



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000065 - Ingeniería De Sistemas Electronicos

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingeniería De Tecnologías Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000065 - Ingeniería de Sistemas Electronicos
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Octavo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Patricia Arroba Garcia	C-201.B	p.arroba@upm.es	Sin horario.
Jose Manuel Moya Fernandez (Coordinador/a)	B-104.1B	jm.moya@upm.es	M - 13:00 - 15:00 J - 09:00 - 10:00 J - 13:00 - 16:00 Preferente: J 9:00-10:00.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Arquitectura De Procesadores
- Sistemas Digitales I
- Sistemas Digitales Ii
- Programacion

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Electrónica digital básica
- Lenguaje de programación C
- Programación en entorno Linux

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-SE3 - Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes

CE-SE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

4.2. Resultados del aprendizaje

RA70 - Conocimientos de dispositivos, circuitos, equipos y sistemas electrónicos.

RA337 - Conocimiento sobre modelos de computación, y sobre sistemas continuos, discretos e híbridos: máquinas de estados extendidas y otros modelos de computación concurrentes (SR, dataflow)

RA333 - Conocimiento de lo que es un sistema empotrado o un sistema ciber-físico, sus características y su proceso de diseño.

RA335 - Conocimiento de los modelos de computación y las herramientas de desarrollo de software empotrado. Capacidad de diseño y análisis de programas, optimizando el tamaño, el consumo o el rendimiento. Capacidad para diseñar la validación y prueba de sistemas empotrados.

RA336 - Conocimiento de sistemas concurrentes y de tiempo real y de sistemas operativos multi-tarea. Capacidad para diseñar la planificación de sistemas empotrados de tiempo real.

RA338 - Conocimiento sobre análisis empleando lógica temporal o análisis cuantitativo para la verificación de propiedades formales. Capacidad de analizar el tiempo de ejecución.

RA77 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La **Internet de las Cosas (IoT)**, las **Smart Cities**, los **sistemas de asistencia a la conducción** para evitar accidentes, los sistemas de telemedicina y seguimiento automático de enfermos crónicos o poblaciones de riesgo, y un gran número de aplicaciones que cambiarán nuestras vidas en un futuro muy cercano **dependen de sistemas empotrados que sean seguros y fiables**.

En los últimos dos años hemos sufrido un gran número de ataques en Internet que han causado serias interrupciones de servicio y grandes pérdidas para muchas empresas, y fundamentalmente han explotado las debilidades de sistemas electrónicos conectados con escasos recursos, como cámaras IP, bombillas WiFi, routers WiFi, etc.

Si de verdad queremos explotar el potencial de las tecnologías mencionadas, **tenemos que construir dispositivos electrónicos que funcionen correctamente, incluso en el caso peor**. Este es el objetivo de esta asignatura: desarrollar buenas prácticas de diseño e implementación de sistemas empotrados que permitan afrontar los cambios que se avecinan con confianza.

--	--	--	--	--	--

1	2	3	4	5	6
Especificación	Modelado	Verificación	Implementación	Verificación	Análisis
¿Cuál es el problema?	¿Cómo se resuelve el problema?	¿El modelo cumple la especificación?	Convertir el software (modelo refinado) en <code>fsm.h / fsm.c</code>	¿El modelo refinado cumple la especificación?	¿Se cumplen los plazos en el caso peor?
LTL	FSM / xFSM	Spin (model checking)	Ejecutivo cíclico / FreeRTOS / Reactor	Spin (model checking)	Análisis del tiempo de respuesta

Al final del curso, el alumno:

- Utilizará de forma eficiente sistemas operativos de tiempo real, y será capaz de describir su funcionamiento interno.
- Será capaz de escribir programas en C bien estructurados, formalmente correctos y eficientes, teniendo en cuenta restricciones de tiempo real estricto.
- Será capaz de diseñar e implementar sistemas empotrados completos basados en microcontroladores, conectando otros componentes hardware.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas empotrados
 - 1.1. Aplicaciones
 - 1.2. Ejemplo de diseño completo
 - 1.3. Proceso de diseño
2. Modelado de comportamientos dinámicos
 - 2.1. Sistemas continuos
 - 2.2. Sistemas discretos
 - 2.3. Máquinas de estados finitos
 - 2.4. Modelos de computación concurrentes. Máquinas de estados concurrentes
3. Verificación formal de sistemas empotrados
 - 3.1. Especificación de propiedades con Linear Temporal Logic
 - 3.2. Model checking
 - 3.3. Equivalencia y refinamiento de modelos
4. Diseño de sistemas empotrados
 - 4.1. Ejecutivos cíclicos. Diseño y análisis
 - 4.2. Planificación con prioridades fijas y desalojo. Diseño y análisis
 - 4.3. Multitarea cooperativa y reactor. Diseño y análisis
 - 4.4. Ejemplos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	1. Introducción y conceptos básicos. Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
2	2. Modelado con máquinas de estados Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Ejercicios Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega en github del código de los ejercicios realizados durante la semana ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:00 Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
4	3. Verificación formal (1/2) Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	3. Verificación formal (2/2) Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
6	Ejercicios Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega en github del código de los ejercicios realizados durante la semana ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:00 Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
7	4. Ejecutivos cíclicos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

8	<p>Ejercicios Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega en github del ejercicio del ejecutivo ciclico (ejercicio 12) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
9	<p>4. Planificación con prioridades fijas y desalojo Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>4. Recursos compartidos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p>Ejercicios Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega en github del sistema basado en reactor (ejercicio 13) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
12	<p>4. Multitarea cooperativa y reactor Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p>Ejercicios Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega en github del sistema basado en reactor (ejercicio 14) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Test de conceptos básicos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
14				
15				<p>Examen final evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p>Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p> <p>Diseño de un sistema empotrado TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p>

				Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
16				
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2
3	Entrega en github del código de los ejercicios realizados durante la semana	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:00	%	/ 10	
3	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2
6	Entrega en github del código de los ejercicios realizados durante la semana	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:00	%	/ 10	
6	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2
8	Entrega en github del ejercicio del ejecutivo cíclico (ejercicio 12)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	CE-SE3 CG2
8	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2
11	Entrega en github del sistema basado en reactor (ejercicio 13)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	CE-SE3 CG2

11	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	
13	Entrega en github del sistema basado en reactor (ejercicio 14)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	/ 10	
13	Test de conceptos básicos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	/ 10	
15	Examen final evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	4 / 10	

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	5 / 10	CE-SE4 CG2 CE-SE3
15	Diseño de un sistema empotrado	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	20%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	5 / 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2
Diseño de un sistema empotrado	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	20%	/ 10	CE-SE3 CE-SE4 CG2

7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito, a través del formulario habilitado para tal efecto en el Moodle de la asignatura, antes del 1 de marzo.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

CONVOCATORIA ORDINARIA: MODALIDAD EVALUACIÓN CONTINUA: La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10. Dicha calificación es la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación (test semanal, entregas de ejercicios y reto por github y examen final teórico-práctico por escrito). Además, para poder aprobar en la modalidad de evaluación continua, es necesario obtener una nota mínima de 4 puntos (sobre 10) en el examen escrito que se realizará en la convocatoria oficial.

CONVOCATORIA ORDINARIA: EVALUACIÓN MEDIANTE UNA ÚNICA PRUEBA FINAL: el 80% de la calificación de los alumnos que presenten el escrito arriba referido se otorgará en función de una única prueba final a celebrar en la convocatoria oficial, en la que es necesario obtener una nota mínima de 5 puntos (sobre 10) para aprobar. Además, es necesario haber presentado por github, antes del día del examen, el código correspondiente al diseño de un sistema empotrado (se entregará una descripción del sistema a realizar al menos 48 horas antes del plazo de entrega), sobre las que se realizarán algunas preguntas de control en el momento de la entrega. Este trabajo supone un 20% de la nota final. La contestación incorrecta de las preguntas de control en el examen supone la anulación de la práctica.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: la evaluación de la asignatura en su convocatoria extraordinaria se

realizará de la misma forma que la modalidad de evaluación mediante una única prueba final, descrita anteriormente.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle de la asignatura	Recursos web	
Edward A. Lee y Sanjit A. Seshia. Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach. Second Edition. MIT Press, 2015. ISBN: 978-0-262-53381-2	Bibliografía	En esta asignatura sólo veremos en profundidad los capítulos 3, 5, 11, 12, 13, 14 y 15
A. Burns y A.J. Wellings. Real-time Systems and Programming Languages: Ada, Real-Time Java and C/Real-Time POSIX. Fourth Edition. International computer science series. Addison- Wesley, 2009. ISBN: 9780321417459	Bibliografía	Complementario, planificación de sistemas de tiempo real.