



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas electrónicos digitales

Asignatura	Sistemas electrónicos digitales			
Código	V12G330V01923			
Titulación	Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Seleccione OP	Curso 4	Cuatrimestre 1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Fariña Rodríguez, José			
Profesorado	Fariña Rodríguez, José Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	jfarina@uvigo.es			
Web				

Descripción general	<p>Se trata de una asignatura terminal, continuación de la asignatura de Electrónica Digital y Microcontroladores. Tiene por objetivo que el alumnado complete las competencias y habilidades necesarias para el diseño, análisis, simulación, depuración, prueba y mantenimiento de circuitos electrónicos digitales basados en dispositivos reconfigurables (FPGAs) y en microcontroladores. La asignatura se centra en los siguientes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Periféricos de comunicación serie y su adaptación a los niveles eléctricos de los protocolos normalizados. - Periféricos de captura y comparación para el tratamiento y generación de señales digitales con información temporal (Salidas de alta velocidad, Modulación de Anchura de Impulso, Medida de frecuencia, periodo o desfase, etc). - Modos de funcionamiento de bajo consumo. - Formatos numéricos y operadores matemáticos. - Descripción y utilización de lenguajes de descripción de hardware (HDL) como herramienta para la especificación de circuitos digitales. - Ejemplos de diseño de circuitos electrónicos digitales basados en microcontroladores y FPGAs para control industrial. 			
---------------------	--	--	--	--

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
B3	CG3 Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.			
B4	CG4 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito de la Ingeniería Industrial en el campo de Electrónica Industrial y Automática.			
C21	CE21 Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.			
C24	CE24 Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.			
D2	CT2 Resolución de problemas.			
D9	CT9 Aplicar conocimientos.			
D14	CT14 Creatividad.			
D17	CT17 Trabajo en equipo.			

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Dominar los recursos especializados de un microcontrolador para tareas de control de procesos	B3 B4	C21 C24	D2 D9 D14 D17
Adquirir habilidades para el modelado y síntesis de circuitos electrónicos digitales con lenguajes de descripción de hardware (HDL).	B4	C21 C24	D2 D9 D14
Dominar las técnicas de implementación de sistemas digitales complejos con circuitos reconfigurables	B4	C21 C24	D2 D9 D14 D17
Dominar y saber usar las metodologías y herramientas para la simulación, depuración y verificación del funcionamiento de circuitos electrónicos digitales basados en microcontroladores o dispositivos reconfigurables.	B4	C21 C24	D2 D9 D14

Contenidos

Tema	
TEMA 1: Introducción a la programación de microcontroladores en lenguaje C	Conceptos básicos del lenguaje C: tipos de datos, operadores, funciones, estructuras de control de flujo. Programación del PIC18F47Q10-Microchip con XC8.
TEMA 2: Entrada/Salida serie en microcontroladores	Introducción a la conexión serie entre procesadores. Comunicación síncrona. Ejemplos SPI y I2C. Comunicación asíncrona. Estructura básica de un periférico para la entrada/salida serie. Estudio de periféricos para la E/S serie en el PIC18F47Q10 (USART y SSP). Ejemplos de aplicación asíncrona y síncrona.
TEMA 3: Unidad de captura y comparación en microcontroladores	Variables temporales. Generación y medida. Estructura básica de un periférico de captura y comparación. Modulación de anchura de impulso (PWM). Estudio de periféricos CCP de un PIC18F47Q10. Ejemplos de aplicación y programación.
TEMA 4: Modos de funcionamiento especiales.	Consumo en procesadores digitales. Modos de bajo consumo. Modos de bajo consumo en el PIC18F47Q10. Ejemplos de aplicación y programación. Estrategias de vigilancia por tiempo (watch-dog). Estudio de la solución en el PIC18F47Q10. Ejemplos de aplicación y programación.
TEMA 5: Organización de memoria en un microcontrolador	Jerarquía de memoria en procesadores digitales. Memoria cache: estructura básica, alternativas, ejemplos de funcionamiento. Ampliación de memoria de un microcontrolador. Acceso directo a memoria (DMA).
TEMA 6: Circuitos aritméticos	Formatos numéricos: enteros con y sin signo, coma fija, coma flotante. Precisión. Multiplicación y división enteras: algoritmos y bloques funcionales. Optimización de las prestaciones. Operaciones en coma flotante.
TEMA 7: Diseño de periféricos específicos	Acoplamiento de periféricos a microcontroladores. Temporizador / contador: estructura y aplicaciones. Serializador/Deserializador
TEMA 8: Ejemplos de diseño de sistemas electrónicos digitales de instrumentación y control industrial	Casos prácticos
Práctica 1. Comunicación serie con el microcontrolador. Conexión de un Display a través del bus I2C.	Tarea 1: Estudio de la unidad de acoplamiento serie MSSP del PIC18F47Q10. Tarea 2: Programación de una subrutina que envíe datos a través del bus I2C. Tarea 3: Conexión serie I2C de un display alfanumérico al uC PIC. Estudio de los comandos de control del display. Tarea 4: Monitorización del bus I2C con el Analizador Lógico (AL) para estudiar cómo es una trama. Tarea 5: Hacer un programa que escriba un mensaje de bienvenida "HOLA MUNDO" en el display.
Práctica 2: Control de entrada y salida de usuario por medio de un teclado y un display.	Tarea 1: Estudio de la conexión de un teclado matricial al uC a través del puerto paralelo B. Tarea 2: Diseñar e implementar un algoritmo de exploración del teclado y un decodificador de las teclas pulsadas. Utilizar los LEDs del entorno de prueba para mostrar los códigos de las teclas pulsadas. Tarea 3: Hacer un programa para el PIC que escriba en el display las teclas que se pulsan en el teclado. Se puede reservar una de ellas para realizar alguna acción de control, por ejemplo, para borrar el display, cambiar de línea, etc.

Práctica 3: Regulación de velocidad en Bucle Abierto (BA) de un motor de cc con un control PWM	<p>Tarea 1: Estudio de la unidad CCP de captura y comparación del microcontrolador en modo PWM.</p> <p>Tarea 2: Programación de una subrutina de inicialización de la unidad CCP.</p> <p>Tarea 3: Control del Motor en Bucle Abierto (BA). Utilizar el convertidor AD del uC para convertir la señal analógica del potenciómetro del entorno de prueba. Esta será la señal de consigna de velocidad, que es, a su vez, la entrada al PWM.</p> <p>Tarea 4: Conectar la salida del PWM a un amplificador de corriente L293 antes de conectarlo al motor. Visualizar la señal PWM de salida del uC en el Osciloscopio y medir su valor medio Vdc.</p>
Práctica 4: Medida de velocidad de un motor de cc mediante un sensor que genera impulsos de frecuencia variable (Encoder incremental)	<p>Tarea 1: Estudio de la medida de la velocidad del motor por medio de una señal de impulsos que proporciona un sensor optoelectrónico de barrera.</p> <p>Tarea 2: Programar una subrutina que implemente una conversión F/V usando los temporizadores del microcontrolador para convertir la frecuencia de los impulsos a un valor binario. Visualizar la medida de velocidad en los diodos LEDs.</p>
Práctica 5: Regulación de velocidad en Bucle Cerrado (BC) de un motor de cc con un control PI	<p>Tarea 1: Programar un regulador en bucle cerrado del tipo PI para controlar la velocidad de giro del motor. Se deben reutilizar las subrutinas desarrolladas en las tareas anteriores.</p> <p>Tarea 2: Conectar el display para visualizar la consigna, la velocidad, el error y la señal de salida del regulador (la entrada del actuador).</p> <p>Tarea 3: Introducir la consigna de velocidad a través del teclado matricial.</p>
Práctica 6. Diseño e implementación de una unidad de acoplamiento serie SPI para un convertidor A/D.	<p>Tarea 1: Estudio de un módulo de control de la comunicación serie y del formato de datos.</p> <p>Tarea 2: Diseño e implementación de un módulo de control SPI para conexión a un convertidor A/D.</p> <p>Tarea 3: Captura de una entrada analógica con un circuito convertidor A/D con interfaz serie SPI. Visualización del dato de entrada en los display de 7 segmentos.</p> <p>Tarea 4: Utilización del AL para monitorizar el puerto SPI.</p>
Práctica 7. Diseño e implementación de una unidad de acoplamiento serie para un convertidor D/A.	<p>Tarea 1: Diseño e implementación de un módulo de control SPI para conexión a un convertidor D/A.</p> <p>Tarea 2: Generación de una señal analógica a partir de un dato digital establecido con los interruptores externos conectados a la FPGA.</p> <p>Tarea 3: Utilización del AL para monitorizar el puerto SPI.</p>
Práctica 8. Diseño y modelado de una memoria en un circuito FPGA para implementar una tabla de búsqueda.	<p>Tarea 1: Implementación de una tabla de búsqueda con los datos de una señal a reconstruir.</p> <p>Tarea 2: Generación de una señal analógica utilizando la tabla de búsqueda y el convertidor D/A con su correspondiente módulo SPI.</p> <p>Tarea 3: Monitorización de la señal generada con el osciloscopio digital.</p>
Práctica 9. Implementación de un sistema de procesado en tiempo real.	<p>Tarea 1: Con los recursos hardware realizados en las anteriores prácticas obtener un bypass con una señal analógica de entrada (muestreo, retención y reconstrucción) y visualizar en el osciloscopio dicha entrada y la salida analógica.</p> <p>Tarea 2: Implementación de un filtro digital de promediado con entrada y salida analógica para intercalar en el circuito de la tarea anterior: entrada analógica - filtro digital - salida analógica.</p>

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	30	46.05	76.05
Prácticas de laboratorio	18	40.95	58.95
Examen de preguntas de desarrollo	3	12	15

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los aspectos relevantes de los contenidos etiquetados con el epígrafe de Teoría. Para una mejor comprensión de los contenidos y una participación activa en la Sesión, el alumnado deberá realizar un trabajo personal previo sobre la bibliografía propuesta. De esta forma, el alumnado estará en disposición de realizar preguntas, de pedir aclaraciones o de exponer dudas, que podrán ser resueltas en la Sesión o en tutorías personalizadas. Para una mejor comprensión de determinados contenidos, se expondrán ejemplos prácticos planificados para incrementar la participación del alumnado. El alumnado deberá realizar trabajo personal posterior para la asimilación de los conceptos y adquirir las competencias correspondientes a cada Sesión. Se desarrollarán en los horarios y aulas señalados por la Dirección del Centro.

Prácticas de laboratorio Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. Están destinadas a que el alumnado adquiera habilidades y destrezas relacionadas con el diseño, simulación, depuración, prueba de circuitos electrónicos digitales basados en microcontroladores o en FPGAs. En estas sesiones el alumnado usa instrumentación electrónica para el análisis del comportamiento de los circuitos electrónicos digitales, herramientas de diseño, simulación y depuración de circuitos electrónicos digitales basados en dispositivos reconfigurables (FPGAs), y herramientas de programación, simulación y depuración de circuitos electrónicos digitales basados en microcontroladores.

Para cada práctica existe un enunciado en el que se indica el trabajo personal previo que el alumnado debe realizar y las tareas que debe realizar en la sesión de prácticas.

Las prácticas se agrupan en dos proyectos que se evalúan de forma independiente. Uno de ellos tiene como objetivo diseñar, montar y probar un circuito electrónico de control basado en microcontrolador. En el otro, se diseña y se prueba un sistema electrónico de procesamiento de señal basado en FPGA.

Las prácticas se desarrollan en el laboratorio de Electrónica Digital del Departamento de Tecnología Electrónica, en los horarios señalados por la Dirección del Centro. El alumnado se organiza en grupos. Se lleva un control de asistencia.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El alumnado tiene ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura (Moovi). En dichas tutorías el profesorado de la asignatura resolverá las dudas surgidas al alumnado sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y les orientarán sobre como abordar su estudio.
Prácticas de laboratorio	El alumnado podrá plantear en tutorías personalizadas con el profesorado de la asignatura las dificultades para llevar a cabo los trabajos previos recomendados para realizar las prácticas y recibirán indicaciones para superarlas

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Prácticas de laboratorio	Las prácticas de laboratorio se evalúan agrupadas en dos proyectos. La nota de cada uno de ellos tendrá un peso en la nota total de la asignatura de un 25%. Para poder aprobar cada proyecto es necesario alcanzar una nota mínima del 40% de la nota máxima posible en cada proyecto. Para valorar cada proyecto se tendrá en cuenta el trabajo previo para la preparación de cada sesión de prácticas y el contenido del documento resultados de la práctica. La nota total de prácticas se calcula con la media aritmética de la nota de los proyectos. Para aprobar las prácticas es necesario obtener como mínimo el 50% de la nota máxima posible.	50	B4 C21 D2 C24 D9 D14 D17
Examen de preguntas de desarrollo	Con este tipo de prueba se evalúan resultados del aprendizaje correspondiente al diseño de sistemas electrónicos basados en microcontroladores y FPGAs. Se realizan dos pruebas de este tipo en el horario de la asignatura, en las fechas establecidas al inicio del curso. Una de las pruebas es al finalizar las lecciones magistrales dedicadas los temas del 1 al 6 y la otra al finalizar los temas 7 y 8. Cada prueba tiene un peso del 25% en la nota final de la asignatura. Para aprobar es necesario obtener un mínimo del 50% de la nota máxima en cada prueba. Para el alumnado que no supere las dos pruebas, existe una segunda oportunidad al final del cuatrimestre en la fecha y hora marcadas por la Dirección de la Escuela.	50	B3 C21 D2 B4 C24 D9 D14

Otros comentarios sobre la Evaluación

La nota final de la asignatura se obtendrá como media ponderada de las pruebas de evaluación. Para aprobar la asignatura es necesario obtener un mínimo del 50% de la nota máxima. Para poder hacer la media es necesario obtener un mínimo del 40% de la nota máxima en cada parte. Si no se alcanza el umbral mínimo (40%) en alguna de las partes, la nota final de la asignatura será de suspenso y el valor numérico se calcula multiplicando por 0,71 la nota obtenida con la media ponderada.

(aclaración sobre el coeficiente: se obtiene de dividir 4,99 (máxima nota del suspenso) entre 6,9 (máxima nota de la media ponderada que se puede obtener suspendiendo la asignatura (prácticas=10; examen=3,9 nota= $10 \cdot (5/10) + 3,9 \cdot (5/10) = 6,9$)).

En la segunda convocatoria no será necesario presentarse a las partes aprobadas. En este caso se consideran dos partes de la asignatura: Teoría y Prácticas.

La evaluación de los alumnos que tengan que presentarse a la segunda convocatoria del curso académico se realizará:

- Con examen final: esta prueba está formada por preguntas de desarrollo. Se evalúa el conocimiento de los conceptos teóricos y la capacidad de resolver problemas.

- Con examen de prácticas. Este examen consistirá en la realización de una de las tareas especificadas en el conjunto de enunciados de prácticas realizadas durante el curso.

La nota final se obtendrá con los mismos criterios especificados para el cálculo de la nota de la primera convocatoria.

El alumnado de evaluación no continua será calificado por medio de un examen final de conocimientos teóricos y resolución de problemas y un examen de Prácticas. El peso y los criterios de evaluación son los mismos que en evaluación continua.

Compromiso ético: Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, y otros), se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

Fuentes 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**,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de electrónica/V12G330V01402

Electrónica digital y microcontroladores/V12G330V01601

Instrumentación electrónica I/V12G330V01503

Otros comentarios

Para matricularse en esta materia es necesario haber superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos inferiores al curso en que está ubicada esta materia.
