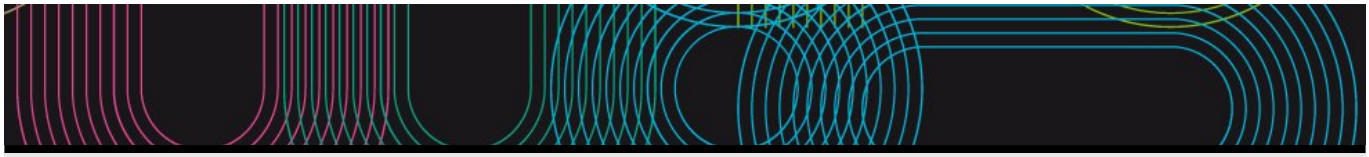

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados				
Asignatura	Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados			
Código	V05M145V01203			
Titulacion	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Valdés Peña, María Dolores			
Profesorado	Moure Rodríguez, María José Valdés Peña, María Dolores			
Correo-e	mvaldes@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura tiene como objetivo que el alumno sea capaz a diseñar sistemas digitales complejos o de alta frecuencia de funcionamiento. Para ello se estudian, en primer lugar, las características eléctricas de consumo, velocidad y cargabilidad de los circuitos integrados digitales y las tecnologías de memorias semiconductoras. Posteriormente, se estudian los sistemas de acoplamiento con periféricos externos y se profundiza en los métodos de diseño de sistemas secuenciales síncronos. Finalmente, la asignatura se centra en el diseño de sistemas de comunicaciones digitales implementados en circuitos programables de alta densidad de integración. Además, a lo largo de toda la materia, se hace énfasis en la descripción VHDL de sistemas digitales de alta complejidad.			

Competencias	
Código	
A4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
B8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
C10	CE10 Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.
C11	CE11 Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
C12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
C14	CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

Resultados de aprendizaje	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer las diferentes tecnologías de fabricación de circuitos integrados.	C10
Saber analizar y diseñar circuitos electrónicos digitales avanzados.	B4 C12
Conocer las diferentes tecnologías de entrada/salida de los circuitos digitales.	C14

Saber diseñar circuitos de interfaz de entrada/salida.	C10 C12 C14
Conocer las metodologías de diseño de circuitos digitales complejos.	A5 B8 C12
Saber diseñar componentes de comunicaciones basados en dispositivos lógicos programables.	A4 B8 C11 C12
Saber diseñar mediante lenguajes de descripción hardware sistemas electrónicos digitales complejos.	C11

Contenidos	
Tema	
Introducción a los circuitos integrados digitales	Tecnología CMOS: tecnologías NMOS and PMOS, puertas CMOS, fabricación CMOS. Metodologías de diseño HW : a medida, semimedida, basada en celdas, basada en matrices, dispositivos lógicos programables (FPGAs). Metodologías de diseño SW: niveles de abstracción, métodos de diseño, flujo de diseño, IPs.
VHDL avanzado	Descripción VHDL de sistemas digitales complejos: variables, arrays, records, generics, generate, funcion, procedure. Codificación VHDL de Máquinas de Estado Finitas. Síntesis avanzada: inferencia, primitivas, IPs.
Circuitos integrados CMOS	Métricas de diseño: voltajes, ruido, fan-in, fan-out, retardo, potencia. Características del consumo de potencia en FPGAs. Entrada/salida: niveles estandar, encapsulado. Características temporales: set-up, hold, metaestabilidad, skew, jitter, distribución de reloj.
Diseño secuencial	Sincronizadores: entradas asíncronas, PLLs, DLLs. Recursos de reloj en FPGAs. Métodos de diseño secuencial: Diseño de máquinas de estado finitas Moore y Mealy.
Memorias semiconductoras	Arquitectura de las memorias semiconductoras: RAM, CAM, ROM, EEPROM, FLASH. Interfaz con memorias: interfaz con RAM, DRAM, EEPROM, FLASH. Memoria en FPGAs: distribuida, bloques, memoria externa, IPs de memoria.
Aritmética en FPGAs	Representaciones numéricas. Overflow. Técnicas para mitigar los problemas de overflow. Precisión vs. coste hardware. Operaciones aritméticas. Implementaciones hardware de bajo coste. Consideraciones aritméticas de diseño para la codificación HDL.
Síntesis de frecuencia para aplicaciones de comunicaciones	Síntesis de frecuencia mediante osciladores controlados numéricamente (NCOs). Arquitectura de un NCO. Parámetros de diseño. Caracterización del rango dinámico libre de espurios (SFDR). Técnicas de diseño. Implementación de NCOs mediante FPGAs.
Técnicas de "retiming" y "pipeline"	Gráficos de flujo de señal (SFGs). Análisis del camino crítico de sistema digitales. Análisis de la latencia de entrada-salida. Técnicas de retiming para reducir los retardos de propagación en sistemas digitales: pipelining y time scaling. Aplicación de las técnicas de retiming al diseño de filtros digitales. Coste hardware. Aplicación de los conceptos a la implementación de filtros digitales mediante FPGAs.

Implementaciones serie vs. paralelo	Técnicas de diseño: totalmente serie, totalmente paralelo, serie-paralelo. Coste hardware y comportamiento temporal. Aplicación de los conceptos a la implementación de filtros digitales mediante FPGAs.
Diseño y verificación en hardware (Hardware-in-the-loop)	Descripción, simulación y verificación de circuitos sintetizables en FPGAs utilizando Matlab/Simulink. Aplicación al diseño de circuitos de adquisición de datos y de procesado de señal. Herramientas de verificación en hardware (Hardware-in-the-loop).
Prácticas de laboratorio	Herramientas avanzadas para el diseño y verificación de circuitos digitales complejos. Diseño e implementación de interfaces con ADC/DAC, interfaces con sensores, módulos de procesado de señales, bloques de comunicaciones e interfaces con memorias.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	22	15	37
Prácticas de laboratorio	10	15	25
Aprendizaje basado en proyectos	5	10	15
Examen de preguntas objetivas	1	10	11
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	10	10
Práctica de laboratorio	0	5	5
Proyecto	0	18	18
Presentación	2	2	4

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	El profesor expone los contenidos teóricos de la materia favoreciendo la discusión crítica y la participación del estudiante. Como tarea previa, la documentación de cada sesión estará disponible vía FaiTIC y se espera que el estudiante asista a clase habiéndola leído previamente. En las sesiones magistrales se trabajan las competencias CB5, CE10, CE11, CE12 y CE14.
Prácticas de laboratorio	En las sesiones de laboratorio el estudiante aplica los métodos de diseño descritos en las sesiones magistrales. Todas las sesiones son guiadas y supervisadas por el profesor. En las sesiones de laboratorio se trabajan las competencias CG4, CE10, CE11, CE12 y CE14.
Aprendizaje basado en proyectos	Esta actividad se centra en aplicar las técnicas descritas en las sesiones de teoría y habilidades desarrolladas en el laboratorio a la realización de un proyecto. Los estudiantes deben llegar a soluciones bien fundamentadas, escogiendo los métodos de diseño más adecuados. Estos proyectos se planifican y tutorizan en grupos de tamaño reducido. Mediante los proyectos se trabajan las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE10, CE11, CE12 y CE14.

Atención personalizada

Metodologías	**Descripción**
Lección magistral	Los estudiantes tienen la oportunidad de resolver sus dudas en sesiones de atención personalizada. La cita con el profesor correspondiente debe ser solicitada y confirmada por correo electrónico, preferiblemente en el horario publicado en la web del centro.
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tienen la oportunidad de resolver sus dudas en sesiones de atención personalizada. La cita con el profesor correspondiente debe ser solicitada y confirmada por correo electrónico, preferiblemente en el horario publicado en la web del centro.
Aprendizaje basado en proyectos	Se planificarán reuniones con cada grupo de alumnos para el seguimiento de los proyectos.
Pruebas	**Descripción**

Resolución de problemas y/o ejercicios	Los estudiantes tienen la oportunidad de resolver sus dudas en sesiones de atención personalizada. La cita con el profesor correspondiente debe ser solicitada y confirmada por correo electrónico, preferiblemente en el horario publicado en la web del centro.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas objetivas	Se realizará una prueba de problemas cortos y/o de preguntas de desarrollo al finalizar el cuatrimestre. Esta prueba evalúa todos los contenidos impartidos en las clases teóricas.	20			C10 C11 C12 C14
Resolución de problemas y/o ejercicios	Los alumnos resolverán un conjunto de problemas y/o ejercicios de diseño de sistemas. Representa el 10% de la calificación final.	10			C10 C11 C12 C14
Práctica de laboratorio	Estas pruebas se realizan durante las sesiones de prácticas de laboratorio. El alumno debe completar, al menos, 4 de las 5 sesiones. La realización práctica de los circuitos indicados en el guion y los informes entregados después de cada sesión representan el 30% de la calificación final.	30		B4 B8	C10 C11 C12 C14
Proyecto	Los estudiantes realizarán un proyecto en grupo de 4 o más alumnos, preferiblemente, en el que desarrollarán las habilidades adquiridas durante las sesiones magistrales y las prácticas de laboratorio. Este proyecto representa el 35% de la nota final de la asignatura.	35	A5	B4 B8	C10 C11 C12 C14
Presentación	Al finalizar el cuatrimestre los estudiantes deben presentar de forma oral y escrita los resultados del proyecto realizado. Esta actividad representa el 5% de la nota final.	5	A4		

Otros comentarios sobre la Evaluación

La materia puede ser superada con la nota máxima mediante evaluación continua o evaluación única. Ambos métodos de evaluación son excluyentes. Los estudiantes que asistan a más de 2 sesiones de laboratorio se consideran que optan por la evaluación continua.

1. Evaluación continua

Los alumnos que opten por la modalidad de evaluación continua tendrán dos oportunidades de evaluación, la primera oportunidad al finalizar el cuatrimestre y la segunda al finalizar el curso (Junio-Julio).

La evaluación de primera oportunidad consta de un conjunto de pruebas que se realizarán a lo largo del cuatrimestre. Las fechas de todas las pruebas se publicarán al inicio del cuatrimestre. El peso y el contenido de las pruebas es el siguiente:

1.1 Examen de preguntas objetivas y/o examen de preguntas de desarrollo (NExam):

- Esta prueba cubre todos los contenidos impartidos en las sesiones de teoría. Consta de problemas y/o preguntas cortas o preguntas de múltiples respuestas.
- Tendrá una duración de 1 hora y se realizará en horas tipo A.
- El estudiante supera esta parte si obtiene una nota NExam mayor o igual a 4 sobre 10.

1.2 Resolución de problemas y/o ejercicios (NExerc):

- Consiste en un conjunto de problemas y/o ejercicios de diseño que se indican en las sesiones de teoría y que los alumnos deben entregar en determinadas fechas previamente estipuladas.
- Estas actividades el alumno las realiza en horas de trabajo autónomo.
- El estudiante supera esta parte si obtiene una nota NExerc mayor o igual a 4 sobre 10.

1.3 Prácticas de laboratorio (NPrac):

- El estudiante debe implementar de forma correcta los circuitos descritos en los guiones de las prácticas y entregar un informe de resultados correspondiente a cada práctica. La calificación de cada práctica depende de estos resultados.
- Puede ser realizado de forma individual o por grupos de 2 estudiantes. En este último caso,si ambos asisten a la práctica, la calificación es la misma para los 2 estudiantes.

1.4 Proyecto (NPro):

- Debe ser realizado por grupos colaborativos de 3 o más estudiantes, preferiblemente.
- El 70% de la nota final del proyecto (NPro) se obtiene a partir de la tarea individual asignada a cada estudiante y el 30% de las tareas del grupo.
- Como parte de la tarea individual se incluye un trabajo teórico que se asignará a cada estudiante en las primeras semanas del cuatrimestre. Este trabajo consiste en un estudio previo de las tareas a realizar en el proyecto. Este trabajo previo representa el 5% de la calificación final del proyecto.
- En caso de detección de plagio o abandono de algún miembro de un equipo de trabajo, su calificación será suspenso (0) y no computará en la calificación del resto del grupo.
- El estudiante supera esta parte si obtiene una nota NPro mayor o igual a 4 sobre 10.

1.5 Presentación del proyecto (PPro):

- Cada alumno debe presentar los resultados del proyecto de forma oral y/o escrita. Estas actividades representan el 5% de la nota final de la asignatura.

1.6 Calificación final (Final_ac):

La calificación final de la evaluación continua se obtiene de la siguiente forma:

Final_ac = (NExam*0.2 + NExerc*0.1 + NPrac*0.3 + NPro*0.35 + PPro*0.05) si NExam, NExerc, y NPro son mayores o iguales a 4;

Final_ac = min [(NExam*0.2 + NExerc*0.1 + NPrac*0.3 + NPro*0.35 + PPro*0.05), 4] en otro caso;

Los estudiantes que no superen una o más de las pruebas de la evaluación continua en la primera oportunidad pueden recuperar las siguientes partes en la segunda oportunidad:

- Puede completar y defender de nuevo su proyecto y esta nota reemplaza a las anteriores (NPro y PPro).
- Puede realizar el examen teórico y esta nota reemplaza a la anterior (NExam).
- Puede realizar los problemas y/o ejercicios de diseño y esta nota reemplaza a la anterior (NExerc).

2. Evaluación única

Al igual que la evaluación continua, los alumnos que opten por evaluación única tendrán dos oportunidades de evaluación, primera y segunda oportunidad. En ambos casos constará de las siguientes pruebas:

- Un examen en el que se evalúan todos los contenidos teóricos de la asignatura. Consiste en varios problemas cortos y/o preguntas de desarrollo y dura 2 horas. Para superar el examen es necesario obtener un 4 sobre 10. Esta prueba representa el 40% de la nota final (NExam).
- Un examen práctico de diseño de sistemas con un grado de complejidad similar al de las prácticas de laboratorio realizadas en la asignatura. La duración del examen será de 2 horas. El peso de esta evaluación representa el 20% de la nota final (Nprac).
- Un proyecto individual con los mismos objetivos y complejidad que el proyecto realizado en la evaluación continua. Este proyecto representa el 40% de la nota final (NPro) y es necesario obtener una nota mayor que 4 sobre 10 para superar la asignatura.

La nota final (Final_au) se obtiene de la siguiente manera:

Final_au = (NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4) si NExam y NPro son mayores o iguales a 4;

Final_au = min [(NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4), 4] en otro caso.

3. Otros comentarios

- El estudiante podrá redactar sus informes, trabajos, exámenes o presentaciones en castellano, gallego o inglés.
- Las notas obtenidas en la evaluación continua o única solo son válidas para el curso académico actual.
- No se permite el uso de libros, notas o dispositivos electrónicos como teléfonos u ordenadores en ningún examen. Los teléfonos móviles deben apagarse y estar fuera del alcance del alumno.
- En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas la calificación final de la asignatura será

de suspenso (0) y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Weste N., Harris D., **CMOS VLSI Design. A circuits and systems perspective**, 4, 2011

Roth C.H., John L.K., **Digital systems design using VHDL**, 3, 2008

Sharma A.K., **Semiconductor memories : technology, testing, and reliability**, 1997

Kurinec S.K., Iniewski K., **Nanoscale Semiconductor Memories: Technology and Applications (Devices, Circuits, and Systems)**, 2013

Kleitz W., **Digital Electronics: A Practical Approach with VHDL**, 9, 2011

Comer D.J., **Digital logic and state machine design**, 3, 1995

Wakerly J.F., **Digital Design. Principles and Practices**, 4, 2007

Moure M.J., Valdés M.D:, **Apuntes y prácticas de SEDA**, 2017

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Circuitos Mixtos Analógicos y Digitales/V05M145V01213
Codiseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados/V05M145V01214

Plan de Contingencias

Descripción

En casos de docencia no presencial o parcialmente presencial, todas las actividades docentes se realizarán mediante la herramienta Campus Remoto junto con el apoyo de la plataforma FaiTic y del correo electrónico. Además, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

* Docencia de grupo A:

Los contenidos teóricos de la asignatura se impartirán en modo remoto utilizando la plataforma "Campus Remoto".

* Docencia de grupos B:

Las prácticas de laboratorio que no puedan ser realizadas en los laboratorios especializados de la Universidad se sustituirán por alguna o varias de las siguientes alternativas:
- Prácticas demostrativas en las que los estudiantes deben asistir y participar de forma remota.
- Prácticas de simulación que los estudiantes deben realizar y entregar informes de resultados.
- Prácticas realizadas con circuitos electrónicos que los estudiantes pueden montar en sus casas y entregar un informe de resultados.

El proyecto puede ser sustituido también por un trabajo teórico y/o práctico relacionado con los contenidos de la asignatura. En este caso, podrá ser individual o en grupos de 2 alumnos en función de sus características y/o extensión de acuerdo con las indicaciones que el profesorado comunicará con suficiente antelación.

* Evaluación en el caso en que deba realizarse online:

Se mantendrán los mismos criterios de evaluación que en modo presencial.