



DATOS IDENTIFICATIVOS

Diseño de sistemas integrados

Asignatura	Diseño de sistemas integrados			
Código	V05G301V01404			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	4	1c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería telemática			
Coordinador/a	Gil Castiñeira, Felipe José			
Profesorado	Gil Castiñeira, Felipe José Rodríguez Hernández, Pedro Salvador			
Correo-e	xil@gti.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	<p>Los sistemas integrados o empotrados (embedded systems) forman parte de casi todas las actividades de nuestro día a día que involucran el uso de un dispositivo electrónico (el despertador, el móvil, el coche...). En este curso se presentan los conceptos principales que están detrás de un sistema integrado moderno que cuenta con un sistema operativo, y se llevan a la práctica a través de una serie de ejercicios y proyectos. La documentación de esta asignatura estará en inglés.</p> <p>Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.</p>			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
B9	CG9 Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
C87	(CE87/OP30) Capacidad para comprender las exigencias específicas que suscitan los sistemas integrados con fuertes restricciones de tiempo real.
C88	(CE88/OP31) Capacidad para formular y resolver los problemas que suscita el diseño y desarrollo de sistemas integrados.
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.
D3	CT3 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.
D4	CT4 Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

Resultados previstos en la materia

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

Conocer la base tecnológica sobre la que se apoyan las investigaciones más recientes en el estudio y diseño de sistemas integrados	B3	C87	
Comprender los aspectos básicos de las especiales exigencias que plantean los sistemas integrados con fuertes restricciones de tiempo real	B3 B4 B9	C87	D3
Adoptar una visión general del problema de la programación en entornos que tienen restricciones de tiempo real, y conocer las herramientas adecuadas para tratarlos, de manera que pueda afrontar los sistemas empotrados con un enfoque a nivel de sistema	B3 B4 B9	C88	D2 D4
Entender los elementos básicos de la prevención y la tolerancia de fallos	B3	C88	D4
Dominar los conceptos relativos a la organización del software de este tipo de sistemas	B3 B4 B9	C88	D4
Manejar con soltura las técnicas de planificación de los procesos y del uso de recursos en sistemas integrados	B3 B4	C88	
Estar familiarizado con el uso de las plataformas de abstracción para el desarrollo de sistemas integrados	B4 B9	C88	

Contenidos

Tema	
Concepto de sistema integrado	Definición de sistema integrado Sistemas de tiempo real Caracterización
Sistemas operativos para sistemas integrados	Sistemas operativos con restricciones de tiempo real Multitarea: hilos y procesos Sincronización
Arquitecturas de sistemas integrados	Arquitecturas de microprocesadores. Periféricos. Buses.
Planificación de procesos	Ejecutivos cíclicos Planificación gobernada por prioridades: DMS, EDF Sincronización de acceso
Fiabilidad y tolerancia a fallos	Prevención y tolerancia a fallos Redundancia estática y dinámica Seguridad, fiabilidad y confiabilidad
Sistemas integrados distribuidos	Mecanismos de comunicación Bus de campo.
Plataformas de abstracción para el desarrollo de sistemas integrados	Android Linux (como plataforma)
Comunicación con sensores y actuadores.	Hardware de E/S Atención a la concurrencia La interfaz analógico/digital

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Presentación	1	5	6
Prácticas de laboratorio	14	0	14
Seminario	6	10	16
Aprendizaje basado en proyectos	0	53	53
Lección magistral	20	40	60
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1

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

Metodologías

	Descripción
Presentación	Presentación por parte del alumnado de los resultados de los proyectos desarrollados. Con esta metodología se trabajan las competencias CT2, CT4, CG4, CG9, CE87 y CE88.

Prácticas de laboratorio Realización por parte del alumnado de prácticas guiadas y supervisadas.
Con esta metodología se trabajan las competencias CT2, CT3, CG3, CG4, CE87 y CE88

Se utiliza el siguiente software:

- Sistema Linux con terminal y entorno de compilación para C.
- Navegador web.
- Entorno de virtualización VirtualBox y VMware.
- Se proporcionarán máquinas virtuales con un entorno de compilación cruzada ARM y QtCreator.
- Android Studio con NDK.
- PSoC Creator

Seminario	Reuniones del profesorado con el alumnado para el seguimiento del estado y para la planificación del avance del proyecto desarrollado. Con esta metodología se trabajan las competencias CT2, CT4, CG4, CG9, CE87 y CE88.
Aprendizaje basado en proyectos	Se utiliza enseñanza basada en proyectos de aprendizaje: el estudiantado lleva a cabo a realización de un proyecto a lo largo del cuatrimestre para resolver un problema complejo mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. Con esta metodología se trabajan las competencias CT2, CG3, CT4, CG3, CG4, CG9, CE87 y CE88
Lección magistral	Exposición, por parte del profesorado, de los principales contenidos teóricos relacionados con los sistemas integrados con restricciones de tiempo real. Con esta metodología se trabajan las competencias CT3, CG3, CE87 y CE88.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesorado de la materia proporcionará atención individual y personalizada al alumnado durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán durante la propia sesión magistral, o durante el horario establecido para las tutorías/horario acordado (http://moovi.uvigo.gal).
Prácticas de laboratorio	El profesorado de la materia proporcionará atención individual y personalizada al alumnado durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Así mismo, el profesorado orientará y guiará al alumnado durante la realización de las tareas que tienen asignadas en las prácticas de laboratorio. Las dudas se atenderán durante las propias prácticas, o durante el horario establecido para las tutorías/horario acordado (http://moovi.uvigo.gal).
Seminario	Además de la atención en grupo, el profesorado de la materia proporcionará atención individual y personalizada al alumnado durante las sesiones de tutoría en grupo, o durante el horario establecido para las tutorías/horario acordado (http://moovi.uvigo.gal).
Aprendizaje basado en proyectos	El profesorado de la materia proporcionará atención individual y personalizada al alumnado durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Así mismo, el profesorado orientará y guiará al alumnado durante la realización del proyecto. Las dudas se atenderán durante las sesiones de tutoría en grupo, o durante el horario establecido para las tutorías/horario acordado (http://moovi.uvigo.gal).

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Presentación	Tras la realización del proyecto, el alumnado hará una presentación pública del diseño, desarrollo y resultados del mismo. Cada persona del grupo deberá indicar las tareas que haya realizado para completar el proyecto, y contestar satisfactoriamente a las preguntas que se le formulen.	5	B4 C87 B9
Prácticas de laboratorio	El alumnado entregará las cinco prácticas y cumplimentarán cuestionarios individuales donde demuestren la correcta realización y comprensión de las prácticas. Es necesario superar las prácticas en su conjunto para aprobar la asignatura.	10	B3 C87 B4 C88
Seminario	Durante la realización del proyecto de cada grupo, se realizará un seguimiento continuo del diseño y de la evolución de la implementación. Los componentes del grupo deberán guardar y mostrar evidencias de su trabajo individual dentro del grupo. Periódicamente, presentarán el estado y los resultados de sus proyectos, así como las labores planificadas. Si los resultados no son satisfactorios, se podrá aplicar una penalización de hasta el 20% de la nota.	5	B4 C87 B9 C88

Aprendizaje basado en proyectos	El alumnado se dividirá en grupos para la realización del diseño, implementación y prueba de un sistema integrado. El resultado será evaluado después de su entrega valorando aspectos como la corrección, la calidad, las prestaciones y las funcionalidades. Asimismo, durante la realización del proyecto se realizará un seguimiento continuo del diseño y de la evolución de la implementación. Si los resultados intermedios no son satisfactorios, se podrá aplicar una penalización de hasta el 20% de la nota. El seguimiento será en grupo e individual: cada uno de los miembros del grupo debe documentar las tareas desarrolladas dentro de su equipo y responder sobre ellas.	40	B3 B4 B9	C87 C88	D2 D3 D4
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se realizará una prueba para evaluar la comprensión de los contenidos presentados en las sesiones magistrales.	40	B3	C87 C88	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar el curso es preciso completar las distintas partes en las que se divide la asignatura (sesión magistral, prácticas en aula y proyectos). La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes (es decir, no se puede tener un cero en alguna de las partes para poder superar la materia). Siendo "x" la nota de las sesiones magistrales, "y" la de las prácticas en aulas y "z" la de los proyectos (proyecto, presentación y seminario), la nota final será:

$$\text{nota} = x^{0.4} * y^{0.1} * z^{0.5}$$

Durante el primer mes, los y las estudiantes deberán indicar explícitamente y por escrito su deseo de cursar la materia siguiendo la evaluación global. En otro caso se considerará que siguen la evaluación continua. Aquellos que sigan la evaluación continua no se podrán considerar "no presentados" una vez se realice la entrega del primer cuestionario o tarea.

El alumnado que opte por la evaluación global deberá superar las pruebas de respuesta corta (40%), presentar un proyecto (50%) y presentar las prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán evaluadas tal y como se indica en el apartado de descripción de las distintas pruebas. La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes. Además, deberá presentar adicionalmente un dossier donde se incluyan todos los detalles sobre la realización de las distintas tareas, muy especialmente los proyectos. Durante el primer mes del curso, el profesorado les notificará a los y las estudiantes que opten por la evaluación global, si deben realizar el trabajo de forma individual.

El alumnado que opte por la evaluación continua deberá entregar las memorias de las prácticas en los plazos establecidos al principio del cuatrimestre.

Si bien el proyecto se realizará en grupo, se llevará a cabo un seguimiento continuo de la actividad realizada por cada persona dentro del grupo. En caso de que el rendimiento de un alumno o alumna no sea acorde al de sus compañeros de grupo, se considerará su expulsión del mismo o podrá ser calificado de forma individual.

Podrán existir hitos intermedios para la realización del proyecto. La planificación de estos hitos intermedios se establecerá al principio del cuatrimestre.

Oportunidad extraordinaria para aprobar el curso

La evaluación extraordinaria solo podrá ser realizada por el alumnado que no haya superado la oportunidad ordinaria (al finalizar el cuatrimestre).

Para superar el curso será necesario superar las distintas partes en las que se divide la asignatura: las pruebas de respuesta corta (40%), presentar un proyecto (50%) y presentar las prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán evaluadas tal y como se indica en el apartado de descripción de las distintas pruebas. La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes. Será necesario, además, presentar un *dossier* donde se incluyan todos los detalles sobre la realización de las distintas tareas, muy especialmente el trabajo tutelado.

Aquellos y aquellas estudiantes que siguieran la evaluación continua pueden optar por mantener las notas de las partes que tuvieran superadas en la primera oportunidad o descartarlas.

Convocatoria de "fin de carrera"

Para superar el curso será necesario superar las distintas partes en las que se divide la asignatura: las pruebas de respuesta corta (40%), presentar un proyecto (50%) y presentar las prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán evaluadas tal y como se indica en el apartado de descripción de las distintas pruebas. La nota final será el resultado de aplicar la media geométrica ponderada de la nota de cada una de las partes. Será necesario, además, presentar un *dossier* donde se incluyan todos los detalles sobre la realización de las distintas tareas, muy especialmente el trabajo tutelado.

Otros comentarios

Las puntuaciones obtenidas solo son válidas para el curso académico en vigor.

Aunque el trabajo tutelado se desarrollará (en la medida de lo posible) en grupos, cada persona debe guardar evidencias de su trabajo individual dentro del grupo. En el caso en el que el rendimiento de un alumno o alumna no sea acorde al de sus compañeros de grupo, se considerará su expulsión del mismo y/o podrá ser evaluado de forma completamente individual en esta parte.

El uso de cualquiera material durante la realización de los exámenes tendrá que ser autorizado explícitamente por el profesorado.

La evaluación se realizará en alguno de los idiomas oficiales de Galicia. Si algún alumno desea ser evaluado en inglés, lo deberá notificar por escrito a los profesores con 15 días de antelación.

En caso de detección de plagio o de comportamiento no ético en alguno de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación de la materia será de "suspense (0)" y el profesorado comunicará el asunto a las autoridades académicas para que tomen las medidas oportunas.

En la realización de las actividades académicas de esta materia se permite el uso de inteligencia artificial generativa (IAG). Su utilización debe ser ética, crítica y responsable. En caso de emplear IAG, es crucial evaluar de manera crítica cualquier resultado proporcionado y verificar con cuidado cualquier cita o referencia generada. Además, se recomienda declarar el uso de las herramientas utilizadas.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

A. Burns & A. Wellings, **Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación**, 3, ADDISON-WESLEY, 2003

E.A. Lee, S.A. Seshia, **Introduction to Embedded Systems**, 2, MIT PRESS, 2017

Bibliografía Complementaria

P. Marwedel, **Embedded System Design**, 4, Springer, 2021

P. Barry, P. Crowley, **Modern Embedded Computing**, 1, Morgan Kaufmann, 2012

S. Barrett, J. Kridner, **Bad to the Bone: Crafting Electronics Systems with Beaglebone and BeagleBone Black**, 1627051376, 2, New Publisher, 2021

Lawrence J. Henschen, Julia C. Lee, **Embedded System Design**, 9780443184710, 1, Elsevier, 2023

Elecia White, **Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software**, 1098151542, 2, O'Reilly Media, 2024

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Programación concurrente y distribuida/V05G301V01306

Sistemas operativos/V05G301V01303