



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Laboratorio de sistemas digitales programables

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |            |                    |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------------|
| Asignatura          | Laboratorio de sistemas digitales programables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |            |                    |
| Código              | V12G330V01915                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |            |                    |
| Titulación          | Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |            |                    |
| Descriptores        | Creditos ECTS<br>6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Seleccione<br>OP | Curso<br>4 | Cuatrimestre<br>2c |
| Lengua Impartición  | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |            |                    |
| Departamento        | Tecnología electrónica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |            |                    |
| Coordinador/a       | Fariña Rodríguez, José<br>Costas Pérez, Lucía                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |            |                    |
| Profesorado         | Costas Pérez, Lucía<br>Fariña Rodríguez, José<br>Rodríguez Andina, Juan José                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |            |                    |
| Correo-e            | lcostas@uvigo.es<br>jfarina@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |            |                    |
| Web                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |            |                    |
| Descripción general | <p>Se trata de una asignatura terminal, continuación de la asignatura de [Electrónica Digital y Microcontroladores]. El objetivo de la asignatura es completar las competencias y habilidades del alumnado necesarias para el diseño, análisis, simulación, depuración, prueba y mantenimiento de circuitos electrónicos digitales basados en dispositivos reconfigurables (FPGAs) y en microcontroladores y destinados al control de procesos industriales. La asignatura se centra en los siguientes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Periféricos de comunicación serie y su adaptación a los niveles eléctricos de los protocolos normalizados.</li> <li>- 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).</li> <li>- Formatos numéricos y operadores matemáticos.</li> <li>- Descripción y utilización de lenguajes de descripción de hardware (HDL) como herramienta para la especificación de circuitos digitales.</li> <li>- Estrategias para la implementación de algoritmos de control digital con microcontroladores y dispositivos reconfigurables.</li> <li>- Hardware para control en tiempo real de procesos industriales.</li> </ul> |                  |            |                    |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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.                                                                                                                                                                                                                                              |
| D3     | CT3 Comunicación oral y escrita de conocimientos en lengua propia.                                                                                                                                                                                                        |
| D9     | CT9 Aplicar conocimientos.                                                                                                                                                                                                                                                |
| D14    | CT14 Creatividad.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| D17    | CT17 Trabajo en equipo.                                                                                                                                                                                                                                                   |

## Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                                  | Resultados de Formación y Aprendizaje |            |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------------------------|
| Dominar los recursos y herramientas de especificación y diseño de sistemas de control basados en microcontroladores                 | B3<br>B4                              | C21<br>C24 | D2<br>D3<br>D9<br>D14<br>D17 |
| Adquirir habilidades para el modelado y síntesis de circuitos electrónicos digitales con lenguajes de descripción de hardware (HDL) | B4                                    | C21<br>C24 | D2<br>D9<br>D14              |
| Dominar las técnicas de implementación de algoritmos de control procesos en circuitos reconfigurables                               | B4                                    | C21<br>C24 | D2<br>D3<br>D9<br>D14<br>D17 |

## Contenidos

| Tema                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEMA 1: Unidad de captura y comparación en microcontroladores                                                 | Variables temporales. Generación y medida. Estructura básica de un periférico de captura y comparación. Entrada salida de alta velocidad. Modulación de anchura de impulso (PWM). Periférico CCP del PIC18F45K20. Ejemplos de aplicación y programación.                                                                              |
| TEMA 2: Entrada/Salida serie en microcontroladores                                                            | Introducción a la conexión serie entre procesadores. Comunicación síncrona. Comunicación asíncrona. Conexión punto a punto (RS232). Bus Serie (I2C). Estructura básica de un periférico para la entrada/salida serie. Periféricos del PIC18F45k20 para la E/S serie (USART y SSP). Ejemplos de aplicación asíncrona y síncrona (SPI). |
| TEMA 3: Organización de memoria                                                                               | Jerarquía de memoria en procesadores digitales. Memoria cache: organizaciones, estructura básica, ejemplos de funcionamiento. Ampliación de memoria de un microcontrolador. Acceso directo a memoria (DMA)                                                                                                                            |
| TEMA 4: Modos de funcionamiento de bajo consumo en microcontroladores                                         | Consumo en procesadores digitales. Modos de bajo consumo. Modos de bajo consumo en el PIC18F45K20. Ejemplos de aplicación y programación                                                                                                                                                                                              |
| TEMA 5: 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 6: Diseño de periféricos específicos                                                                     | Acoplamiento de periféricos a microcontroladores. Temporizador / contador: estructura y aplicaciones. Serializador.                                                                                                                                                                                                                   |
| TEMA 7: Ejemplos de diseño de sistemas electrónicos digitales de instrumentación y control industrial         | Casos prácticos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Práctica 1. Regulación de velocidad en Bucle Abierto (BA) de un motor de cc con un control PWM                | Se estudia el funcionamiento del periférico CCP en modo PWM del PIC18F45K20 y su aplicación práctica para la generación de una regulación en BA de un motor de cc                                                                                                                                                                     |
| Práctica 2: Medida de velocidad de un motor de cc mediante un sensor que genera pulsos de frecuencia variable | A partir de la señal de impulsos que genera un sensor optoelectrónico de barrera implementar un circuito de medida de la velocidad de giro de un eje.                                                                                                                                                                                 |
| Práctica 3: Regulación de velocidad en Bucle Cerrado (BC) de un motor de cc con un control PI                 | Usando los elementos y programas de las prácticas anteriores diseñar e implementar un sistema de control de velocidad de giro de un motor de corriente continua con un regulador en bucle cerrado del tipo PI.                                                                                                                        |
| Práctica 4. Diseño e implementación de una unidad de acoplamiento serie SPI para un convertidor A/D.          | Diseño e implementación de un módulo de control SPI para conexión a un convertidor A/D                                                                                                                                                                                                                                                |
| Práctica 5. Diseño e implementación de una unidad de acoplamiento serie para un convertidor D/A.              | Diseñar e implementar un módulo de control SPI para conexión a un convertidor D/A que permita generar un valor de tensión a partir de la combinación digital establecida con interruptores.                                                                                                                                           |
| Práctica 6. Implementación de un sistema de procesado en tiempo real.                                         | Implementación de un filtro digital para una señal analógica. Se tomará una señal del convertidor A/D a través del canal SPI y el resultado se sacará por el convertidor D/A                                                                                                                                                          |

## Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Sesión magistral                          | 31             | 48.05                | 79.05         |
| Prácticas de laboratorio                  | 18             | 40.95                | 58.95         |
| Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | 2              | 10                   | 12            |

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

| <b>Metodologías</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sesión 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 llevará a cabo un control de asistencia. 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 usará 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 existirá un enunciado en el que se indicará el trabajo personal previo que el alumnado debe realizar, las tareas que debe realizar en la sesión de prácticas y los aspectos relevantes para la evaluación de la práctica. Se desarrollarán en los laboratorios de Electrónica Digital del Departamento de Tecnología Electrónica, en los horarios señalados por la dirección del centro. El alumnado se organizará en grupos. Se llevará a cabo un control de asistencia. |

| <b>Atención personalizada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sesión magistral              | Los estudiantes tendrán 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. En dichas tutorías los profesores de la asignatura resolverán las dudas surgidas a los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y les orientarán sobre como abordar su estudio. Además, el estudiantado podrá plantear las dificultades para llevar a cabo los trabajos previos recomendados para realizar las prácticas y los profesores les indicarán como superarlas |
| Prácticas de laboratorio      | Los estudiantes tendrán 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. En dichas tutorías los profesores de la asignatura resolverán las dudas surgidas a los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y les orientarán sobre como abordar su estudio. Además, el estudiantado podrá plantear las dificultades para llevar a cabo los trabajos previos recomendados para realizar las prácticas y los profesores les indicarán como superarlas |

| <b>Evaluación</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                                         |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje   |
| Prácticas de laboratorio                  | Para obtener la nota de prácticas se realizará la media aritmética de las siguientes valoraciones:<br>1.- Se tendrá en cuenta la asistencia y el aprovechamiento de las tareas realizadas en las sesiones de prácticas. También se tendrá en cuenta el trabajo previo para la preparación de las prácticas y el trabajo posterior de obtención de resultados y conclusiones.<br>2.- Se realizará una o varias pruebas presenciales escritas a lo largo de las sesiones prácticas en las que se plasmen los conceptos aprendidos.<br>Para aprobar las prácticas será necesario obtener como mínimo el 50% de la nota total. | 50           | B4 C21 D2<br>C24 D3<br>D9<br>D14<br>D17 |
| Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | Por medio de este tipo de pruebas se evaluarán resultados del aprendizaje correspondiente a los conceptos teóricos transmitidos en las sesiones magistrales. Se realizará una única prueba escrita al final del cuatrimestre. Para aprobar dicha prueba será necesario obtener como mínimo el 50% de la nota total.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 50           | B3 C21 D2<br>B4 C24 D3<br>D9<br>D14     |

---

### Otros comentarios sobre la Evaluación

---

La nota final de la asignatura se obtendrá como media aritmética de la nota de teoría y de prácticas. 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 calculará multiplicando por 0,71, la nota obtenida con la media aritmética (aclaración sobre el coeficiente: Este coeficiente se obtiene de dividir 4,99 (máxima nota del suspenso) entre 6,99 (máxima nota de la media aritmética que se puede obtener suspendiendo la asignatura  $(10+3,99)/2$ )

En la segunda convocatoria no será necesario presentarse a las partes aprobadas.

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

- Con examen final: Prueba de respuesta larga, de desarrollo. Se evaluarán los conceptos teóricos y capacidad de resolver problemas.

- Con examen de prácticas. Este examen consistirá en la realización de una tarea de las 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 estudiantado 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 alumno 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

---

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

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

---

---

### 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.

---