competencias correspondentes a cada Sesión. Desenvolveranse nos horarios e aulas sinaladas pola Dirección do Centro.

**Prácticas de laboratorio** Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Están destinadas a que o alumnado adquira habilidades e destrezas relacionadas co deseño, simulación, depuración e proba de circuitos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores ou en FPGAs. Nestas sesións o alumnado usará instrumentación electrónica para a análise do comportamento dos circuitos electrónicos dixitais, ferramentas de deseño, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en dispositivos reconfigurables (FPGAs), e ferramentas de programación, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores. Para cada práctica existirá un enunciado no que se indicará o traballo persoal previo que o alumnado ten que facer e as tarefas que debe realizar na sesión de prácticas.

As prácticas agrúpanse en dous proxectos que se avalían de forma independente. Un deles ten como obxectivo deseñar, montar e probar un circuíto electrónico de control baseado en micrcontrolador. No outro, deseñase e probase un sistema electrónico de procesado de sinal baseado en FPGA.

As prácticas desenvólvense no laboratorio de Electrónica Dixital do Departamento de Tecnoloxía Electrónica, nos horarios sinalados pola dirección do centro. O alumnado organizarase en grupos, e levarase un control de asistencia.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O alumnado ten ocasión de acudir a titorías personalizadas nos despachos do profesorado da materia no horario establecido ao comezo do curso e que está publicado na páxina WEB da materia (Moovi). Nestas titorías o profesorado da materia resolve as dúbidas do alumnado sobre os contidos impartidos nas leccións maxistras e dá-lle orientación sobre como abordar o estudo.
Prácticas de laboratorio	O alumnado pode expoñer en titorías personalizadas co profesorado da materia as dificultades para levar a cabo os traballos previos recomendados para realizar as prácticas e recibirán indicacións para superalas

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	As prácticas de laboratorio avalíanse agrupadas en dous proxectos. A nota de cada un deles ten un peso na nota total da materia dun 25%. Para poder aprobar cada proxecto e necesario alcanzar unha nota mínima do 40% da nota máxima posible en cada proxecto. Para valorar cada proxecto tense en conta o traballo previo para a preparación de cada sesión de prácticas e o contido do documento resultados da práctica. A nota total de prácticas calcúlase coa media aritmética das notas dos proxectos. Para aprobar as prácticas e necesario obter como mínimo o 50% da nota máxima posible	50	B4 C21 D2 C24 D9 D14 D17
Exame de preguntas de desenvolvemento	Con este tipo de proba avalíanse os resultados da aprendizaxe correspondente o deseño de sistemas electrónicos baseados en microcontroladores e FPGAs. Realízanse dúas probas deste tipo no horario da materia, nas datas establecidas o inicio do curso. Unha das probas e o rematar as leccións maxistras dedicadas os temas do 1 o 6 e a outra o rematar os temas 7 e 8. Cada proba ten un peso do 25% na nota final da materia. Para aprobar e necesario obter un mínimo do 50% da nota máxima en cada proba. Para el alumnado que no supere as dúas probas, existe unha segunda oportunidade o remate do cuadrimestre na data e hora marcadas pola Dirección da Escola.	50	B3 C21 D2 B4 C24 D9 D14

### Outros comentarios sobre a Avaliación

A nota final da materia obterase como media ponderada das notas das probas de avaliación. Para aprobar a materia e necesario obter un mínimo do 50% da nota máxima. Para poder facer a media e necesario obter un mínimo do 40% da nota máxima en cada parte. Se non alcanzase o limiar mínimo (40%) nalgunha das partes, a nota final da materia será de suspenso e o valor numérico calcularase multiplicando por 0,71 a nota obtida ca media ponderada.

(aclaración sobre o coeficiente: obtense de dividir 4,99 (máxima nota do suspenso) entre 9,39 (máxima nota da media ponderada que se pode obter suspendendo a materia (prácticas=10; exame=3,9 nota=  $10 \cdot (5/10) + 3,9 \cdot (5/10) = 6,9$ )).

Na segunda convocatoria non será necesario presentarse as partes aprobadas. Neste caso considéranse dúas partes da materia: Teoría e Prácticas.

A avaliación dos alumnos que teñan que presentarse a segunda convocatoria do curso académico realizarase:

- Co exame final: Esta proba é de tipo preguntas de desenvolvemento. Avaliarase o coñecemento dos conceptos teóricos e a capacidade de resolver problemas.

- Co exame de prácticas. Este exame consistirá na realización dunha das tarefas especificadas no conxunto de enunciados de prácticas realizadas durante o curso.

A nota final obterase cos mesmos criterios especificados para o cálculo da nota da primeira convocatoria.

O alumnado de avaliación non continua será avaliado por medio dun exame final de coñecementos teóricos e resolución de problemas e un exame de Prácticas. O peso e os criterios de avaliación son os mesmos que na avaliación continua.

Compromiso ético: Esperase que o alumnado presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparatos electrónicos non autorizados, e outros), considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a avaliación global no presente curso académico será de suspenso (0.0)

---

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

#### **Bibliografía Básica**

John F. Wakerly, **Digital Design: Principles and Practices**, 4,

Fernando E. Valdes Pérez, Ramón Pallás Areny, **Microcontroladores. Fundamentos y aplicaciones con PIC**, 1,

#### **Bibliografía Complementaria**

Microchip, **PIC18F27/47Q10 datasheets**,

---

### **Recomendacións**

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

Fundamentos de electrónica/V12G330V01402

Electrónica dixital e microcontroladores/V12G330V01601

Instrumentación electrónica I/V12G330V01503

#### **Outros comentarios**

Para matricularse nesta materia é necesario superar ou ben estar matriculado de todas as materias dos cursos inferiores ao curso en que está situada esta materia.