



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

SISTEMAS EMPOTRADOS AVANZADOS

MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA DE SISTEMAS
ELECTRONICOS

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93001027	1	4 ECTS	OPTATIVA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
INGENIERÍA ELECTRÓNICA					

COORDINADOR/A

JOSÉ MANUEL MOYA FERNÁNDEZ - jm.moya@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

—

OTRAS RECOMENDACIONES

—

RESULTADOS

RD-1393/2007

Resultados de aprendizaje

RA2	Capacidad para diseñar, implementar y probar sistemas electrónicos avanzados, analógicos o digitales, de acuerdo con unas especificaciones imperfectas de carácter multidisciplinar.
RA1	Conocimientos cualitativos y cuantitativos para la selección e interconexión de subsistemas en el diseño de sistemas electrónicos analógicos o digitales
RA20	Conocimientos avanzados de los aspectos relacionados con restricciones en los sistemas electrónicos
RA12	Conocimiento de los más recientes avances del estado del arte en circuitos y sistemas electrónicos
RA42	Conocimiento de las implicaciones del consumo y otras restricciones en sistemas empotrados
RA41	Capacidad de estudiar estrategias de seguridad en sistemas empotrados distribuidos.
RA19	Comprender las implicaciones del diseño conjunto con elementos hardware y software
RA43	Conocimiento de métodos de recogida de información mediante sensores inteligentes
RA14	Conocimientos cualitativos y cuantitativos del diseño de sistemas electrónicos
RA59	Arquitectura de un sistema utilizando multiples sistemas empotrados
RA10	Capacidad de comunicación fluida tanto a nivel escrito como oral.
RA18	Capacidad de analizar y diseñar sistemas electrónicos empotrados
RA39	Capacidad de analizar y diseñar sistemas empotrados distribuidos
RA36	Capacidad de analizar alternativas de diseño existentes.
RA9	Conocimientos de trabajo en equipo, iniciativa, liderazgo
RA40	Conocimiento de procedimientos de optimización

Competencias

- CB08** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
-
- CE04** Capacidad para diseñar un dispositivo, sistema, aplicación o servicio que cumpla unas especificaciones dadas, empleando un enfoque sistémico y multidisciplinar e integrando los módulos y herramientas avanzadas disponibles en el campo de la Ingeniería Electrónica.
-
- CB07** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
-
- CG08** Aplicar metodologías, procedimientos, herramientas y normas del estado del arte para la creación de nuevos componentes tecnológicos; construir nuevas hipótesis y modelos, evaluarlos y aplicarlos a la resolución de problemas.
-
- CE01** Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de las alternativas tecnológicas en el diseño o fabricación de sistemas electrónicos analógicos, digitales, centrales o distribuidos.
-
- CG09** Comunicar juicios, y conocimientos a audiencias especializadas y no especializadas, de una manera razonada, clara y sin ambigüedades.
-
- CE02** Capacidad para aplicar herramientas, técnicas y metodologías avanzadas de diseño de sistemas o subsistemas electrónicos
-

DESCRIPCIÓN

Los sistemas empotrados modernos están presentes en vehículos, dispositivos médicos, infraestructuras críticas, sistemas IoT, robots, satélites y centros de datos. Estos sistemas deben operar de forma fiable, segura, eficiente y, en muchos casos, coordinada con otros dispositivos distribuidos.

Esta asignatura proporciona una visión integral de las técnicas avanzadas utilizadas para diseñar, implementar, verificar y proteger sistemas empotrados modernos. El estudiante aprenderá a modelar formalmente sistemas reactivos y verificar propiedades críticas antes de su implementación, reduciendo errores de diseño y aumentando la fiabilidad del sistema.

Además, se abordarán técnicas avanzadas de concurrencia y tiempo real, incluyendo arquitecturas basadas en ejecutivos cíclicos, hilos de ejecución y multitarea cooperativa, junto con métodos de análisis que permiten garantizar el cumplimiento de restricciones temporales incluso en el peor caso.

La asignatura dedica una atención especial a la eficiencia energética, un aspecto fundamental en dispositivos alimentados por batería y sistemas IoT. Los estudiantes aprenderán a optimizar el consumo de procesador, memoria y comunicaciones inalámbricas mediante técnicas utilizadas actualmente en sistemas de ultra bajo consumo.

También se introducen los fundamentos de los sistemas distribuidos empotrados, estudiando mecanismos de sincronización temporal, tolerancia a fallos y algoritmos de consenso como Raft, que permiten construir sistemas capaces de continuar funcionando incluso ante fallos de algunos de sus componentes.

Finalmente, se analizarán las amenazas de seguridad física que afectan a los dispositivos empotrados modernos. Los estudiantes conocerán ataques reales basados en canales laterales (side-channel attacks) y estudiarán técnicas de análisis de consumo para comprender cómo pueden extraerse claves criptográficas y qué contramedidas permiten proteger los sistemas frente a este tipo de ataques.

La asignatura combina fundamentos teóricos sólidos con actividades prácticas basadas en herramientas y técnicas empleadas en entornos profesionales e industriales, permitiendo al estudiante adquirir competencias directamente aplicables al desarrollo de sistemas empotrados de nueva generación.

TEMARIO

1. Métodos formales en ingeniería de sistemas reactivos

- 1.1. Especificación de propiedades con Linear Temporal Logic
- 1.2. Patrones de especificación
- 1.3. Modelado con máquinas de estados finitos y redes de Petri
- 1.4. Model checking y verificación formal con TLA+
- 1.5. Equivalencia de modelos

2. Implementación y análisis de arquitecturas concurrentes para sistemas de tiempo real

- 2.1. Hipótesis síncrona y fases de ejecución
- 2.2. Implementación de máquinas de estados
- 2.3. Implementación de redes de Petri
- 2.4. Modelos de ejecución
- 2.5. Depuración y profiling de modelos
- 2.6. Análisis del tiempo de respuesta

3. Optimización de consumo

- 3.1. DVFS, power gating y clock gating

3.2. Planificación de bajo consumo con YDS

3.3. Optimización del consumo en la memoria

3.4. Optimización del consumo de la radio

3.5. Otras técnicas de bajo consumo

4. **Sistemas distribuidos, consenso y tolerancia a fallos**

4.1. Introducción a los sistemas distribuidos

4.2. Sincronización de relojes

4.3. Relojes lógicos

4.4. Consenso y Raft

4.5. Implementación de consenso con máquinas de estados

4.6. Implementación de sistemas tolerantes a fallos con Raft

5. **Seguridad de sistemas empotrados**

5.1. Ataques de canal lateral y contramedidas

5.2. Ataques diferenciales

5.3. Ataques de orden superior

5.4. Ataques de inyección de fallos

5.5. Técnicas de diseño seguro

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

	1. Métodos formales en ingeniería de sistemas reactivos			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																		
	Presencial	09h 00m	Aula (en horario)	Normal																		
	TEMAS T1																					
METODOLOGÍA Lección Magistral																						

	T1. Test de conceptos básicos métodos formales			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA													
	Presencial	00h 15m	Aula (en horario)	Progresiva	2%	0													
	TEMAS T1																		
METODOLOGÍA Prueba Telemática																			
RESULTADOS EVALUADOS CB07 CG08 CE01 CE02 RA18 RA36 RA2 CE04																			

	P1. Verificación Formal de un Sistema Crítico con TLA+			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	GRUPO																
	No presencial, sin docente	02h 00m	Normal																
	TEMAS T1																		
METODOLOGÍA Aprendizaje basado en proyectos																			

	P1. Evaluación de práctica 1 (Verificación Formal de un Sistema Crítico con TLA+)			SEMANAS											
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		EVALUACIÓN		PONDERACIÓN		NOTA MÍNIMA					
Presencial		00h 15m		Aula (en horario)		Progresiva		10%		0.1					
TEMAS															
T1															
METODOLOGÍA															
Prueba Telemática Proyecto en grupo															
RESULTADOS EVALUADOS															
CB07 CB08 CG08 CG09 CE01 CE02 CE04 RA36 RA18 RA9 RA10 RA14 RA20															

	2. Implementación y análisis de arquitecturas concurrentes para sistemas de tiempo real			SEMANAS											
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		GRUPO											
No presencial, sin docente		06h 00m		Normal											
TEMAS															
T2															
METODOLOGÍA															
Lección Magistral															

	T2. Test de conceptos básicos implementación de sistemas reactivos			SEMANAS											
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		EVALUACIÓN		PONDERACIÓN		NOTA MÍNIMA					
Presencial		00h 15m		Aula (en horario)		Progresiva		2%		0					
METODOLOGÍA															
Prueba Telemática															
RESULTADOS EVALUADOS															
CB07 CG08 CE01 CE02 RA18 RA36 RA40 RA14 RA19 RA20 RA1 CE04															

	P2. Implementación de un Sistema de Tiempo Real con RxNet			SEMANAS											
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		GRUPO											
No presencial, sin docente		02h 00m		Normal											
TEMAS															
T2															
METODOLOGÍA															
Aprendizaje basado en proyectos															



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



P2. Evaluación de práctica 2
(Implementación de un Sistema de Tiempo Real con RxNet)

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

00h 15m

Aula (en horario)

Progresiva

10%

0.1

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Prueba Telemática

Proyecto en grupo

RESULTADOS EVALUADOS

RA18

RA36

RA9

RA10

RA12

RA14

RA19

RA20

RA39

RA1

RA2

CG09

CG08

CE01

CE02

CE04

3. Optimización de consumo

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

GRUPO

Presencial

09h 00m

Aula (en horario)

Normal

TEMAS

T3

METODOLOGÍA

Lección Magistral

T3. Test de conceptos básicos
optimización de consumo

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

00h 15m

Aula (en horario)

Progresiva

2%

0.1

TEMAS

T3

METODOLOGÍA

Prueba Telemática

RESULTADOS EVALUADOS

CB07

CG08

CE01

CE02

RA18

RA36

RA40

RA42

RA14

RA19

RA20

	P3. Optimización energética para distintas aplicaciones de IoT			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	GRUPO																
	No presencial, sin docente	02h 00m	Normal																
	TEMAS T3																		
METODOLOGÍA Aprendizaje basado en proyectos																			

	P3. Evaluación de práctica 3 (Optimización energética para distintas aplicaciones de IoT)			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA													
	Presencial	00h 15m	Aula (en horario)	Progresiva	10%	0.1													
	TEMAS T3																		
METODOLOGÍA Prueba Telemática Proyecto en grupo																			
RESULTADOS EVALUADOS CB07 CB08 CG08 CG09 CE01 CE02 CE04 RA18 RA36 RA40 RA42 RA9 RA10 RA14 RA19 RA20																			

	4. Sistemas distribuidos, consenso y tolerancia a fallos			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
	Presencial	09h 00m	Aula (en horario)	Normal															
	TEMAS T4																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																			



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



T4. Test de conceptos básicos de sistemas distribuidos

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD: Presencial
DURACIÓN TOTAL: 00h 15m
LUGAR: Aula (en horario)
EVALUACIÓN: Progresiva
PONDERACIÓN: 2%
NOTA MÍNIMA: 0.1

TEMAS

T4

METODOLOGÍA

Prueba Telemática

RESULTADOS EVALUADOS

CB07 CG08 CE01 CE02 RA59 RA18 RA36 RA40 RA14 RA19 RA20 RA39 RA1 RA2 CE04



P4. Construcción de un Sistema Distribuido Tolerante a Fallos

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD: No presencial, sin docente
DURACIÓN TOTAL: 02h 00m
GRUPO: Normal

TEMAS

T4

METODOLOGÍA

Aprendizaje basado en proyectos



P4. Evaluación de práctica 4 (Construcción de un Sistema Distribuido Tolerante a Fallos)

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD: Presencial
DURACIÓN TOTAL: 00h 15m
LUGAR: Aula (en horario)
EVALUACIÓN: Progresiva
PONDERACIÓN: 10%
NOTA MÍNIMA: 0.1

TEMAS

T4

METODOLOGÍA

Prueba Telemática Proyecto en grupo

RESULTADOS EVALUADOS

CB07 CG08 CE01 CE02 RA36 RA40 RA41 RA18 RA9 RA10 RA14 RA19 RA20 RA39 RA2 RA59 CE04 CG09



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



 5. Seguridad de sistemas empotrados			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	06h 00m	Aula (en horario)	Normal																	
TEMAS																				
T5																				
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

T5. Test de conceptos básicos de seguridad			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA															
Presencial	00h 15m	Aula (en horario)	Progresiva	2%	0.1															
TEMAS																				
T5																				
METODOLOGÍA																				
Prueba Telemática																				
RESULTADOS EVALUADOS																				
CB07CG08CE01CE02RA59RA18RA36RA40RA41RA12RA14RA19RA20RA1																				

 P5. Ataque criptográfico mediante medidas de consumo			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	GRUPO																		
No presencial, sin docente	02h 00m	Normal																		
TEMAS																				
T5																				
METODOLOGÍA																				
Aprendizaje basado en proyectos																				

<



PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable Actividad formativa Semana con actividad Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
1. Métodos formales en ingeniería de sistemas reactivos	•	•	•													
T1. Test de conceptos básicos métodos formales			•													
P1. Verificación Formal de un Sistema Crítico con TLA+				•												
P1. Evaluación de práctica 1 (Verificación Formal de un Sistema Crítico con TLA+)				•												
2. Implementación y análisis de arquitecturas concurrentes para sistemas de tiempo real				•	•											
T2. Test de conceptos básicos implementación de sistemas reactivos					•											
P2. Implementación de un Sistema de Tiempo Real con RxNet						•										
P2. Evaluación de práctica 2 (Implementación de un Sistema de Tiempo Real con RxNet)						•										
3. Optimización de consumo						•	•	•								
T3. Test de conceptos básicos optimización de consumo								•								
P3. Optimización energética para distintas aplicaciones de IoT									•							
P3. Evaluación de práctica 3 (Optimización energética para distintas aplicaciones de IoT)									•							
4. Sistemas distribuidos, consenso y tolerancia a fallos									•	•	•					

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 T4. Test de conceptos básicos de sistemas distribuidos												•				
 P4. Construcción de un Sistema Distribuido Tolerante a Fallos												•				
 P4. Evaluación de práctica 4 (Construcción de un Sistema Distribuido Tolerante a Fallos)												•				
 5. Seguridad de sistemas empotrados												•	•			
 T5. Test de conceptos básicos de seguridad													•			
 P5. Ataque criptográfico mediante medidas de consumo													•			
 P5. Evaluación de práctica 5 (Ataque criptográfico mediante medidas de consumo)													•			
 Examen final																•
 Examen de prácticas																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

La evaluación de la asignatura tiene como objetivo comprobar el grado de adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje previstos. Para ello se evaluarán tanto los conocimientos teóricos como las competencias prácticas relacionadas con el modelado, análisis, implementación, optimización, verificación y protección de sistemas empotrados avanzados.

La evaluación se estructurará en dos bloques principales, con el mismo peso en la calificación final:

- Bloque teórico, orientado a evaluar los conocimientos y capacidades de análisis, diseño y resolución de problemas.
- Bloque práctico, orientado a evaluar las competencias adquiridas mediante las actividades de desarrollo práctico.

La asignatura se considerará superada cuando la calificación final sea igual o superior a 5 puntos sobre 10.

Las actividades de evaluación podrán incluir cuestiones teóricas, ejercicios de análisis y diseño, resolución de problemas, interpretación de resultados experimentales y cuestiones relacionadas con las prácticas desarrolladas durante el curso.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Los estudiantes que participen en el sistema de evaluación progresiva serán evaluados mediante las siguientes actividades:

1. Evaluación del bloque práctico (50%)

A lo largo del curso se realizarán cinco actividades de evaluación asociadas a las prácticas correspondientes a las distintas unidades de la asignatura.

Cada actividad podrá realizarse en equipo (máximo 3 personas), pero la evaluación será individual, mediante un cuestionario realizado en el periodo de clase..

La contribución conjunta de estas actividades será del 50% de la calificación final.

2. Examen final teórico-práctico (50%)

Al finalizar el semestre se realizará un examen escrito de carácter teórico-práctico que abarcará todos los contenidos de la asignatura.

Esta actividad supondrá el 50% de la calificación final.

3. Pruebas de seguimiento de conceptos básicos (hasta +1 punto)

Adicionalmente, a lo largo del curso podrán realizarse pruebas breves de seguimiento sobre los conceptos fundamentales explicados en clase.

Estas pruebas tendrán carácter presencial y permitirán obtener hasta 1 punto adicional sobre la calificación final.

La puntuación obtenida en estas pruebas se sumará a la nota resultante de los bloques teórico y práctico, sin que la calificación final pueda superar los 10 puntos.

La nota final se calculará como:

- Examen final teórico-práctico: 50%.
- Evaluación progresiva de prácticas: 50%.
- Pruebas de seguimiento: hasta un 2% por cada bloque temático (hasta +1 punto adicional en total).

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación final igual o superior a 5 puntos sobre 10.

Actividades

- T1. Test de conceptos básicos métodos formales (2%)
- P1. Evaluación de práctica 1 (Verificación Formal de un Sistema Crítico con TLA+) (10%)
- T2. Test de conceptos básicos implementación de sistemas reactivos (2%)
- P2. Evaluación de práctica 2 (Implementación de un Sistema de Tiempo Real con RxNet) (10%)
- T3. Test de conceptos básicos optimización de consumo (2%)
- P3. Evaluación de práctica 3 (Optimización energética para distintas aplicaciones de IoT) (10%)
- T4. Test de conceptos básicos de sistemas distribuidos (2%)
- P4. Evaluación de práctica 4 (Construcción de un Sistema Distribuido Tolerante a Fallos) (10%)
- T5. Test de conceptos básicos de seguridad (2%)
- P5. Evaluación de práctica 5 (Ataque criptográfico mediante medidas de consumo) (10%)
- Examen final (50%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Los estudiantes que no participen en el sistema de evaluación progresiva, o que opten por la evaluación mediante prueba global, serán evaluados mediante las siguientes actividades:

1. Examen final teórico-práctico (50%)

Consistirá en una prueba escrita de carácter teórico-práctico que abarcará todos los contenidos de la asignatura.

Esta actividad supondrá el 50% de la calificación final.

2. Examen final de prácticas (50%)

Consistirá en una prueba individual destinada a evaluar las competencias prácticas asociadas a las distintas actividades de laboratorio de la asignatura.

La prueba podrá incluir cuestiones relacionadas con el modelado, implementación, análisis, optimización, verificación y seguridad de sistemas empotrados.

Además, es necesario que el alumno entregue, antes del día del examen final, todas las prácticas de los distintos bloques temáticos.

Esta actividad supondrá el 50% de la calificación final.

La nota final se calculará como:

- Examen final teórico-práctico: 50%.
- Examen final de prácticas: 50%.

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación final igual o superior a 5 puntos sobre 10.

Actividades

- Examen final (50%)
- Examen de prácticas (50%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

La evaluación en convocatoria extraordinaria se realizará mediante las siguientes actividades:

1. Examen final teórico-práctico (50%)

Consistirá en una prueba escrita de carácter teórico-práctico que abarcará todos los contenidos de la asignatura.

Esta actividad supondrá el 50% de la calificación final.

2. Examen final de prácticas (50%)

Consistirá en una prueba individual destinada a evaluar las competencias prácticas asociadas a las actividades de laboratorio desarrolladas en la asignatura.

La prueba podrá incluir cuestiones relacionadas con cualquiera de los contenidos prácticos trabajados durante el curso.

Además, es necesario que el alumno entregue, antes del día del examen final, todas las prácticas de los distintos bloques temáticos.

Esta actividad supondrá el 50% de la calificación final.

La nota final se calculará como:

- Examen final teórico-práctico: 50%.
- Examen final de prácticas: 50%.

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación final igual o superior a 5 puntos sobre 10.

Actividades

- Examen final (50%)
- Examen de prácticas (50%)

RECURSOS

Bibliografía

E.A. Lee, S.A. Seshia, "Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach", 2015

George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, and Gordon Blair. Distributed Systems: Concepts and Design (5th Edition). Pearson, 2011

Web

Moodle de la asignatura

Bibliografía

Mordechai Ben-Ari. Principles of the Spin Model Checker. 1.a edición. 2008. ISBN: 9781846287695

F. Yao, A. Demers y S. Shenker. En: Proceedings of the 36th Annual Symposium on Foundations of Computer Science. FOCS '95. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1995, páginas 374-

Diego Ongaro and John Ousterhout. In Search of an Understandable Consensus Algorithm (Extended Version)

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



**Industria, innovación e
infraestructura**



Ciudades y comunidades sostenibles