

UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

GUÍA DE APRENDIZAJE

ELECTRÓNICA AVANZADA PARA NODOS INTELIGENTES

MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93001371	1	5 ECTS	OBLIGATORIA	PRIMER SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
INGLÉS, ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
INGENIERÍA ELECTRÓNICA					

COORDINADOR/A

TEONA MIREA - teona.mirea@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

—

OTRAS RECOMENDACIONES

- Electrónica analógica
- Electrónica digital
- Manejo de instrumentación electrónica
- Programación de microcontroladores

RESULTADOS

RD-822/2021

Conocimientos

KG1 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

Habilidades o destrezas

HG2 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

Competencias

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

CG3 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

CE15 Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina

CG4 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

CT5 Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

CG5 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

CT4 Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

- CT3** Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas
- CE14** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores
- CT1** Capacidad para comprender los contenidos de documentación en lengua inglesa
- CT7** Capacidad para trabajar en contextos internacionales

DESCRIPCIÓN

Electrónica Avanzada para Nodos Inteligentes (EANI) es una asignatura diseñada para capacitar al estudiantado en el ciclo completo de desarrollo de los nodos IoT. El enfoque del curso es marcadamente experimental y evolutivo, estructurado de manera que cada sesión práctica se construye sobre los logros de la anterior, guiando al estudiantado de forma progresiva desde la instrumentación básica hasta la consolidación de un sistema inteligente.

A lo largo del curso, se aborda el estudio de los sensores en los nodos IoT, analizando los mecanismos de transducción, el acondicionamiento de la señal analógica y su digitalización a través del microcontrolador genérico del nodo, así como los protocolos de comunicación de los sensores digitales. Un pilar central de la asignatura es la optimización y la eficiencia energética. Para ello, se examinan distintas arquitecturas de alimentación, los perfiles de consumo del procesador en sus diferentes estados de operación y se presentan tecnologías de recolección de energía ambiental (Energy Harvesting).

El estudiantado aprenderá a evaluar cómo las decisiones de hardware (como el tipo de sensor, el protocolo de comunicación o la topología de la fuente de alimentación) impactan directamente en la autonomía y el rendimiento global del nodo. De este modo, al finalizar la asignatura, se habrá adquirido una visión completa del diseño de un nodo IoT. Estos conocimientos preparan al estudiantado para afrontar con éxito la siguiente asignatura de Diseño de Entornos IoT.

TEMARIO

- 1. Introducción a los nodos IoT. Ejemplos aplicación: medida calidad del aire**
- 2. Sensores con salida analógica**
 - 2.1. Lectura con microprocesador (ADC)
- 3. Gestión de energía y diseño de sistemas de alimentación**
 - 3.1. Fuentes lineales y conmutadas

4. Sensores con salida digital

4.1. Protocolos SPI e I2C

4.2. Control digital. PWM

5. Consumo y procesamiento de bajo consumo

6. Recolección de energía

6.1. Introducción a los Circuitos Integrados de Gestión de Energía

7. Validación y certificación de nodos inteligentes

ACTIVIDADES

 Actividad evaluable  Actividad formativa



Tema 1

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

01h 10m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T1

METODOLOGÍA

Lección Magistral



Tema 2

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

01h 10m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Lección Magistral



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Tema 3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	02h 20m	Aula (en horario)	Normal															
TEMAS																		
T3																		
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

Tema 4			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	03h 30m	Aula (en horario)	Normal															
TEMAS																		
T4																		
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

Tema 5			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	03h 30m	Aula (en horario)	Normal															
TEMAS																		
T5																		
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		

Tema 6			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
Presencial	01h 10m	Aula (en horario)	Normal															
TEMAS																		
T6																		
METODOLOGÍA																		
Lección Magistral																		



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Tema 7

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

01h 10m

LUGAR

Aula (en horario)

GRUPO

Normal

TEMAS

T7

METODOLOGÍA

Lección Magistral

Prácticas de laboratorio

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

28h 10m

LUGAR

Laboratorio

GRUPO

Normal

TEMAS

T1

T2

T3

T4

T5

T6

T7

METODOLOGÍA

Prácticas de Laboratorio

Examen de prácticas

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

01h 00m

LUGAR

Laboratorio

EVALUACIÓN

Progresiva, Global, Extraordinaria

PONDERACIÓN

40%

NOTA MÍNIMA

4

TEMAS

T1

T2

T3

T4

T5

T6

T7

METODOLOGÍA

Examen de Prácticas

RESULTADOS EVALUADOS

HG2

CE12

CT1

CG5

CE14

CT3

CT4



Examen teórico

SEMANAS

123456789101112131415E

PRESENCIALIDADPresencial

DURACIÓN TOTAL02h 00m

LUGARAula de examen

EVALUACIÓNProgresiva, Global, Extraordinaria

PONDERACIÓN60%

NOTA MÍNIMA4

TEMAS

T1T2T3T4T5T6T7

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

KG1CE14CE15CG3CT1CE12CT7



Memoria de prácticas

SEMANAS

123456789101112131415E

PRESENCIALIDADNo presencial, sin docente

DURACIÓN TOTAL01h 00m

EVALUACIÓNProgresiva

PONDERACIÓN10%

NOTA MÍNIMA0

TEMAS

T1T2T3T4T5T6T7

METODOLOGÍA

Trabajo en Grupo

RESULTADOS EVALUADOS

CG3CG4CT4CT5CT7CT1KG1

PLANIFICACIÓN SEMANAL

 Actividad evaluable

 Actividad formativa

Semana con actividad

E

 Período de exámenes

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

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Tema 6											.					
 Tema 7												.				
 Prácticas de laboratorio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
 Examen de prácticas																.
 Examen teórico																.
 Memoria de prácticas														.		

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

Las técnicas de evaluación de esta asignatura están diseñadas para verificar de forma objetiva si el estudiantado ha adquirido los conocimientos necesarios, las competencias específicas y los resultados de aprendizaje previstos. En cualquiera de las modalidades de evaluación, se debe obtener un mínimo de 5.0 puntos para aprobar la asignatura.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Diseñada para maximizar el aprendizaje activo, evolutivo y el trabajo constante a lo largo del cuatrimestre. La nota final se calculará mediante la suma ponderada de las siguientes actividades:

- **Examen Teórico (60% de la nota final):** Prueba escrita en aula

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10 para poder hacer media.

- **Examen Práctico de Laboratorio (40% de la nota final):** Examen individual en el puesto de laboratorio

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10 para poder hacer media.

- **Memoria de prácticas (Hasta +10% adicional):** Entrega al finalizar el cuatrimestre de una memoria técnica integrada que agrupe los informes y el análisis crítico de todas las prácticas del curso realizada por la pareja. Este documento constituye el "cuaderno de estudio" del alumno.

Aplicación: Se evaluará de 0 a 1 punto y se sumará directamente a la nota final global, **siempre y cuando se hayan superado las notas mínimas** de los exámenes teórico y práctico.

Para aprobar la asignatura por Evaluación Progresiva, la media ponderada de los exámenes (más la bonificación del cuaderno) debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

Actividades

- Examen de prácticas (40%)
- Examen teórico (60%)
- Memoria de prácticas (10%)

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

- **Examen Teórico (60% de la nota final):** Prueba escrita en aula

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10.

- **Examen Práctico de Laboratorio (40% de la nota final):** Examen individual en el puesto de laboratorio

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10.

Para aprobar la asignatura por Evaluación Global, la media ponderada de ambos exámenes debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10. En esta modalidad no se contempla la bonificación por el cuaderno de informes de laboratorio.

Actividades

- Examen de prácticas (40%)
- Examen teórico (60%)

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

Aquellos estudiantes que no consigan superar la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria estructurada de la siguiente manera:

- **Examen Teórico / Aula (60% de la nota final):** Examen escrito que evalúa la totalidad de los contenidos teóricos del curso.

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10.

- **Examen Práctico de Laboratorio (40% de la nota final):** Examen individual en el puesto de laboratorio

Condición: Nota mínima de 4.0 sobre 10.

Para aprobar la asignatura en la Convocatoria Extraordinaria, la media ponderada de ambos exámenes debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10. Se guardan notas de cada bloque si se han conseguido superar (nota mínima 4.0) en la convocatoria ordinaria.

Actividades

- Examen de prácticas (40%)
- Examen teórico (60%)

RECURSOS

Web

<https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/login/login.php>

Diapositivas de clase, guiones de las sesiones prácticas y guías adicionales

<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/v6.0.1/esp32c6/get-started/index.html>

Bibliografía

S. Franco, Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits, 4ª ed. Nueva York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill, 2015. ISBN: 978-0-07-802816-8.

J. M. Rabaey, Low Power Design Essentials. Springer, 2009. ISBN: 978-0-387-71713-5

N. Batra and S. Goyal, IoT Fundamentals with a Practical Approach, 1st ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2024. Available: <https://doi.org/10.1201/9781003307488>

Y. Khan and M. R. Yuce, Eds., Internet of Things (IoT): Systems and Applications. Singapur: Jenny Stanford Publishing, 2019. ISBN 978-0-429-39908-4

Equipamiento

PCB with microcontroller and external components (sensors, actuators, etc), oscilloscope, power supply, signal generator, multimeter.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Salud y bienestar



Educación de calidad



Energía asequible y no contaminante



Industria, innovación e infraestructura



Ciudades y comunidades sostenibles

OTRA INFORMACIÓN

La asignatura contribuye de manera directa y activa a los ODS de la siguiente forma:

- ODS 3: Salud y Bienestar: A través del estudio de aplicaciones como la detección de la calidad de aire, que pueden contribuir a la reducción de enfermedades producidas por contaminación atmosférica en interiores y aplicaciones en telemedicina o bioingeniería.
- ODS 4: Educación de Calidad: Se fomenta el aprendizaje autónomo (*competencias sin guiar*) en instrumentación y técnicas de ingeniería avanzadas, dotando al alumnado de destrezas técnicas punteras y demandadas para el emprendimiento tecnológico y la investigación en alta tecnología.
- ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante: El núcleo de la asignatura radica en la eficiencia energética. Mediante el estudio del procesamiento en bajo consumo, el diseño de fuentes de alto rendimiento y la introducción al *Energy Harvesting*.
- ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura: Potencia la investigación científica y la capacidad tecnológica industrial al introducir las normativas, la validación y los procesos de certificación indispensables para transformar un prototipo de laboratorio en un producto comercial robusto e integrable en infraestructuras inteligentes.



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



- ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles: Los nodos inteligentes diseñados permiten monitorizar el entorno urbano en tiempo real con un coste energético e impacto ambiental mínimo, facilitando la gestión inteligente y sostenible de los edificios y las ciudades del futuro.