

COMPLEMENTOS FORMATIVOS EN CIRCUITOS ANALÓGICOS

1.- Datos de la Asignatura

Código	306401	Plan		ECTS	3
Carácter	Complementos de formación	Curso		Periodicidad	
Idioma de impartición asignatura					
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Stodium. http://stodium.usal.es				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	María Jesús Martín Martínez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2317 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 17:00 h a 18:00 h (previa cita por e-mail)		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56894/detalle		
E-mail	mjmm@usal.es	Teléfono	6332

*Replique esta tabla por cada profesor/a que imparte la asignatura

2.- Recomendaciones previas

--

3.- Objetivos de la asignatura

Se busca que los estudiantes estén al tanto de las nociones teóricas de los dispositivos principales adecuados para aplicaciones de electrónica analógica, sepan resolver problemas y estén familiarizados con los circuitos de electrónica analógica y de comunicaciones esenciales que forman parte de los sistemas analógicos actuales.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

5.- Contenidos (temario)

Contenidos Teóricos. Teoría de:

1. Componentes pasivos. Diodos y circuitos optoelectrónicos y aplicaciones.
2. Transistores, circuitos amplificadores de banda ancha. Respuesta en frecuencia.
3. Aplicaciones del amplificador operacional. Conversores ADC y DAC. Filtros, generadores, osciladores.
4. Fuentes de alimentación.

5. Circuitos analógicos de modulación y demodulación básicos. Transmisión de señales.

Contenidos prácticos: Problemas y simulación mediante el software MultiSIM de:

1. Componentes pasivos. Diodos y circuitos optoelectrónicos y aplicaciones.
2. Transistores, circuitos amplificadores de banda ancha. Respuesta en frecuencia.
3. Aplicaciones del amplificador operacional. Conversores ADC y DAC. Filtros, generadores, osciladores.
4. Fuentes de alimentación.
5. Circuitos analógicos de modulación y demodulación básicos. Transmisión de señales.

6.- Metodologías docentes

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases no sincrónicas a través del campus virtual, para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

De forma asíncrona on-line se fijarán los conocimientos teóricos mediante la resolución de problemas, desarrollando los conceptos clave de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Asimismo, se propondrán al alumno problemas adicionales con soluciones para su resolución.

Prácticas virtuales (formato asíncrono)

Las clases prácticas se desarrollarán a través del campus virtual. Consistirán en el montaje de circuitos virtuales eléctricos y electrónicos y en la utilización de la instrumentación asociada mediante el simulador MultiSIM. Los estudiantes realizarán la simulación de circuitos adicionales que presentarán para su valoración práctica.

Tutorías (formato síncrono)

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas y los montajes prácticos. Se realizarán de forma on-line síncrona.

Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)

Se realizará mediante la plataforma Studium de la USAL. Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes online			6	6	12
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Otras (detallar). Virtuales		3	8	11
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online			1	2	3
Preparación de trabajos					
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.			3	46	49
Exámenes					
TOTAL			13	62	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

- Dispositivos electrónicos. T.L. Floyd. Pearson education (2008)
- Sistemas de comunicaciones electrónicas, W. Tomasi, Pearson Educación (2003).
- Microelectronic Circuits. A.S. Sedra, K.C. Smith.
- Modern Digital and Analog Communication Systems, B.P. Lathi y Z. Ding , Oxford University Press (2009).
- Manual propio de prácticas de laboratorio de Electrónica Analógica (Studium). Salamanca, 2024

Otras referencias bibliográficas o recursos:

- NI Multisim™ User Manual, National Instruments
- Analysis and design of analog integrated circuits, P. R. Gray, P.J. Hurst, S. H. Lewis, y R.G. Meyer (2009)

8.- Evaluación

La evaluación de las competencias de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con la realización de diferentes test de teoría, resolución y envío de diferentes problemas y ejercicios práctico-teóricos.

8.1: Criterios de evaluación: El grado de adquisición de las competencias se valorará a través de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico obtenidos.
Se realizará mediante diferentes actividades de evaluación continua online, test de teoría, solución de problemas y realización de prácticas virtuales que serán entregadas en tiempo y forma.

8.2: Sistemas de evaluación: Realización de pruebas teóricas y/o test, resolución y discusión de ejercicios, realización de montajes prácticos de laboratorio virtual.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:
Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la realización de todas las actividades programadas. Se realizará una prueba escrita de recuperación que incluirá problemas o actividades similares a las programadas a lo largo del curso.

9.- Organización docente semanal

Tecnologías de micro y nanofabricación electrónica

1.- Datos de la Asignatura

Código	306.403	Plan	M198	ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Segundo semestre
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Studium - Campus Virtual de la Universidad de Salamanca				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Jesús Enrique Velázquez Pérez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2101 (Edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56430/detalle		
E-mail	js@usal.es	Teléfono	923294500, Ext. 6331

Profesor	María Moreno Vázquez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	M2323 (Edificio de la Merced)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/58087/detalle		
E-mail	maria.moreno@usal.es	Teléfono	923294500, Ext. 6062

2.- Recomendaciones previas

Es aconsejable, pero no imprescindible, tener conocimientos básicos de ciencia de materiales y de los dispositivos electrónicos convencionales basados en semiconductores (diodos y transistores), en especial, de sus geometrías y tipos de dopaje.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conocer las ventajas de la integración de circuitos y sistemas en un chip.
- Aprender los procesos tecnológicos usados en la fabricación de circuitos integrados.
- Utilizar herramientas TCAD para la modelización de los procesos de fabricación.

- Entender las limitaciones físicas en la fabricación de dispositivos semiconductores (efecto túnel, disipación térmica, ...) y las necesidades de desarrollo en un entorno post-Moore.
- Conocer las principales tecnologías empleadas actualmente en la fabricación de dispositivos electrónicos individuales y circuitos integrados.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje

4.1: Conocimientos:

C6. Conocer en profundidad los procesos tecnológicos de fabricación de materiales, dispositivos y circuitos de semiconductores a escalas micro y nanométricas.

C8. Comprender el impacto ambiental que conlleva la fabricación de circuitos integrados.

4.2: Habilidades:

H1. Identificar las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético, así como sus futuros avances y las nuevas soluciones que se derivan de estos.

H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.

H4. Diseñar el proceso de realización de dispositivos y circuitos integrados básicos a partir del conocimiento de las tecnologías de fabricación.

4.3: Competencias:

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

K4. Aplicar técnicas computacionales para la evaluación de procesos, materiales y dispositivos.

5.- Contenidos (temario)

Teóricos

1. Estado del arte en la fabricación de circuitos integrados. Conceptos generales y límites físicos a la integración de circuitos. Ley de Moore. Fiabilidad.
2. Procesos de fabricación:
 - Oxidación de silicio,
 - Litografía y grabado,
 - Dopaje,
 - Deposición de láminas delgadas.
3. Tecnologías de fabricación de dispositivos y circuitos integrados sobre oblea de silicio. Integración de componentes.
 - Principales tecnologías bipolares y de efecto de campo,
 - Tecnologías avanzadas.
4. Dispositivos optoelectrónicos y células solares.
5. TCAD aplicado a procesos de fabricación.

Prácticos

Simulación numérica TCAD de procesos de fabricación e integración de transistores.

6.- Metodologías docentes

Clases teóricas

Sesiones magistrales en formatos síncrono (presencial o remota para los alumnos, pero en un horario

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

definido) o asíncrono (grabación de sesiones y acceso a materiales que el estudiante puede utilizar en horario no fijado de antemano). Pueden incluir la resolución ejercicios.

Visualización y lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Contenidos docentes en diferentes formatos: vídeos, textos y referencias a material bibliográfico accesibles en el campus virtual y/o en la biblioteca. Manuales de las herramientas TCAD.

Prácticas

Las primeras prácticas serán guiadas por el profesor en formato síncrono usando herramientas TCAD para estudiar los procesos de fabricación. Se realizarán prácticas de manera asíncrona guiados por el profesor que permitan al estudiante realizar simulaciones de forma autónoma.

Realización de tareas (formato asíncrono)

Elaboración por parte de los estudiantes de trabajos cortos basados en revisiones bibliográficas y en la realización de simulaciones de fabricación de diferentes dispositivos sobre las que se hará un informe y se defenderán de forma síncrona o asíncrona y servirán para la evaluación continua.

Tutorías (formato síncrono)

Seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas. Podrán desarrollarse en formato presencial y/o remoto.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		9	9	18	36
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	0	0	0	0
	- En aula de informática	6	7	33.5	46.5
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		1	1		2
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				2	2
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1		10	11
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

3D TCAD Simulation for Semiconductor Processes, Devices and Optoelectronics. Simon Li and Yue Fu, Springer, 2011.

Sentaurus Process User Guide, Synopsys, Mountain View, CA, 2023.

Silicon Semiconductor Technology Processing and Integration of Microelectronic Devices, U. Hilleringmann, Springer, 2023

Semiconductor devices: physics and technology, S.M. Sze, Wiley, 2002.

Manuales de Synopsys TCAD.

8.- Evaluación

La evaluación de los resultados de aprendizaje y el grado de consecución de los objetivos de la asignatura se realizará mediante instrumentos de evaluación continua, junto con una prueba escrita final.

8.1: Criterios de evaluación:

La evaluación de los resultados de aprendizaje y el grado de consecución de los objetivos de la asignatura se realizará mediante instrumentos de evaluación continua, junto con una prueba final. Las actividades de evaluación continua supondrán un 60% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final el restante 40%.

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación continua (60%):

- Entrega de trabajos/cuestionarios/resultados relacionados con contenidos teóricos (10%)
- Elaboración y defensa de trabajos relacionados con contenidos prácticos (25%)
- Participación en las clases prácticas y entrega de informes/resultados (25%).

Prueba final (40%):

- Examen escrito de contenidos teóricos.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Participación en todas las actividades programadas y realización de las tareas encomendadas.

Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. No se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, cuya nota se mantendrá.

9.- Organización docente semanal

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS EMERGENTES

1.- Datos de la Asignatura

Código	306406	Plan	M198	ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Segundo semestre
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Studium - Campus Virtual de la Universidad de Salamanca				

1.1.- Datos del profesorado*

Profesor Coordinador	Tomás González Sánchez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2103 (Edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57059/detalle		
E-mail	tomasg@usal.es	Teléfono	923294500, Ext. 6329

Profesor	Jesús Enrique Velázquez Pérez	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2101 (Edificio Trilingüe)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56430/detalle		
E-mail	js@usal.es	Teléfono	923294500, Ext. 6331

2.- Recomendaciones previas

Aunque la asignatura contiene un breve tema introductorio, se recomienda disponer de conocimientos básicos acerca de los dispositivos electrónicos convencionales y sus aplicaciones, así como nociones de física del transporte de carga en semiconductores.

3.- Objetivos de la asignatura

- Comprender los principios de funcionamiento de las principales tecnologías de dispositivos electrónicos con potencial de aplicación industrial en el presente y en el futuro cercano, con especial énfasis en tecnologías de alto rendimiento y energéticamente eficientes.
- Conocer la evolución de la topología del MOSFET hasta nuestros días en respuesta a los problemas surgidos en el proceso de escalado y miniaturización.

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

- Conocer las principales familias de dispositivos de uso creciente en el ámbito de aplicaciones específicas: alta frecuencia (microondas y terahercios), bajo consumo, recolección de energía, etc.
- Entender las figuras de mérito más relevantes de los dispositivos electrónicos en sus distintas aplicaciones.
- Manejar bibliografía y documentos técnicos referentes a tecnologías de dispositivos electrónicos.
- Utilizar herramientas TCAD para la simulación y el diseño de tecnologías y dispositivos electrónicos.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje

4.1: Conocimientos:

C2. Identificar nuevos materiales y dispositivos emergentes que permitan reducir el consumo energético y mejorar las prestaciones y funcionalidades de los sistemas electrónicos.

C7. Identificar las características y particularidades de los métodos de modelado empleados en simuladores comerciales y académicos.

4.2: Habilidades:

H5. Emplear herramientas y técnicas de simulación avanzada de dispositivos electrónicos para evaluar el impacto de su diseño sobre el rendimiento y eficiencia energética.

4.3: Competencias:

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

K2. Prever las consecuencias de los últimos avances tecnológicos sobre el rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.

K4. Aplicar técnicas computacionales para la evaluación de procesos, materiales y dispositivos.

5.- Contenidos (temario)

Teóricos

1. Diodos y transistores convencionales
 - Unión pn
 - Transistor bipolar
 - Transistor MOSFET
2. Escalado del MOSFET
 - Mitigación de efectos de canal corto
 - Dieléctricos de alta k
 - FinFET, Gate-All-Around FET
3. Dispositivos de alta frecuencia
 - Diodos: Gunn, túnel resonante, Schottky
 - Transistores: HBT, MESFET, HEMT
4. Tecnologías de bajo consumo
 - Tunnel FET
 - Dispositivos espintrónicos
 - Dispositivos balísticos
5. Dispositivos recolectores de energía
 - Piezoeléctricos
 - Termoeléctricos

Prácticos

- Medida de características eléctricas de dispositivos electrónicos y extracción de parámetros.
- Simulación mediante herramientas TCAD de características eléctricas de dispositivos electrónicos.

6.- Metodologías docentes

Clases teóricas

Sesiones magistrales en las que se exponen contenidos de la asignatura por parte del profesorado. Pueden corresponder tanto a un formato *síncrono* (con presencia física o remota de los alumnos, pero en un horario prefijado) o *asíncrono* (grabación de sesiones y aportación de materiales docentes que el estudiante puede visualizar y leer en el horario que considere conveniente). Pueden incluir la resolución ejercicios a modo de ejemplo.

Visualización y lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Contenidos docentes consistentes en vídeos breves creados por el profesor, que servirán de introducción a contenidos de naturaleza documental y textos especializados sobre la temática de la asignatura, accesibles a través del campus virtual.

Prácticas

Habrán prácticas guiadas por el profesor en formato *síncrono*, realizadas bien en laboratorios docentes, consistentes en la realización de medidas de dispositivos electrónicos, o bien en un aula de informática (o a través de videoconferencia), empleando simuladores TCAD para estudiar el comportamiento de los dispositivos. También se realizarán prácticas de manera *asíncrona*, a partir de materiales y guiones proporcionados por el profesor que permitan al estudiante realizar las tareas de forma autónoma.

Cuestionarios de autoevaluación (formato asíncrono)

Se realizarán a través del campus virtual para que los estudiantes comprueben el grado de dominio de la materia. Algunos de ellos servirán para la evaluación continua de la asignatura.

Realización de tareas (formato asíncrono)

Elaboración por parte de los estudiantes de trabajos/presentaciones acerca de contenidos de la asignatura, que posteriormente pueden ser objeto de defensa de forma síncrona y servirán para la evaluación continua.

Tutorías (formato síncrono)

Seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas. Podrán desarrollarse a conveniencia en formato presencial o remoto.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		9	9	18	36
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	1	2	2	5
	- En aula de informática	5	5	33.5	43.5
	- De campo				
	- Otras (detallar)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		1	1		2
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1		10	11
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Guide to State-of-the-Art Electron Devices, J. N. Burghartz, ed., Wiley (2013).

Springer Handbook of Semiconductor Devices, M. Rudan, R. Brunetti, S. Reggiani, eds., Springer (2023).

Solid-State Electronic Devices, 7th Edition, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, Pearson (2016).

75th Anniversary of the Transistor, A. Nathan, S. K. Saha, R. M. Todi, eds., Wiley (2023).

Emerging Nanoelectronic Devices, A. Chen, J. Hutchby, V. Zhirnov, G. Bourianoff, eds., Wiley (2015).

3D TCAD Simulation for CMOS Nanoelectronic Devices, Y. C. Wu and Y. R. Jhan, Springer (2018).

Sentaurus™ Device User Guide, Synopsys, Mountain View, CA, 2023.

8.- Evaluación

La evaluación de los resultados de aprendizaje y el grado de consecución de los objetivos de la asignatura se realizará mediante instrumentos de evaluación continua, junto con una prueba escrita final.

8.1: Criterios de evaluación:

Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final el restante 30%.

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación continua (70%):

- Cuestionarios de evaluación en el campus virtual (15%)
- Elaboración y defensa de trabajos (20%)
- Participación en las clases prácticas y entrega de informes/resultados (35%).

Prueba escrita final (30%):

- Examen escrito de conceptos y cuestiones teóricas.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Se recomienda la participación en todas las actividades programadas y la realización de las tareas encomendadas.

Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. No se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, cuya nota se mantendrá.

9.- Organización docente semanal

Optimización Energética en Electrónica de Potencia

1.- Datos de la Asignatura

Código	306409	Plan	2024	ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	M ^a Susana Pérez Santos	Grupo / s	1
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:00h a 18:00 h		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55990/detalle		
E-mail	susana@usal.es	Teléfono	1304

Profesor	Javier Mateos López	Grupo / s	1
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2104 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:30h a 19:30 h		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/56427/detalle		
E-mail	javierm@usal.es	Teléfono	6328

2.- Recomendaciones previas

No son necesarias recomendaciones previas específicas.

3.- Objetivos de la asignatura

Profundizar sobre aspectos de la conversión electrónica de potencia y de nuevos materiales, dispositivos y sistemas electrónicos avanzados utilizados en aplicaciones de alta potencia, especialmente en los ámbitos de las energías renovables y del vehículo eléctrico. De esta manera el estudiante estará capacitado para seleccionar componentes y topologías de circuitos más adecuados a la aplicación concreta a desarrollar.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje
Resultados de aprendizaje 4.1: Conocimientos: C9. Enunciar los nuevos materiales, dispositivos y sistemas electrónicos avanzados utilizados en aplicaciones de alta potencia, especialmente en los ámbitos de las energías renovables y del vehículo eléctrico.
4.2: Habilidades: H6. Diseñar sistemas electrónicos modulares y con elementos reutilizables para aplicaciones energéticamente eficientes. H7. Identificar los dispositivos, tecnologías y circuitos específicos más apropiados desde el punto de vista energético en función de la aplicación.
4.3: Competencias: K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos. K5. Argumentar la relación entre los principios de funcionamiento de las principales tecnologías de dispositivos, sistemas electrónicos y arquitecturas con potencial de aplicación industrial, y su rendimiento y eficiencia energética. K6. Definir estrategias de optimización del balance entre prestaciones y consumo energético de dispositivos y sistemas electrónicos.

5.- Contenidos (temario)
- Electrónica de potencia: Eficiencia energética y gestión/limitaciones térmica/s. - Semiconductores y dispositivos para la electrónica de potencia - AC/DC: Convertidores, fuentes de alimentación e inversores - Electrónica de potencia aplicada al vehículo eléctrico - Generación y transporte eficiente de energía con fuentes renovables. Se realizarán prácticas relacionadas con los contenidos anteriores tanto con equipos de laboratorio como mediante programas de simulación.

6.- Metodologías docentes
Clases teóricas (formato síncrono y asíncrono) Se trata de sesiones magistrales en las que se exponen contenidos por parte del profesorado, y pueden corresponder tanto a un formato síncrono (con presencia física o remota de los estudiantes, pero en un horario prefijado) o asíncrono (grabación de sesiones que el estudiante puede visualizar en el horario que considere conveniente, de forma asíncrona). Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio (formato síncrono y asíncrono) Consisten en la resolución de problemas y ejercicios prácticos sobre los contenidos de las asignaturas, así como en el análisis detallado de ejemplos reales sobre dispositivos, circuitos o sistemas, que se podrán realizar de forma combinada en formato síncrono o asíncrono (a través del campus virtual en este último caso).

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Se trata de la visualización de contenidos docentes dispuestos en modo vídeo o audio, bien sean píldoras educativas creadas por el profesorado o contenidos de naturaleza documental, accesibles a través del campus virtual, así como la lectura de textos especializados sobre la temática de las asignaturas.

Prácticas experimentales (formato síncrono)

Se trata de prácticas guiadas por el profesor, de realización en formato síncrono, bien sea con la presencia de docentes y estudiantes en el mismo lugar (laboratorios docentes, porque se requiera el manejo de determinados equipos o el uso de ciertos componentes) o bien mediante trabajo remoto guiado a través de videoconferencia empleando simuladores, dependiendo de las necesidades y características de cada asignatura o práctica concreta.

Prácticas experimentales (formato asíncrono)

Son prácticas que pueden realizarse de manera asíncrona a partir de los materiales proporcionados por el profesor y un guion que permita al estudiante realizar las tareas de forma autónoma.

Realización de tareas, trabajos, etc. (formato asíncrono)

Elaboración por parte de los estudiantes de trabajos o tareas de manera asíncrona, es decir, sin requerir la interacción con el profesor en un mismo horario, aunque su evaluación pueda ser de forma síncrona (por ejemplo, mediante una presentación y posterior defensa de un trabajo).

Tutorías (formato síncrono)

Sesiones de seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas que requieren la interacción del profesorado y el estudiantado, que podrán desarrollarse a conveniencia en formato presencial o remoto, pero siempre de forma síncrona.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases teóricas y seminarios especializados		7	-	14	21
Prácticas	- En el laboratorio	4	-	6	10
	- Virtuales	-	3	4.5	7.5
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio		2	-	4	6
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes		-	11	16	27
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.)		-	3	24	27
Tutorías		2	-	-	2
Exámenes		2	-	10	12
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

D.W. HART. Power Electronics. McGraw-Hill Education. 2010

M.H. RASHID. Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones. Pearson. 2015

N. MOHAN, T.M. UNDELAND, W.P. ROBBINS. Power electronics, converters, applications and design. Wiley. 2007

R. TEODORESCU, M. LISERRE, P. RODRIGUEZ. Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems. IEEE Press - Wiley. 2024

J. G. HAYES, G. A. GOODARZI. Electric powertrain: energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles. Wiley. 2018

8.- Evaluación

El grado de adquisición de las competencias se valorará a través de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico obtenidos. Se realizará mediante actividades de evaluación continua y una prueba escrita final.

8.1: Criterios de evaluación:

Las actividades de evaluación continua supondrán un 60% de la nota y la prueba escrita final un 40%.

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación continua individual (60%): Resolución individual de ejercicios propuestos, informes y resolución de cuestionarios sobre las prácticas, cuestionarios y comentarios sobre lecturas y vídeos compartidos en el aula virtual, etc.

Prueba escrita final (40%): examen escrito que comprenderá tanto contenidos teóricos como problemas.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

Con respecto a la recuperación, no se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, cuya nota se mantendrá para la segunda convocatoria. Estas condiciones para la recuperación quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

9.- Organización docente semanal

Se plantean dos sesiones de prácticas de laboratorio con presencialidad física cuyas fechas se indicarán con suficiente antelación.

SENSORES INTELIGENTES Y ELECTRÓNICA PARA IOT

1.- Datos de la Asignatura

Código	306411	Plan	2024	ECTS	4.5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada (USAL)				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Raúl Rengel Estévez	Grupo / s	Único
Departamento	Física Aplicada (USAL)		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2105. Ed. Trilingüe		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55960/detalle		
E-mail	raulr@usal.es	Teléfono	6327

Profesor	Sergio García Sánchez	Grupo / s	Único
Departamento	Física Aplicada (USAL)		
Área	Electrónica		
Centro	Escuela Politécnica Superior de Zamora		
Despacho	T2317. Ed. Trilingüe		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/262745/detalle		
E-mail	sergio_gs@usal.es	Teléfono	6332

2.- Recomendaciones previas

Aunque no es un requisito necesario para cursar la asignatura, es de utilidad disponer de conocimientos básicos de programación a nivel introductorio.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conocer la tecnología electrónica que permite el despliegue de redes de sensores y la automatización y control de dispositivos conectados.
- Dominar los principios físicos de la transducción y sensado con tecnologías punteras.
- Saber construir de manera aplicada las principales etapas funcionales de un sensor inteligente.
- Comprender la importancia de la eficiencia energética en el desarrollo de sistemas para el

internet de las cosas, sabiendo identificar qué soluciones o alternativas físicas y tecnológicas suponen un menor consumo.

- Desarrollar de manera práctica un sistema IoT sencillo.
- Saber diseñar elementos modulares y reutilizables para ampliar funcionalidades de sistemas ya existentes.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje

4.1: Conocimientos:

4.2: Habilidades:

H6. Diseñar sistemas electrónicos modulares y con elementos reutilizables para aplicaciones energéticamente eficientes.

H7. Identificar los dispositivos, tecnologías y circuitos específicos más apropiados desde el punto de vista energético en función de la aplicación.

4.3: Competencias:

K5. Argumentar la relación entre los principios de funcionamiento de las principales tecnologías de dispositivos, sistemas electrónicos y arquitecturas con potencial de aplicación industrial, y su rendimiento y eficiencia energética.

K6. Definir estrategias de optimización del balance entre prestaciones y consumo energético de dispositivos y sistemas electrónicos.

5.- Contenidos (temario)

Teóricos

1. Introducción

Conceptos básicos sobre sensores y adquisición de señal. Tipos de sensores

Definición y bloques de un sensor inteligente

Concepto de IoT y aplicaciones

2. Sensores inteligentes

Principios físicos y tipos de transducción

Elementos de un sensor inteligente. Acondicionamiento de señal. Digitalización y comunicación. Tratamiento de ruido, autocalibración, etc.

Sensores integrados basados en semiconductores. Técnicas de micromecanizado.

Materiales emergentes

3. Electrónica para IoT

Microcontroladores y microprocesadores para IoT

Protocolos de comunicación y estándares IoT

Redes de sensores. Despliegue en la nube

Ejemplos de aplicaciones industriales (automoción, domótica, etc.)

4. Eficiencia energética y modularidad

Minimización del consumo energético. Energy harvesting para IoT

HATs y Shields

Prácticos

- Introducción a la programación de microcontroladores.

- Construcción de un sensor inteligente a partir de uno convencional

- Trabajo con sensores inteligentes: toma de datos y visualización

- Comunicación inalámbrica

- Introducción al software de diseño de placas PCB

- Diseño de un HAT/Shield

6.- Metodologías docentes

Clases teóricas y seminarios especializados (formato síncrono)

Se trata de sesiones magistrales en las que se exponen contenidos por parte del profesorado, en formato síncrono (con presencia física o remota de los estudiantes, pero en un horario prefijado). Se incluyen aquí también los seminarios sobre un tema especializado, en formato síncrono.

Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio (formato síncrono)

Consisten en la resolución de problemas y ejercicios prácticos sobre los contenidos de las asignaturas, así como en el análisis detallado de ejemplos reales sobre dispositivos, circuitos o sistemas, en formato síncrono.

Prácticas experimentales (formato síncrono)

Se trata de prácticas guiadas por el profesor, de realización en formato síncrono, bien sea con la presencia de docentes y estudiantes en el mismo lugar (laboratorios docentes, porque se requiera el manejo de determinados equipos o el uso de ciertos componentes) o bien mediante trabajo dirigido por el profesor en vivo a través de videoconferencia empleando simuladores o software especializado, dependiendo de las necesidades y características de cada asignatura o práctica concreta.

Prácticas virtuales (formato asíncrono)

Son prácticas que pueden realizarse de manera asíncrona a partir de los materiales proporcionados por el profesor y un guion que permita al estudiante realizar las tareas de forma autónoma, empleando software especializado.

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Se trata de la visualización de contenidos docentes dispuestos en modo vídeo o audio, bien sean píldoras educativas creadas por el profesorado o contenidos de naturaleza documental, accesibles a través del campus virtual, así como la lectura de textos especializados sobre la temática de las asignaturas. Se incluyen también seminarios especializados grabados para su seguimiento asíncrono y posterior análisis o debate.

Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)

Se trata de un conjunto de actividades que se realizan a través del campus virtual (foros de discusión, debates online, cuestionarios de autoevaluación, wikis, etc.) y que implican la participación asíncrona de los estudiantes, incluyendo también la posibilidad de interacción y realimentación por parte del profesorado.

Tutorías (formato síncrono)

Sesiones de seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas que requieren la interacción del profesorado y el estudiantado, que podrán desarrollarse a conveniencia en formato presencial o remoto, pero siempre de forma síncrona.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases teóricas y seminarios especializados	5	-	10	15
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio	2	-	6	8
Exposiciones y debates	-	-	-	-
Tutorías	1	-	-	1
Prácticas	- Experimentales	8	-	15.5
	- Virtuales	-	4	8
				23.5
				12

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes	-	6	14	20
Actividades de seguimiento online	-	5	10	15
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.	-	2	10	12
Exámenes	1	-	5	6
TOTAL	17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

R. Frank, "Understanding Smart Sensors", 3rd Ed., Artech House, 2013

O. A. Postolache, E. Sazonov, S.C. Mukhopadhyay, "Sensors in the Age of the Internet of Things", The Institution of Engineering and Technology (IET), 2019

G. Meijer, M. Pertijs, K. Makinwa, "Smart Sensor Systems: emerging technologies and applications", Wiley, 2014

Materiales audiovisuales, enlaces, presentaciones y documentos accesibles a través del campus virtual.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

El grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y objetivos se valorará mediante actividades de evaluación continua de trabajos de naturaleza teórica y prácticas, y una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 30%.

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación continua (70%):

Entrega y/o defensa de trabajos, tareas online, cuestionarios y actividades prácticas, participación en foros y actividades en el campus virtual

Prueba escrita final (30%)

Examen escrito con cuestiones de naturaleza teórica y práctica.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, conjuntamente con una prueba escrita final.

Se recomienda la participación activa en todas las actividades programadas, así como seguir el cronograma temporal que proporcionará el equipo docente.

Para la convocatoria extraordinaria se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. Estas condiciones quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

9.- Organización docente semanal

Se plantean dos sesiones prácticas de laboratorio con presencialidad física, a desarrollar previsiblemente a finales de noviembre y/o principios de diciembre, cuyas fechas se indicarán con

suficiente antelación.

ELECTRÓNICA PARA COMPUTACIÓN NEUROMÓRFICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	306412	Plan	2024	ECTS	4.5
Carácter	Optativa	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada (USAL)				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Beatriz García Vasallo	Grupo / s	Único
Departamento	Física Aplicada (USAL)		
Área	Electrónica		
Centro	Escuela Politécnica Superior de Zamora		
Despacho	T2102 Ed. Trilingüe (Fac. Ciencias) / 201 Ed Politécnico (EPSZ)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	nanoelec.usal.es		
E-mail	bgvasallo@usal.es	Teléfono	6330 /3676

Profesor	Elena Pascual Corral	Grupo / s	Único
Departamento	Física Aplicada (USAL)		
Área	Electrónica		
Centro	Escuela Politécnica Superior de Zamora		
Despacho	T2102 Ed. Trilingüe (Fac. Ciencias) / 246 Ed Politécnico (EPSZ)		
Horario de tutorías	A concertar por e-mail		
URL Web	nanoelec.usal.es		
E-mail	elenapc@usal.es	Teléfono	6330

2.- Recomendaciones previas

Las necesarias para la admisión en el Máster.

3.- Objetivos de la asignatura

- Conocer las arquitecturas de computadores actuales, microcontroladores, microprocesadores, GPUs... y ponerlas en relación con las nuevas arquitecturas emergentes basadas en computación física.
- Conocer en profundidad las arquitecturas emergentes para computación neuromórfica, en particular, la mejora que introducen desde el punto de vista de consumo energético.

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

- Comprender en profundidad el funcionamiento de dispositivos basados en la memoria (membristores como pueden ser memristores, meminductores y memcapacitores) para arquitecturas neuroinspiradas.
- Implementar de forma práctica circuitos básicos en los que se ejemplifique y comprenda el funcionamiento de los elementos electrónicos que intervienen en los sistemas de computación neuromórfica.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje

4.1: Conocimientos:

4.2: Habilidades:

H7. Identificar los dispositivos, tecnologías y circuitos específicos más apropiados desde el punto de vista energético en función de la aplicación.

4.3: Competencias:

K5. Argumentar la relación entre los principios de funcionamiento de las principales tecnologías de dispositivos, sistemas electrónicos y arquitecturas con potencial de aplicación industrial, y su rendimiento y eficiencia energética.

K6. Definir estrategias de optimización del balance entre prestaciones y consumo energético de dispositivos y sistemas electrónicos.

5.- Contenidos (temario)

Teóricos

1. Introducción

- Arquitecturas von Neumann vs. arquitecturas alternativas emergentes
- La física de la computación y la computación física
- Redes artificiales de neuronas y redes con *spikes*

2. Dispositivos electrónicos para arquitecturas neuroinspiradas

- Elementos de memoria
- Elementos emuladores de neuronas y sinapsis
- Memristores

3. Aplicaciones de los dispositivos neuroinspirados

- Circuitos con plasticidad y aprendizaje
- Computación neuroinspirada óptica
- Sistemas híbridos bioelectrónicos

Prácticos

Se realizarán diseños circuitales empleando dispositivos neuroinspirados para mostrar el funcionamiento de los principios de la computación física.

6.- Metodologías docentes

Clases teóricas y seminarios especializados (formato síncrono y asíncrono)

La teoría de la asignatura se trata en sesiones magistrales en las que se exponen contenidos por parte del profesorado, y pueden corresponder tanto a un formato síncrono (con presencia física o

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

remota de los estudiantes, pero en un horario prefijado) o asíncrono (grabación de sesiones que el estudiante puede visualizar en el horario que considere conveniente, de forma asíncrona).

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono)

Para cada tema tratado, existe tanto material audiovisual diseñado y grabado por las profesoras responsables como artículos especializados y material de estudio seleccionado entre la bibliografía considerada más adecuada. El material es accesible a través de la plataforma Studium de la USAL.

Prácticas experimentales (formato síncrono)

Las prácticas están guiadas por las profesoras responsables de la asignatura, existiendo la posibilidad de realización síncrona a partir de los materiales proporcionados por las profesoras y un guion que permita al estudiante realizar las tareas de forma autónoma.

Foros de discusión (formato asíncrono)

Se realizan a través del campus virtual e implican la participación asíncrona de los estudiantes, incluyendo también la posibilidad de interacción y realimentación por parte del profesorado.

Realización de trabajos (formato asíncrono)

La elaboración por parte de los estudiantes de trabajos o tareas de manera asíncrona (sin requerir la interacción con las profesoras) formará parte también de la evaluación de la asignatura. Esta evaluación puede ser de forma síncrona

Tutorías (formato síncrono y asíncrono)

Existen sesiones de seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas. Podrán desarrollarse a conveniencia en formato presencial o remoto, de forma síncrona. Las tutorías relacionadas con el seguimiento de trabajos teóricos podrán llevarse a cabo de forma asíncrona.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases teóricas y seminarios especializados		7	6	30	43
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio		-	-	-	-
Exposiciones y debates		-	-	-	-
Tutorías		1	1	-	2
Prácticas	- Experimentales	8	4	23.5	35.5
	- Virtuales	-	-	-	-
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes		-	4	10	14
Actividades de seguimiento online		-	-	-	-
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.		-	2	10	12
Exámenes		1	-	5	6
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

M. di Ventra, "MemComputing: Fundamentals and Applications", OUP Oxford, 2022.
A. Ben Abdallah and K. N. Dang, "Neuromorphic computing. Principles and organization", Springer, 2022.

Materiales audiovisuales, enlaces, presentaciones y documentos accesibles a través del campus virtual.

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

El grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y objetivos se valorará mediante actividades de evaluación continua de trabajos de naturaleza teórica y práctica, y una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 30%.

8.2: Sistemas de evaluación:

Evaluación continua (70%):

Entrega y/o defensa de trabajos, seguimiento de las tutorías relacionadas con dichos trabajos, tareas online, actividades prácticas, y actividades en el campus virtual.

Prueba escrita final (30%):

Examen escrito presencial con cuestiones de naturaleza teórica.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, conjuntamente con una prueba escrita final.

Se recomienda la participación activa en todas las actividades programadas, así como seguir el cronograma temporal que proporcionará el equipo docente.

Para la **convocatoria extraordinaria** se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. No se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la evaluación continua, particularmente en relación con las prácticas, cuya nota se mantendrá.

Estas condiciones quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

9.- Organización docente semanal

Se plantean dos sesiones prácticas de laboratorio con presencialidad física, a desarrollar previsiblemente a finales de noviembre y/o principios de diciembre, cuyas fechas se indicarán con suficiente antelación.

TEMAS DE VANGUARDIA EN ELECTRÓNICA SOSTENIBLE

1.- Datos de la Asignatura

Código	306413	Plan	2024	ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 1
Idioma de impartición asignatura		Castellano			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	M ^a Susana Pérez Santos	Grupo / s	1
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2106 (Trilingüe)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:00h a 18:00 h		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/55990/detalle		
E-mail	susana@usal.es	Teléfono	1304

Profesor Coordinador	Salvador Dueñas Carazo	Grupo / s	1
Departamento	Electricidad y Electrónica		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	1L043 (Edificio de Tecnologías de la Información y la Comunicación)		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 16:00h a 18:00 h		
URL Web	https://campusvirtual.uva.es/		
E-mail	Salvador.duenas@uva.es	Teléfono	983423679

2.- Recomendaciones previas

No son necesarias recomendaciones previas específicas.

3.- Objetivos de la asignatura

En los seminarios se pretende presentar a los estudiantes los últimos avances en materiales, tecnologías y herramientas del sector de la micro y opto electrónica así como las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético. De esta manera el estudiante será capaz de evaluar estrategias de I+D+i y proponer nuevas soluciones en este sector con una perspectiva de sostenibilidad.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje
Resultados de aprendizaje
4.1: Conocimientos:
4.2: Habilidades: H1 - Identificar las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético, así como sus futuros avances y las nuevas soluciones que se derivan de estos.
4.3: Competencias: K8 - Ser capaz de evaluar estrategias de I+D+i en los sectores de la microelectrónica y la optoelectrónica con una perspectiva de sostenibilidad, a partir del conocimiento de los últimos avances en materiales, tecnologías, y herramientas de estos sectores.

5.- Contenidos (temario)
Seminarios especializados sobre temáticas propias del Master impartidos por investigadores y/o personal vinculado con departamentos de I+D+i pertenecientes a instituciones y empresas de elevado prestigio.

6.- Metodologías docentes
Clases teóricas y seminarios especializados (formato síncrono) Los seminarios son sesiones sobre un tema especializado, que podrán seguirse en formato síncrono (con presencia física o remota de los estudiantes, pero en un horario prefijado). Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono) Grabación de seminarios que el estudiante puede visualizar en el horario que considere conveniente, de forma asíncrona, lecturas asociadas, etc. Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc. (formato asíncrono) Elaboración por parte de los estudiantes de trabajos o tareas de manera asíncrona, es decir, sin requerir la interacción con el profesor en un mismo horario, aunque su evaluación pueda ser de forma síncrona (por ejemplo, mediante una presentación y posterior defensa de un trabajo).

6.1.- Distribución de metodologías docentes				
	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases teóricas y seminarios especializados	7.5	-	10	17.5
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes	-	6	10	16
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.	-	1.5	40	41.5
TOTAL	7.5	7.5	60	75

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Presentaciones y referencias proporcionadas por los ponentes

8.- Evaluación

El grado de adquisición de las competencias se valorará a través del grado de participación en las actividades relacionadas con los seminarios, las entregas y los trabajos realizados por los estudiantes.

8.1: Criterios de evaluación:

Actividades de evaluación: entregas y trabajos.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Participación activa en las diferentes tareas relacionadas con los seminarios (30%).
- Entregas y Trabajos (70%).

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la asistencia y participación activa en los seminarios.

Con respecto a la recuperación, no se contempla la recuperación de la parte de la calificación asociada a la participación activa en el seminario. Estas condiciones para la recuperación quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

9.- Organización docente semanal

Se plantean cinco sesiones en formato síncrono en función de la disponibilidad de los ponentes cuyas fechas se indicarán con suficiente antelación.

TEORÍA Y TÉCNICAS DE MEDIDA E INSTRUMENTACIÓN

1.- Datos de la Asignatura					
Código	306416	Plan	2024	ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura		Español			
Área	Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma virtual	Studium				

1.1.- Datos del profesorado*			
Profesor Coordinador	Yahya Moubarak Meziani	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Trilingüe (primer piso) T2101		
Horario de tutorías	A convenir por correo electrónico		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57820/detalle		
E-mail	meziani@usal.es	Teléfono	677565451

Profesor	José Manuel Caridad Hernández	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Multiusos I+D+i, Oficina 14		
Horario de tutorías	A convenir por correo electrónico		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/147994/detalle		
E-mail	jose.caridad@usal.es	Teléfono	

Profesor	Ignacio Íñiguez de la Torre	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electrónica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Trilingüe (primer piso) T2104		
Horario de tutorías	A convenir por correo electrónico		
URL Web	https://produccioncientifica.usal.es/investigadores/57475/detalle		

E-mail	indy@usal.es	Teléfono	
--------	--------------	----------	--

2.- Recomendaciones previas

Conocer los fundamentos de la electrónica analógica y digital.

3.- Objetivos de la asignatura

- Comprender las técnicas básicas y avanzadas de medidas eléctricas y su instrumentación asociada.
- Saber diseñar, analizar y construir sistemas de caracterización de materiales y dispositivos semiconductores de escala micro y nanométrica.
- Comprender los procedimientos y condicionantes de la implementación física de los circuitos y cómo dicha implementación puede afectar a sus características.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

C5. Describir los aspectos teóricos y aplicados de la caracterización avanzada del comportamiento electrónico de materiales y dispositivos en condiciones estáticas y de alta frecuencia.

H3. Diseñar sistemas de caracterización de materiales y dispositivos semiconductores de escala micro y nanométrica, para obtener sus parámetros más relevantes.

K3. Aplicar técnicas de medida e instrumentación electrónica para caracterizar dispositivos y circuitos desde DC hasta radiofrecuencias.

5.- Contenidos (temario)

Teoría:

1. Medidas eléctricas DC en materiales semiconductores
 - a. Equipos de medida
 - b. Tipos de conexiones en circuitos y conectores
 - c. Medidas de precisión
 - d. Medidas DC de dispositivos de dos y tres terminales
2. Medidas en AC, ruido y Lock-in
 - a. Métodos de medida de impedancia a baja frecuencia
 - b. Medidas de ruido
 - c. Medidas en baja frecuencia - Técnica Lock-in
3. Medidas en RF
 - a. Líneas de transmisión
 - b. Diagrama de Smith y parámetros S
 - c. Potencia en RF
 - d. Calibraciones y compensaciones
 - e. Simulación de circuitos de RF

Prácticas:

1. Medidas DC de precisión y de dispositivos de dos y tres terminales
2. Medidas Lock-in: Filtros RC, medida de resistividad de un metal
3. Medida de parámetros S de circuitos pasivos y de un transistor
4. Práctica en los laboratorios de investigación del I+D+i.

6.- Metodologías docentes

Clases teóricas y seminarios especializados (formato síncrono)

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases presenciales para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes (formato asíncrono):

El profesor proporcionará bien por medio de presentaciones-videos, medidas y/o simulaciones de los dispositivos estudiados material para su visualización.

Prácticas experimentales (formato síncrono):

Las clases prácticas se desarrollarán en los laboratorios docentes y laboratorios de investigación de dispositivos semiconductores de RF y de THz. Consistirán, por una parte, en el conocimiento y manejo de la instrumentación para caracterizar dispositivos a alta frecuencia y, por otra, en la realización de medidas DC y RF en materiales semiconductores y dispositivos concretos (diodos y transistores) y experiencias en THz. Se fomentará la interacción profesor/estudiante y el trabajo en equipo como forma de adquirir las competencias transversales inherentes al máster. Los estudiantes elaborarán informes acerca de los resultados obtenidos en las prácticas.

Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)

Se realizan a través del campus virtual e implican la participación asíncrona de los estudiantes, incluyendo también la posibilidad de interacción y realimentación por parte del profesorado. La interacción online se realizará mediante la plataforma virtual de la USAL. Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

Realización de tareas, informes, etc. (formato asíncrono)

Elaboración por parte de los estudiantes de trabajos o informes de manera asíncrona, es decir, sin requerir la interacción con el profesor en un mismo horario, aunque su evaluación pueda ser de forma síncrona (por ejemplo, mediante una presentación y posterior defensa de un trabajo-informe).

Tutorías (formato síncrono)

Sesiones de seguimiento de los estudiantes y resolución de dudas que requieren la interacción del profesorado y el estudiantado, que podrán desarrollarse a conveniencia en formato presencial o remoto, pero siempre de forma síncrona.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		3		3	6
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	12		18	30
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- Virtuales		4	6	10
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online			5	10	15
Preparación de trabajos			2	22.5	24.5
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes			6	9	15
Exámenes		2		10	12
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

- Microwave Engineering, David M. Pozar. John Wiley & Sons
- Semiconductor Material and Device Characterization, DIETER K. SCHRODER, John Wiley & Sons

- Improving student understanding of lock-in amplifiers. Seth DeVore; Alexandre Gauthier; Jeremy Levy; Chandralekha Singh, Am. J. Phys. 84, 52–56 (2016)
- Manuales y white papers de Keysight: www.keysight.com/find/education : web de la compañía Keysight con cursos gratuitos, notas de aplicación, sugerencias ...
- Manuales y white papers de Zurich Instruments:
https://www.zhinst.com/sites/default/files/documents/2020-06/zi_whitepaper_principles_of_lock-in_detection.pdf
<https://www.zhinst.com/europe/en/resources/principles-of-lock-in-detection> web de la compañía Zurich instruments

8.- Evaluación

8.1: Criterios de evaluación:

El grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y objetivos se valorará mediante actividades de evaluación continua de trabajos de naturaleza teórica y prácticas, y una prueba escrita final.

Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 30%.

8.2: Sistemas de evaluación:

- Evaluación continua (70%):
 - Informe de las prácticas (40%)
 - Ejercicios y cuestionarios (30%)
- Prueba escrita final (30%)
 - Examen escrito con cuestiones de naturaleza teórica y práctica.

8.3: Consideraciones generales y recomendaciones para la evaluación y la recuperación:

- La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, conjuntamente con una prueba escrita final.

- Se recomienda la participación activa en todas las actividades programadas, así como seguir el cronograma temporal que proporcionará el equipo docente.

- Para la convocatoria extraordinaria se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. Estas condiciones quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

9.- Organización docente semanal

Habrán tres horas de clases magistrales en formato síncrono donde se expondrá el contenido teórico para introducir a los estudiantes los conocimientos ligados a las sesiones prácticas.

Se plantean cuatro sesiones prácticas de laboratorio de tres horas de duración con presencialidad física, cuyas fechas se indicarán con suficiente antelación.

PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	306414	Plan	2024	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	1	Periodicidad	Semestre 2
Idioma de impartición asignatura					
Área	Todas las implicadas en la docencia del máster				
Departamento	Todos los implicados en la docencia del máster				
Plataforma virtual					

1.1.- Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Cada estudiante tendrá un tutor académico asignado entre el profesorado del máster	Grupo / s	
Departamento			
Área			
Centro			
Despacho			
Horario de tutorías			
URL Web			
E-mail		Teléfono	

2.- Recomendaciones previas

--

3.- Objetivos de la asignatura

- Proporcionar a los estudiantes un contacto directo con el trabajo real, en ámbitos relacionados con la temática del título, y que puede ser tanto en entornos empresariales como en laboratorios de investigación.
- Poner en práctica los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas en las diferentes materias.
- Adquirir experiencia en el entorno profesional.

4.- Competencias a adquirir / Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje

4.1: Conocimientos:

C13. Conocer técnicas, protocolos y aplicaciones de vanguardia en el ámbito de la microelectrónica sostenible.

4.2: Habilidades:

H1. Identificar las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético, así como sus futuros avances y las nuevas soluciones que se derivan de estos.

MODELO ÚNICO de guía docente de asignaturas de Grado y Máster Universitario

4.3: Competencias:

K9. Aplicar el conocimiento adquirido integrándolo con una visión global y avanzada de la física y tecnología de los semiconductores y de la electrónica sostenible.

5.- Contenidos (temario)

Las estancias en prácticas de estudiantes universitarios en empresas o instituciones públicas o privadas son actividades que forman parte de su proceso formativo. La realización de estas prácticas permite a los estudiantes tener un contacto directo con el entorno profesional y laboral al que habrán de incorporarse cuando concluyan sus estudios. También, les permitirá poner en práctica los conocimientos obtenidos en diferentes materias, así como adquirir experiencia en el mundo empresarial y en el entorno profesional.

6.- Metodologías docentes

Las prácticas se articulan a través de los convenios suscritos por las universidades de Salamanca y Valladolid con empresas, centros de I+D+i y grupos de investigación internos o externos. Se podrán promover nuevos convenios por iniciativa tanto de las universidades, como de las empresas, organismos de investigación o los propios estudiantes. La Comisión Académica del máster velará por que las prácticas sean de calidad y permitan a los estudiantes conseguir los resultados de aprendizaje previstos. El trabajo a desarrollar tendrá una duración de 150 horas de presencia del estudiante. Cada práctica será supervisada por un tutor/a profesional (en la entidad receptora) y un tutor/a académico que formará parte del profesorado del título, y que serán responsables de realizar el seguimiento del programa formativo. La adjudicación y distribución de las prácticas se realizará teniendo en cuenta en la medida de lo posible las preferencias de los estudiantes conforme a su interés temático y profesional, así como a la normativa y criterios establecidos por la Comisión Académica del Título.

6.1.- Distribución de metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Clases teóricas y seminarios especializados					
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Prácticas	- Experimentales				
	- Virtuales				
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes					
Actividades de seguimiento online					
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.					
Otras actividades (detallar) – Prácticas curriculares				150	150
Exámenes					
TOTAL				150	150

7.- Recursos, bibliografía, referencias electrónicas o de otro tipo

Según la temática de las prácticas.

8.- Evaluación

Finalizadas las prácticas el estudiante deberá presentar un informe breve en el que se exponga la actividad realizada, conforme a los modelos oficiales de la USAL o de la UVa. Asimismo, el tutor/a profesional realizará su correspondiente informe según el modelo oficial.

La evaluación será realizada por el tutor/a académico, a partir de los informes presentados.

9.- Organización docente semanal

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Circuitos Digitales Integrados		
Materia	Circuitos y Sistemas Digitales		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55518
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Salvador Dueñas Carazo / Helena Castán Lanaspá		
Departamento(s)	Electricidad y Electrónica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: salvador.duenas@uva.es , Tel. 983423679 e-mail: helena.castan@uva.es , Tel. 983423664		
Fecha de revisión por el Comité de Título	17 de junio de 2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

El diseño de circuitos y sistemas digitales es un tema de crucial importancia en la sociedad actual, cuya base tecnológica se sustenta, en gran medida, en los circuitos integrados basados en transistores MOSFET de silicio. Desde que a comienzos de la década de los 70 del siglo XX se fabricaron los primeros circuitos lógicos con tecnología CMOS, el diseño de circuitos integrados digitales ha experimentado un vertiginoso e imparable avance, afrontando retos cada vez más complejos que hacen imprescindible su continuo estudio e innovación. La asignatura que aquí se presenta aborda los aspectos más cruciales del diseño: escalado, consumo de potencia, limitaciones tecnológicas, generación de *layouts*, diseño de lógica combinacional y secuencial, estática y dinámica, atendiendo especialmente al estado del arte y a la búsqueda de nuevas fronteras tecnológicas para la consecución de diseños energéticamente eficientes. Para ello se trata de proporcionar al estudiante una doble perspectiva: por una parte, la visión abstracta del diseño digital; y por otra, la realidad de los circuitos integrados del momento y su papel en el avance hacia la consecución de tecnologías sostenibles.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura aborda los principios fundamentales del diseño de circuitos integrados digitales, y está estrechamente vinculada a la asignatura optativa “Diseño de Sistemas Digitales Energéticamente Eficientes” que, junto a ella, constituye la Materia 4 (“Circuitos y Sistemas Digitales”); ambas se complementan mutuamente y proporcionan una visión actual y fundamental a nivel de máster de los sistemas digitales. Así mismo, esta asignatura está muy próxima a “Tecnologías de Micro y Nanofabricación Electrónica”, perteneciente a la Materia 1 (“Tecnología y Materiales Semiconductores”), en la que se estudian los procesos de fabricación de dispositivos semiconductores, con especial énfasis en la tecnología CMOS, por su indiscutible preeminencia.

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Resultados del proceso de formación y aprendizaje

2.1 Conocimientos o contenidos

- C10. Describir los bloques funcionales básicos de los circuitos y sistemas digitales de la tecnología CMOS.
- C11. Conocer las estrategias de optimización de las prestaciones, eficiencia energética y rendimiento de fabricación de los circuitos integrados.
- C12. Describir los procedimientos y condicionantes de la implementación física de los circuitos y cómo dicha implementación puede afectar a sus características.

2.2 Habilidades o destrezas

- H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.
- H8. Diseñar circuitos de escala micro y nanométrica mediante bloques digitales CMOS básicos y de complejidad intermedia.
- H9. Modelar, mediante simuladores, el comportamiento de elementos de sistemas microelectrónicos y circuitos integrados.

2.3 Competencias

- K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.
- K2. Prever las consecuencias el impacto de los últimos avances tecnológicos sobre el comportamiento rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.
- K7. Desarrollar destrezas para diseñar, simular y verificar circuitos y sistemas digitales.

3. Objetivos

- Conocer los principios básicos del Diseño CMOS VLSI.
- Estudiar y analizar los bloques elementales de los circuitos y sistemas digitales CMOS.
- Comprender los procedimientos y condicionantes de la implementación física de los circuitos y cómo dicha implementación puede afectar a sus características.
- Adquirir habilidades para el diseño VLSI de bloques digitales CMOS básicos y de complejidad intermedia.
- Desarrollar destrezas para diseñar, simular y verificar circuitos y sistemas digitales.
- Encontrar y analizar información técnica y realizar informes técnicos con dicha información.

4. Contenidos

TEMA 1: EL TRANSISTOR MOSFET

- 1.1 Principios básicos
- 1.2 Efectos físicos y de geometría

TEMA 2: TECNOLOGÍA CMOS

- 2.1 Diseño eléctrico
- 2.2 Realización de *layouts* de puertas elementales

TEMA 3: DISEÑO DIGITAL VLSI

- 3.1 Diseño de circuitos digitales combinacionales y secuenciales
- 3.2 Principios y metodología del diseño de circuitos integrados
- 3.3 Reducción de potencia, fiabilidad e integridad de la señal
- 3.4 Herramientas de test, búsqueda de fallos, rendimiento y encapsulado

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Aplicación de metodologías de diseño bottom-up mediante el uso de herramientas de captura, simulación, verificación y síntesis. Utilización del software MICROWIND.

BIBLIOGRAFÍA

- Neil Weste and David Harris. CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective. Addison-Wesley Publishing Company. 4th Edition. 2010.
- R. Jacob Baker. "CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation". Wiley-IEEE Press. 3rd Edition. 2010.
- Jan M. Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic. "Digital Integrated Circuits. A Design Perspective". Prentice Hall Electronics and VLSI Series, Charles G. Sodini, Series Editor. Second Edition. 2003.
- A. S. Sedra y K. C. Smith. "Circuitos Microelectrónicos". McGraw Hill. 2006.
- Tim Williams. The Circuit Designer's Companion. Newnes-Elsevier. 2nd. Edition. 2005.
- J.F. Wakerly. "Digital Design. Principles and Practices". Prentice Hall International. 2000.
- R. Jacob Baker. CMOS: Mixed-Signal Circuit Design. Wiley-IEEE Press. 2nd. Edition. 2009.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las sesiones de teoría y de prácticas se irán entrelazando, de manera que los conocimientos teóricos necesarios para el desarrollo de las prácticas se podrán adquirir de manera paulatina y en paralelo a su realización. Tanto las sesiones teóricas como las prácticas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula o laboratorio (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- **Clases teóricas: 44 horas**

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Prácticas experimentales: 43.5 horas**

Formato síncrono: Los profesores transmitirán a los estudiantes en sesiones presenciales de laboratorio o en modo online los recursos necesarios para el desarrollo de las prácticas que deberán realizar con objeto de adquirir las habilidades y competencias previstas.

Formato asíncrono: Las prácticas se desarrollarán parcialmente de manera online a través de los materiales y documentos depositados en el Campus Virtual, que actuará como plataforma de interacción entre los profesores y los estudiantes.

- **Tutorías (formato síncrono):**

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría como en el desarrollo de las prácticas. Se realizarán de forma online síncrona.

- **Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)**

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- **Actividades de trabajo individual**

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio, y desarrollo de los aspectos de las prácticas que no se aborden en formatos síncrono ni asíncrono.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados	8		16	24
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio				
Exposiciones y debates				
Tutorías	1			1
Prácticas				
- Experimentales	7			7
- Virtuales		6	30.5	36.5
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes		11	25	36
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.				
Exámenes	1		10	11
TOTAL	17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales		
La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, conjuntamente con una prueba escrita final.		
Criterios de evaluación		
El grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y objetivos se valorará mediante actividades de evaluación continua de trabajos de naturaleza teórica y prácticas, y una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 30%. La realización del trabajo práctico incluirá la elaboración de un cuaderno de bitácora y un informe final. Para superar la prueba escrita será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10		
Instrumentos de evaluación		
INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prueba escrita final	30%	Examen escrito con cuestiones de naturaleza teórica y práctica.
Evaluación continua	70%	Entrega y/o defensa de trabajos, tareas online, cuestionarios y actividades prácticas, participación en foros y actividades en el campus virtual.



Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda la participación activa en todas las actividades programadas, así como seguir el cronograma temporal que proporcionará el equipo docente.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.. Estas condiciones quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.

8. Consideraciones finales

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Circuitos Digitales		
Materia	Complementos Formativos		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55530
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Complementaria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	3 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Luis Alberto Marqués / Guillermo Vinuesa / Salvador Dueñas /		
Departamento(s)	Electricidad y Electrónica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: lmarques@uva.es e-mail: guillermo.vinuesa@uva.es e-mail: salvador.duenas@uva.es		
Fecha de revisión por el Comité de Título	15 de junio de 2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura de Circuitos Digitales se corresponde con uno de los dos complementos formativos contemplados en el Máster, ambos de 3 ECTS.

Esta materia se cursará por decisión de la Comisión Académica del máster.

Se cursará preferentemente antes del inicio de las actividades del plan de estudios y está orientada a establecer un punto de partida común y garantizar que los estudiantes tengan los conocimientos previos de Circuitos Electrónicos Digitales necesarios para asegurar una adecuada adquisición de los contenidos del Máster.

1.2 Relación con otras materias

El conocimiento de esta asignatura es necesario para otras asignaturas relacionadas con las tres asignaturas de la Materia de Circuitos y Sistemas Digitales

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Resultados del proceso de formación y de aprendizaje

Son Complementos Formativos para los estudiantes que adolezcan de conocimientos previos en esta materia. Por tanto, se trata de un prerrequisito que no lleva a resultados de aprendizaje del título propiamente dichos.

3. Objetivos

- Comprender los modelos y resultados básicos de la teoría formal de conmutación de circuitos y ponerla en correspondencia con la estructura y funcionamiento de circuitos eléctricos y electrónicos reales.
- Saber aplicar los principios de diseño a la construcción de sistemas combinatorios de interés en computación.
- Saber aplicar los principios de diseño a la construcción de sistemas secuenciales de interés en computación, especialmente los relacionados con el almacenamiento persistente de información.
- Conocer los principios básicos de diseño y verificación de sistemas digitales síncronos y asíncronos y saber aplicarlos a ejemplos sencillos de laboratorio.

4. Contenidos

- Electrónica Analógica y Electrónica Digital.
- Variables y funciones lógicas.
- Álgebra de Boole: postulados y teoremas.
- Funciones lógicas de dos variables. Suficiencias.
- Forma canónica de una función lógica. Simplificación de funciones lógicas.
- Códigos numéricos y alfanuméricos
- Principios de lógica combinacional.
- Análisis y diseño de circuitos combinacionales.

- Fenómenos aleatorios en circuitos combinacionales.

TEMA 3: Circuitos combinacionales integrados de uso común

- Decodificadores.
- Codificadores.
- Convertidores de código.
- Multiplexores.
- Demultiplexores.
- Comparadores binarios.
- Sumadores binarios.

TEMA 4: Cerrojos y flip-flops

- Cerrojos estáticos.
- Cerrojos dinámicos.
- Flip-Flops.

TEMA 5: Circuitos secuenciales síncronos

- Principios de diseño de circuitos secuenciales síncronos.
- Circuitos de Moore y de Mealy
- Registros de almacenamiento y registros de desplazamiento.
- Contadores.

TEMA 6: Memorias semiconductoras

- Introducción y clasificación de las memorias.
- Memorias de acceso aleatorio:
- Memorias RAM
- Memorias ROM.
- Memorias de acceso secuencial.
- Memorias FIFO.
- Memorias LIFO.

MATERIAL DOCENTE Y BIBLIOGRAFÍA

- MATERIAL PARA VISUALIZACIÓN: Para el seguimiento off line de la asignatura se han creado un conjunto de píldoras de conocimiento online a disposición de los estudiantes.. Tertulien Ndjountche. ISTE International. 2020
- *Circuitos Digitales y Microprocesadores*. H. Taub. McGraw-Hill. 1989
- *A first course in digital systems design: an integrated approach*, Uyemura, John P. (John Paul), 1999

5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Clases teóricas y seminarios especializados (formato asíncrono)

Se expondrá el contenido teórico de los temas en clases no síncronas a través del campus virtual, para transmitir a los estudiantes los conocimientos ligados a las competencias previstas.

- **Resolución de ejercicios, análisis de casos de estudio y test de autoevaluación (formato asíncrono)**

De forma asíncrona on-line se fijarán los conocimientos teóricos mediante la resolución de problemas, desarrollando los conceptos clave de forma que los estudiantes adquieran las competencias previstas. Asimismo, se propondrán a los estudiantes casos significativos con soluciones para su resolución y pruebas de autoevaluación.

- **Prácticas experimentales (formato asíncrono)**

Las clases prácticas se desarrollarán a través del campus virtual. Consistirán en la captura esquemática y simulación de circuitos digitales de complejidad media con las herramientas de software Quartus de Intel . Los estudiantes realizarán la simulación de circuitos adicionales que presentarán para su valoración práctica.

- **Tutorías (formato síncrono)**

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y dudas que les hayan surgido, tanto en la comprensión de la teoría como en la resolución de los problemas y los montajes prácticos. Se realizarán de forma on-line síncrona. Se programa una tutoría on-line de 2 horas de duración en fechas próximas al comienzo de las asignaturas del Plan de Estudios propiamente dicho, a fin de aquilatar el grado de comprensión del material de estudio

- **Interacción online (formato asíncrono)**

Se realizará a través del Campus Virtual UVa . Se utilizará para la planificación, el intercambio de documentos y la interacción habitual con los estudiantes para el desarrollo de las actividades previamente descritas.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados					
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio					
Exposiciones y debates					
Tutorías			1		1
Prácticas	- Experimentales				
	- Virtuales				
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes			10	43	53
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.			1	20	21
Exámenes					
TOTAL			12	63	75

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de autoevaluación.
Criterios de evaluación



El grado de adquisición de las competencias se valorará a través de los resultados de aprendizaje de carácter teórico y práctico obtenidos.

Se realizará mediante diferentes actividades de evaluación continua online, solución de problemas y test de autoevaluación, y realización de prácticas virtuales que se entregarán en los plazos indicados.

Instrumentos de evaluación

Realización de pruebas teóricas y/o test, resolución y discusión de ejercicios, realización y simulación de circuitos digitales en entornos virtuales.

Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta asignatura se recomienda la realización de todas las actividades programadas.

Recomendaciones para la recuperación.

Se realizará una prueba escrita de recuperación que incluirá problemas o actividades similares a las programadas a lo largo del curso.

8. Consideraciones finales

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Dispositivos optoelectrónicos		
Materia	Dispositivos semiconductores		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55516
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Iván Santos Tejido / Oscar Martínez Sacristán		
Departamento(s)	Electricidad y Electrónica Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: ivan.santos.tejido@uva.es , Tel. 983185512 e-mail: oscar.martinez@uva.es , Tel. 983423379		
Fecha de revisión por el Comité de Título	15 de junio de 2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Los dispositivos optoelectrónicos basados en semiconductores son elementos fundamentales de nuestra tecnología moderna. Se encuadran dentro de esta categoría los dispositivos que transforman la energía eléctrica en luminosa (emisores de luz), como los diodos LED y los diodos láser, así como los que reciben una señal luminosa y la transforman en una señal eléctrica (receptores de luz), donde se encuentran los fotodiodos y fototransistores, así como las células solares para producción de energía eléctrica a partir de la luz solar.

El desarrollo de las tecnologías optoelectrónicas está siendo fundamental para distintos aspectos de nuestra sociedad avanzada, por una parte para cubrir las ingentes necesidades de ancho de banda de la actual "sociedad conectada", así como un pilar fundamental de la sostenibilidad en la generación de energía, mediante paneles fotovoltaicos, y para aumentar la eficiencia de las fuentes de iluminación por medio del desarrollo de diodos LED cada vez más eficientes, con menor consumo de energía, y con una vida útil más larga. Todo este desarrollo está basado necesariamente en la investigación, desarrollo e innovación relacionados con estas tecnologías.

Los dispositivos optoelectrónicos son pues una parte fundamental de nuestra sociedad avanzada, que vienen experimentando una evolución e innovación tan imparable que estamos habituados a asumir con rapidez el advenimiento de nuevos sistemas, lo que en la sociedad actual implica la modificación de nuestros hábitos de vida. Aunque no podemos estar seguros de cómo será el futuro, resulta posible imaginar nuevos sistemas que dominarán la vida cotidiana. En este sentido, la comprensión de los principios físicos y tecnológicos de los dispositivos optoelectrónicos actuales, junto con el conocimiento de los últimos avances científicos, resultan de crucial importancia para el desarrollo de nuevas ideas que marcarán la evolución de nuestro mundo.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está estrechamente vinculada a la asignatura "Materiales semiconductores" y forma parte, junto con la asignatura "Sensores de imagen y displays" de la materia "Dispositivos semiconductores". La asignatura proporciona material de interés para nutrir a la asignatura "Sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos".

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Competencias

2.1 Generales

C2. Identificar nuevos materiales y dispositivos emergentes que permitan reducir el consumo energético y mejorar las prestaciones y funcionalidades de los sistemas electrónicos.

C3. Explicar la interacción de la luz con los semiconductores y los distintos dispositivos optoelectrónicos a que pueden dar lugar.

C4. Distinguir las características de los dispositivos optoelectrónicos empleados para la producción de energía y sistemas de iluminación eficiente.

H5. Emplear herramientas y técnicas de simulación avanzada de dispositivos electrónicos para evaluar el impacto de su diseño sobre el rendimiento y eficiencia energética.

2.2 Específicas

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

- K2. Prever las consecuencias y el impacto de los últimos avances tecnológicos sobre el comportamiento rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.
- K4. Aplicar técnicas computacionales para la evaluación de procesos, materiales y dispositivos.

3. Objetivos

- Conocer y comprender el funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos semiconductores emisores de luz y detectores de luz.
- Conocer las diferencias y comparar las prestaciones entre las distintas tecnologías de dispositivos optoelectrónicos.
- Localizar en el estado del arte las últimas propuestas e innovaciones en los ámbitos de los dispositivos optoelectrónicos.

4. Contenidos

TEMA 1: DIODOS EMISORES DE LUZ

- 1.1- Principio de funcionamiento.
- 1.2- Características de dispositivo.
- 1.3- Tipos de LEDs y aplicaciones.

TEMA 2: DIODOS LÁSER

- 2.1- Principio de funcionamiento.
- 2.2- Características de dispositivo.
- 2.3- Tipos de LDs y aplicaciones.

TEMA 3: FOTODETECTORES

- 3.1- Principio de funcionamiento.
- 3.2- Fotodiodos: características de dispositivo.
- 3.3- Tipos de fotodiodos y aplicaciones.

TEMA 4: CÉLULAS SOLARES

- 1.1 Célula solar ideal
- 4.2. Parámetros de una célula solar
- 4.3. Efectos resistivos y otros efectos
- 4.4. Materiales para células solares, tipos de células, eficiencias

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Se llevarán a cabo prácticas de laboratorio sobre caracterización de LEDs, de láseres y de células solares.

Las prácticas se realizarán de forma presencial en el laboratorio del grupo “Materiales semiconductores y nanoestructuras para la optoelectrónica” en el Edificio LUCIA, así como en los laboratorios del área de Electrónica en la E.T.S.I. Telecomunicación, situados ambos centros en el Campus Miguel Delibes de la Universidad de Valladolid.

BIBLIOGRAFÍA

La mayoría de los recursos bibliográficos que se recomiendan están incluidos en el catálogo Almendra de la Universidad de Valladolid ([ir a la lista](#)). A continuación, se indican los libros recomendados y el enlace para consultar su disponibilidad online.

- Robert F. Pierret, “Fundamentos de semiconductores”, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ([Ir al ejemplar](#)).

- Robert F. Pierret, "Advanced semiconductor fundamentals", Addison-Wesley Iberoamericana, 1989. ([Ir al ejemplar](#)).
- S. M. Sze, "Physics of semiconductor devices", John Wiley & Sons, 2007 ([Ir al ejemplar](#)).
- Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, "Fundamentals of photonics", John Wiley & Sons, 1991. ([Ir al ejemplar](#)).
- Hans P. Zappe, "Introduction to Semiconductor Integrated Optics", Artech House, 1995. ([Ir al ejemplar](#)).
- John Wilson, John Hawkes, "Optoelectronics: an introduction", Prentice-Hall, 1998. ([Ir al ejemplar](#)).
- Jeff Hecht, "Understanding Lasers: An Entry-Level Guide", Wiley-IEEE Press, 2008. ([Ir al ejemplar](#)).
- Shun Lien Chuang, "Physics of Optoelectronic Devices", John Wiley & Sons, 1995. ([Ir al ejemplar](#)).
- E. Freud Schubert, "Light-Emitting Diodes", Cambridge University Press, 2003. ([Ir al ejemplar](#)).
- A. Kitai, "Principles of Solar Cells, LEDs and related devices: The role of the PN junction", Wiley, 2019 ([Ir al ejemplar](#)).
- M. Victoria, "Fundamentals of Solar Cells and Photovoltaic System Engineering", Academic Press 2024 ([Ir al ejemplar](#)).

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Los profesores usarán parte de las horas presenciales y de las horas no presenciales dirigidas para impartir los conceptos teóricos. Se intercalarán algunas horas no presenciales dirigidas para la realización de problemas prácticos. Las sesiones de laboratorio de prácticas serán presenciales y se realizarán una vez impartidos los conceptos teóricos. Al hilo de las exposiciones teóricas se dará material a los estudiantes para profundizar en algunos conceptos de la asignatura, que los estudiantes presentarán a sus compañeros en seminarios específicos para tal fin. Las sesiones teóricas y de problemas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- **Clases teóricas: 17 horas**

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Resolución de ejercicios: 5 horas**

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a la resolución de ejercicios prácticos relacionados con los contenidos teóricos. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Prácticas experimentales presenciales: 9 horas**

Los estudiantes, en sesiones presenciales de laboratorio, realizarán prácticas relacionadas con la asignatura.

Los estudiantes, como trabajo autónomo, analizarán los resultados obtenidos de las prácticas y confeccionarán un informe por cada una de las prácticas realizadas.

- Exposiciones y debates: 2 horas

A partir de los conceptos teóricos vistos de forma presencial y no presencial, se indicará a los estudiantes material complementario, que deben trabajar de forma individual y exponer posteriormente al resto de sus compañeros en formato no presencial síncrono.

- Tutorías (formato síncrono): 1 hora

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría y en la realización de ejercicios prácticos y exposiciones orales, como en la realización de las prácticas experimentales. Se realizarán de forma online síncrona.

- Actividades de seguimiento online (formato asíncrono): 7,5 horas

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- Actividades de trabajo individual: 78,5 horas

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio y comprensión de los materiales, realización de los informes de las prácticas experimentales, etc.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados		8	9	28	45
Resolución de ejercicios			5	15	20
Prácticas experimentales	- En aula				
	- En el laboratorio	9		18	27
	- En aula de informática				
Foros de discusión, cuestionarios de evaluación, wikis, etc			2	10	12
Realización de tareas, trabajos, etc					
Tutorías			1		1
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación: informes de prácticas y exposiciones orales en las que el alumno responderá a cuestiones planteadas por los profesores de la asignatura.

Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria: Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria entregar todos los informes y realizar las exposiciones orales, y obtener una calificación final de al menos 5.0 sobre 10.0.

Aquellos estudiantes que no hagan todas las exposiciones orales o no entreguen todos los informes, recibirán una nota final de 3.0 sobre 10.0 (independientemente de la nota obtenida en los informes entregados o en las exposiciones orales realizadas), lo que implicará no superar la asignatura en la convocatoria ordinaria.

Los estudiantes que no hagan ni las exposiciones orales ni entreguen ningún informe de prácticas recibirán una nota final de 0.0 sobre 10.0.

Convocatoria extraordinaria: Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria habiendo realizado las exposiciones orales y entregado los informes de prácticas, podrán en la convocatoria extraordinaria mejorar la nota en aquellos procedimientos que consideren oportunos: mejorar los informes de prácticas y/o las presentaciones.

Aquellos estudiantes que en la convocatoria ordinaria no hayan hecho todas las exposiciones orales o no hayan entregado todos los informes, tendrán que realizar un examen teórico escrito que consistirá en una serie de cuestiones a desarrollar sobre los contenidos explicados en la asignatura. En este caso, la nota del examen supondrá el 100% de la calificación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria.

Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria extraordinaria obtener una calificación final de 5.0 sobre 10.0.

Instrumentos de evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Exposiciones sobre temas de la asignatura	40%	Al hilo de los distintos temas de la asignatura, se entregará material a los estudiantes para trabajar de forma autónoma y hacer una exposición oral.
Entrega de informe de prácticas	60%	La realización del trabajo práctico incluirá la elaboración de un cuaderno de bitácora y un informe final.

8. Consideraciones finales



Proyecto docente de la asignatura

Asignatura	Materiales semiconductores		
Materia	Tecnología y materiales semiconductores		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55515
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Jorge Manuel Souto Bartolomé		
Departamento(s)	Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: jorge.souto@uva.es , Tel. 983184406		
Fecha de revisión por el Comité de Título	17/06/2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

El estudio de las propiedades físicas de los semiconductores es fundamental para el desarrollo de dispositivos y sistemas electrónicos y optoelectrónicos. Esta asignatura proporciona los cimientos teóricos y prácticos necesarios para comprender el comportamiento de los materiales semiconductores, que son la columna vertebral de la tecnología moderna. En primer lugar, el conocimiento de las propiedades físicas de los semiconductores permite entender cómo los electrones y huecos se comportan dentro de estos materiales en respuesta a campos eléctricos o estímulos lumínicos. Esta comprensión es esencial para diseñar dispositivos electrónicos como transistores, diodos y circuitos integrados, que son los pilares de la electrónica contemporánea. Además, la caracterización de las propiedades ópticas de los semiconductores es crucial para el desarrollo de dispositivos optoelectrónicos, tales como diodos emisores de luz (LEDs), fotodetectores, sistemas fotovoltaicos y láseres. Estos dispositivos son fundamentales en aplicaciones que van desde la comunicación óptica hasta la medicina y la energía renovable.

Además de su importancia en la electrónica y la optoelectrónica convencionales, el conocimiento de las propiedades físicas de los semiconductores es fundamental para explorar y desarrollar tecnologías emergentes tales como la computación cuántica y la fotónica integrada, áreas de investigación en rápido crecimiento que prometen revolucionar la informática y las comunicaciones. Estas tecnologías se basan en principios fundamentales de la física de semiconductores para construir dispositivos y sistemas con capacidades sin precedentes en términos de velocidad, eficiencia y capacidad de procesamiento. Finalmente, las estructuras de baja dimensionalidad, desde nanohilos hasta puntos cuánticos, ofrecen propiedades únicas que impulsan avances en electrónica, fotónica y computación cuántica. Su tamaño reducido permite dispositivos más eficientes y rápidos.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura aborda las propiedades eléctricas y ópticas básicas de los materiales semiconductores, y está estrechamente vinculada a la asignatura obligatoria "Tecnologías de micro y nanofabricación electrónica", junto a la que constituye la Materia 1 ("Tecnología y Materiales Semiconductores"); sus contenidos están también muy vinculados a los de las asignaturas obligatorias "Dispositivos optoelectrónicos" y "Sensores de imagen y displays" de la Materia 2 ("Dispositivos semiconductores") y a la optativa "Sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos", de la Materia 5 ("Electrónica para tecnologías sostenibles").

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Competencias

2.1 Generales

- C1. Describir las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y dispositivos utilizados en la industria, con especial énfasis en su influencia sobre la eficiencia energética de los sistemas electrónicos.
- C6. Conocer en profundidad los procesos tecnológicos de fabricación de materiales, dispositivos y circuitos de semiconductores a escalas micro y nanométricas.
- C8. Comprender el impacto ambiental que conlleva la fabricación de circuitos integrados.
- H1. Identificar las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético, así como sus futuros avances y las nuevas soluciones que se derivan de estos.

H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.

H4. Diseñar el proceso de realización de dispositivos y circuitos integrados básicos a partir del conocimiento de las tecnologías de fabricación.

2.2 Específicas

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

K4. Aplicar técnicas computacionales para la evaluación de procesos, materiales y dispositivos.

3. Objetivos

- Revisar los principales conceptos relativos a los materiales semiconductores, incluyendo técnicas de crecimiento.
- Introducir los conceptos de ingeniería de bandgap y heteroestructuras.
- Conocer las propiedades ópticas de Si, Ge y semiconductores III-V y II-VI binarios, ternarios y cuaternarios.
- Describir las principales estructuras diseñadas para el confinamiento electrónico y/u óptico basadas en sistemas de baja dimensionalidad.
- Presentar materiales 2D (grafeno, MoS₂, WSe₂, etc) relevantes en electrónica, optoelectrónica y fotónica.
- Describir materiales de reciente interés en fotovoltaica (perovskitas, nanoestructuras de Si) y almacenamiento de energía (TiS₂, óxidos de grafeno).

4. Contenidos

TEMA 1: PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE SEMICONDUCTORES

- 1.1 Principios básicos
- 1.2 Ingeniería de bandgap
- 1.3. Heteroestructuras

TEMA 2: PROPIEDADES ÓPTICAS DE SEMICONDUCTORES

- 2.1 Absorción y emisión de radiación
- 2.2 Propiedades de aleaciones

TEMA 3: CONFINAMIENTO ELECTRÓNICO Y ÓPTICO EN MATERIALES DE BAJA DIMENSIONALIDAD

- 3.1 Pozos cuánticos
- 3.2 Guías de onda y cristales fotónicos
- 3.3 Nanohilos (NWs)

TEMA 4: NUEVOS MATERIALES

- 4.1. Grafeno y otros sistemas 2D
- 4.2. Materiales para fotovoltaica y almacenamiento de energía

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Caracterización de semiconductores volúmenes, heteroestructuras y nanoestructuras mediante espectroscopía Raman y microscopía electrónica / catodoluminiscencia.

Las prácticas se realizarán de forma presencial en el laboratorio del grupo “Materiales semiconductores y nanoestructuras para la optoelectrónica” en el Edificio LUCIA, ubicado en el Campus Miguel Delibes de la Universidad de Valladolid.

BIBLIOGRAFÍA

- M. Grundmann, “The Physics of Semiconductors”. Springer International Publishing Switzerland 2016.
- P. Y. Yu, M. Cardona, “Fundamentals of Semiconductors”. 3rd ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001.
- C. F. Klingshirn, “Semiconductor Optics”. 4th ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.
- F. Rossi, “Theory of Semiconductor Quantum Devices. Microscopic Modeling and Simulation Strategies”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
- S. Kasap, P. Capper (Eds.) “Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials”, Springer International Publishing AG 2017.
- D. A. Neamen, “Semiconductor Physics and Devices. Basic principles”, McGraw-Hill 2012.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Los profesores usarán parte de las horas presenciales y de las horas no presenciales dirigidas para impartir los conceptos teóricos. Se intercalarán algunas horas no presenciales dirigidas para la realización de problemas prácticos. Las sesiones de laboratorio de prácticas serán presenciales y se realizarán una vez impartidos los conceptos teóricos. Al hilo de las exposiciones teóricas se dará material a los estudiantes para profundizar en algunos conceptos de la asignatura, que los estudiantes presentarán a sus compañeros en seminarios específicos para tal fin. Las sesiones teóricas y de problemas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- **Clases teóricas: 17 horas**

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Resolución de ejercicios: 5 horas**

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a la resolución de ejercicios prácticos relacionados con los contenidos teóricos. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- Prácticas experimentales presenciales: 9 horas

Los estudiantes, en sesiones presenciales de laboratorio, realizarán tres prácticas relacionadas con la asignatura.

Los estudiantes, como trabajo autónomo, analizarán los resultados obtenidos de las prácticas y confeccionarán un informe por cada una de las tras prácticas realizadas.

- Exposiciones y debates: 2 horas

A partir de los conceptos teóricos vistos de forma presencial y no presencial, se indicará a los estudiantes material complementario, que deben trabajar de forma individual y exponer posteriormente al resto de sus compañeros en formato no presencial síncrono.

- Tutorías (formato síncrono): 1 hora

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría y en la realización de ejercicios prácticos y exposiciones orlaes, como en la realización de las prácticas experimentales. Se realizarán de forma online síncrona.

- Actividades de seguimiento online (formato asíncrono): 7,5 horas

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- Actividades de trabajo individual: 78,5 horas

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio y comprensión de los materiales, realización de los informes de las prácticas experimentales, etc..

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados	8	9	28	45
Resolución de ejercicios		5	15	20
Prácticas experimentales	- En aula			
	- En el laboratorio	9	18	27
	- En aula de informática			
Foros de discusión, cuestionarios de evaluación, wikis, etc		2	10	12
Realización de tareas, trabajos, etc				
Tutorías		1		1
TOTAL	17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación: informes de prácticas y exposiciones orales en las que el alumno responderá a cuestiones planteadas por los profesores de la asignatura.

Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria: Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria entregar todos los informes y realizar las exposiciones orales, y obtener una calificación final de al menos 5.0 sobre 10.0.

Aquellos estudiantes que no hagan todas las exposiciones orales o no entreguen todos los informes, recibirán una nota final de 3.0 sobre 10.0 (independientemente de la nota obtenida en los informes entregados o en las exposiciones orales realizadas), lo que implicará no superar la asignatura en la convocatoria ordinaria.

Los estudiantes que no hagan ni las exposiciones orales ni entreguen ningún informe de prácticas recibirán una nota final de 0.0 sobre 10.0.

Convocatoria extraordinaria: Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria habiendo realizado las exposiciones orales y entregado los informes de prácticas, podrán en la convocatoria extraordinaria mejorar la nota en aquellos procedimientos que consideren oportunos: mejorar los informes de prácticas y/o las presentaciones.

Aquellos estudiantes que en la convocatoria ordinaria no hayan hecho todas las exposiciones orales o no hayan entregado todos los informes, tendrán que realizar un examen teórico escrito que consistirá en una serie de cuestiones a desarrollar sobre los contenidos explicados en la asignatura. En este caso, la nota del examen supondrá el 100% de la calificación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria.

Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria extraordinaria obtener una calificación final de 5.0 sobre 10.0.

Instrumentos de evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Exposiciones sobre temas de la asignatura	40%	Al hilo de los distintos temas de la asignatura, se entregará material a los estudiantes para trabajar de forma autónoma y hacer una exposición oral
Entrega de informe de prácticas	60%	La realización del trabajo práctico incluirá la elaboración de un cuaderno de bitácora y un informe final.

8. Consideraciones finales

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Sensores de Imagen y Displays		
Materia	Dispositivos Semiconductores		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55517
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Helena Castán Lanaspa / Salvador Dueñas Carazo		
Departamento(s)	Electricidad y Electrónica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: helena.castan@uva.es , Tel. 983423664 e-mail: salvador.duenas@uva.es , Tel. 983423679		
Fecha de revisión por el Comité de Título	15 de junio de 2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La sociedad actual vive rodeada de imágenes. Cualquier persona puede capturar y visualizar imágenes al instante desde su teléfono móvil o cámara digital y compartirlas con el resto del mundo. Estas imágenes contienen gran cantidad de información que puede ser analizada e interpretada por una máquina. Actualmente existen multitud de aplicaciones para esta tecnología que van desde la detección de comportamientos u objetos en una escena para video vigilancia hasta el reconocimiento y clasificación de señales de tráfico. Como es sabido, los dispositivos físicos de captura y visualización de imagen experimentan una evolución e innovación tan imparable que estamos habituados a asumir con rapidez el advenimiento de nuevos sistemas, lo que en la sociedad actual implica la modificación de nuestros hábitos de vida. Aunque no podemos estar seguros de cómo será el futuro, resulta posible imaginar nuevos dispositivos que dominarán la vida cotidiana. En este sentido, la comprensión de los principios físicos y tecnológicos de los dispositivos actuales, junto con el conocimiento de los últimos avances científicos, resultan de crucial importancia para el desarrollo de nuevas ideas que marcarán la evolución de nuestro mundo.

El enfoque propuesto para el desarrollo de esta asignatura está muy orientado hacia las aplicaciones, y plantea una aproximación desde el punto de vista de los dispositivos hardware para captura, almacenamiento y visualización de imagen. Por tanto, se prestará atención a los dispositivos físicos, para lo cual se realizará un recorrido por los principales sistemas de visualización, captura y almacenamiento; se incidirá en los principios básicos y fundamentos físicos de cada uno de ellos, y se mostrará el estado del arte de la tecnología con énfasis en su papel en el avance hacia la consecución de tecnologías sostenibles.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está estrechamente vinculada a la asignatura “Dispositivos Optoelectrónicos” que, junto a ella, forma parte de la Materia 2 (“Dispositivos Semiconductores”), y a la que complementa en el sentido de que enfatiza las aplicaciones de los dispositivos emisores de luz para realizar sistemas de visualización de imagen. Así mismo, esta asignatura está muy próxima a “Dispositivos electrónicos emergentes”, también perteneciente a la Materia 2, y a “Circuitos Digitales Integrados”, de la Materia 4 (“Circuitos y Sistemas Digitales”), en lo que se refiere a la utilización de la tecnología CMOS para la captura de imagen y su almacenamiento, y proporciona material de interés para nutrir a la asignatura de la materia 5 “Sensores Inteligentes y Electrónica para IoT”.

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Resultados del proceso de formación y aprendizaje

2.1 Conocimientos o contenidos

C2. Identificar nuevos materiales y dispositivos emergentes que permitan reducir el consumo energético y mejorar las prestaciones y funcionalidades de los sistemas electrónicos.

C3. Explicar la interacción de la luz con los semiconductores y los distintos dispositivos optoelectrónicos a que pueden dar lugar.

C4. Distinguir las características de los dispositivos optoelectrónicos empleados para la producción de energía y sistemas de iluminación eficiente.

2.2 Habilidades o destrezas

H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.

2.3 Competencias

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

K2. Prever las consecuencias el impacto de los últimos avances tecnológicos sobre el comportamiento rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.

3. Objetivos

- Conocer y comprender el funcionamiento de los dispositivos que configuran la interfaz entre el usuario y el sistema informático, en los ámbitos de captura, almacenamiento y visualización.
- Conocer las diferencias y comparar las prestaciones entre las distintas tecnologías.
- Localizar en el estado del arte las últimas propuestas e innovaciones en los ámbitos de captura, almacenamiento y visualización.
- Programar un *display* de pantalla táctil y realizar aplicaciones de interacción con sistemas físicos mediante la utilización de una interfaz de entrada salida basada en plataformas Arduino, o simular el comportamiento de subsistemas integrados de memorias semiconductores mediante el software MICROWIND.

4. Contenidos

TEMA 1: VISUALIZACIÓN

- 1.1 Pantallas de diodos emisores de luz (LED)
- 1.2 Visualizadores de cristal líquido (LCD)
- 1.3 Pantallas de transistores de película delgada (TFT)
- 1.4 Pantallas flexibles (OLED)
- 1.5 Visualizadores de plasma (PDP)
- 1.6 Cristal líquido sobre silicio (LCoS)
- 1.7 Pantallas táctiles
- 1.8 Tinta electrónica

TEMA 2: CAPTURA

- 2.1 Sensores de imagen CCD
- 2.2 Sensores de imagen CMOS

TEMA 3: ALMACENAMIENTO

- 3.1 Memorias de estado sólido: ROM, SRAM, DRAM y FLASH
- 3.2 DVD de alta definición (HD-DVD), *Blue-Ray Disk* (BD), discos duros de estado sólido

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Se llevará a cabo un proyecto práctico enmarcado en una de las dos propuestas siguientes, en función del método docente y la metodología de aprendizaje utilizada:

- Programación de un *display* de pantalla táctil y realización de aplicaciones de interacción con sistemas físicos mediante la utilización de una interfaz de entrada salida basada en plataformas Arduino.
- Simulación del comportamiento de subsistemas integrados constituidos por memorias semiconductoras mediante el software MICROWIND.

BIBLIOGRAFÍA

- *Displays. Fundamentals & Applications*. Rolf R. Hainich and Oliver Bimber. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2011. ISBN: 978-1-56881-439-1
- *Memory Mass Storage*. Giovanni Campardo, Federico Tiziani and Massimo Iaculo, editors. Springer. 2008. ISBN: 978-3-642-14751-7
- *CMOS/CCD Sensors and Camera Systems*. Gerald C. Holst and Terrence S. Lomheim. SPIE Press, JCD Publishing. 2011. ISBN: 978-0-8194-8653-0

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las sesiones de teoría y de prácticas se irán entrelazando, de manera que los conocimientos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto práctico se podrán adquirir de manera paulatina y en paralelo a su realización. Tanto las sesiones teóricas como las prácticas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula o laboratorio (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- Clases teóricas: 44 horas

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- Prácticas experimentales: 43.5 horas

Formato síncrono: Los profesores transmitirán a los estudiantes en sesiones presenciales de laboratorio o en modo online los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto práctico que deberán realizar con objeto de adquirir las habilidades y competencias previstas.

Formato asíncrono: El proyecto práctico se desarrollará parcialmente de manera online a través de los materiales y documentos depositados en el Campus Virtual, que actuará como plataforma de interacción entre los profesores y los estudiantes.

- Tutorías (formato síncrono):

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría como en el desarrollo del proyecto práctico. Se realizarán de forma online síncrona.

- Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- Actividades de trabajo individual

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio, y desarrollo de los aspectos del proyecto práctico que no se aborden en formatos síncrono ni asíncrono.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados	8		16	24
Resolución de ejercicios y análisis de casos de estudio				
Exposiciones y debates				
Tutorías	1			1
Prácticas	- Experimentales	7		7
	- Virtuales	6	30.5	36.5
Visualización, escucha y/o lectura de materiales docentes		11	25	36
Realización de ejercicios, tareas, trabajos, etc.				
Exámenes	1		10	11
TOTAL	17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, conjuntamente con una prueba escrita final.
Criterios de evaluación
El grado de adquisición de los resultados de aprendizaje y objetivos se valorará mediante actividades de evaluación continua de trabajos de naturaleza teórica y prácticas, y una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán un 70% de la nota total de la asignatura y la prueba escrita final un 30%.
La realización del trabajo práctico incluirá la elaboración de un cuaderno de bitácora y un informe final. Para superar la prueba escrita será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10



Instrumentos de evaluación		
INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prueba escrita final	30%	Examen escrito con cuestiones de naturaleza teórica y práctica.
Evaluación continua	70%	Entrega y/o defensa de trabajos, tareas online, cuestionarios y actividades prácticas, participación en foros y actividades en el campus virtual.
Recomendaciones para la evaluación.		
Se recomienda la participación activa en todas las actividades programadas, así como seguir el cronograma temporal que proporcionará el equipo docente.		
Recomendaciones para la recuperación.		
Se realizará una prueba escrita de recuperación con idéntico peso al de la prueba final de la evaluación ordinaria. Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.. Estas condiciones quedan supeditadas a la normativa propia que al respecto puedan aprobar los organismos competentes.		

8. Consideraciones finales

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Diseño de Sistemas Digitales Energéticamente eficientes		
Materia	Circuitos y Sistemas Digitales		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55519
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Guillermo Vinuesa Sanz / Salvador Dueñas Carazo		
Departamento(s)	Electricidad y Electrónica		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: guillermo.vinuesa@uva.es , Tel. 983423000 (ext. 5513) e-mail: salvador.duenas@uva.es , Tel. 983423679		
Fecha de revisión por el Comité de Título	15 de junio de 2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

El extraordinario desarrollo alcanzado por las tecnologías de integración CMOS, junto con la sistematización de los procesos de diseño y la disponibilidad de eficaces herramientas de software (CAD), han permitido que el diseño de los circuitos integrados de aplicación específica (ASICs) sea realizado por los propios usuarios. Dentro del diseño ASIC, la utilización de lógica programable (FPGAs) resulta muy adecuada para el desarrollo de prototipos y para la fabricación de sistemas digitales individuales o de pequeñas series, en tanto que para la producción de grandes series resulta más rentable fabricar que programar el circuito integrado específico. El proceso de diseño de un ASIC dentro de una matriz de lógica programable consiste en configurar mediante sofisticadas herramientas CAD las conexiones entre las versátiles celdas estándar que las constituyen, así como la utilización de librerías de hardware. De este modo, el tiempo de diseño y depuración del diseño final disminuye drásticamente, así como también su precio, ya que no implica la fabricación y sucesivas correcciones de ningún circuito integrado. El objetivo de esta asignatura es que los estudiantes conozcan el proceso de diseño de circuitos electrónicos digitales mediante matrices de lógica programable, debido a su utilidad y creciente uso en la industria electrónica, tanto en la realización del test funcional durante el diseño de prototipos como en la posterior implementación del propio circuito ASIC. Y ello con énfasis en la realidad de los circuitos integrados del momento y su papel en el avance hacia la consecución de tecnologías sostenibles.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura, de carácter optativo está estrechamente vinculada a la asignatura obligatoria "Circuitos Digitales Integrados" que, junto a ella, constituye la Materia 4 ("Circuitos y Sistemas Digitales"); ambas se complementan mutuamente y proporcionan una visión actual y fundamental a nivel de máster de los sistemas digitales. Así mismo, esta asignatura está muy próxima a "Tecnologías de Micro y Nanofabricación Electrónica", perteneciente a la Materia 1 ("Tecnología y Materiales Semiconductores"), en la que se estudian los procesos de fabricación de dispositivos semiconductores, con especial énfasis en la tecnología CMOS, por su indiscutible preeminencia.

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Resultados del profeso de formación y aprendizaje

2.1 Conocimientos o contenidos

- C10. Describir los bloques funcionales básicos de los circuitos y sistemas digitales de la tecnología CMOS.
- C11. Conocer las estrategias de optimización de las prestaciones, eficiencia energética y rendimiento de fabricación de los circuitos integrados.
- C12. Describir los procedimientos y condicionantes de la implementación física de los circuitos y cómo dicha implementación puede afectar a sus características.
- C13. Conocer técnicas, protocolos y aplicaciones de vanguardia en el ámbito de la microelectrónica sostenible.

2.2 Habilidades o destrezas

- H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.
- H6. Diseñar sistemas electrónicos modulares y con elementos reutilizables para aplicaciones energéticamente eficientes.

H7. Identificar los dispositivos, tecnologías y circuitos específicos más apropiados desde el punto de vista energético en función de la aplicación.

2.3. Competencias

K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.

K2. Prever las consecuencias el impacto de los últimos avances tecnológicos sobre el comportamiento rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.

K6. Definir estrategias de optimización del balance entre prestaciones y consumo energético de dispositivos y sistemas electrónicos.

3. Objetivos

- Circuitos de lógica programable: FPGAs.
- Lenguajes de descripción de hardware (Verilog, VHDL): Estructura básica y sintaxis.
- Diseño de sistemas electrónicos con FPGAs.

4. Contenidos

TEMA 1: CIRCUITOS FPGA

- 1.1 Evolución del diseño lógico
- 1.2 Tecnologías básicas de la lógica programable
- 1.3 Arquitectura de los CPLDs
- 1.4 Arquitectura de las FPGAs

TEMA 2: LENGUAJE VERILOG

- 2.1 Principios básicos y descripciones estructurales
- 2.2 Descripción funcional. Diseños sintetizables
- 2.3 Módulos parametrizables
- 2.4 Bloques de memoria. Estimación de uso de recursos

TEMA 3: DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES CON FPGAs

- 3.1 Métodos de diseño de sistemas digitales
- 3.2 Diseño de sistemas electrónicos con FPGAs

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Diseño de sistemas electrónicos con FPGAs (software QUARTUS de INTEL)

BIBLIOGRAFÍA

- Michael D. Ciletti, Modeling, *Synthesis and Rapid Prototyping with the Verilog HDL*. ed., Prentice Hall, 1999.
- J. M. Lee, *Verilog Quickstart*, 3rd. ed. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- J.P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*, Addison-Wesley, 1996.
- T. Pollán Santamaria, *Electrónica Digital*, Prensas Universitarias de Zaragoza, 1994.
- R.J. Tocci, *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*, 10ª ed., Prentice Hall, 2007.
- H. Taub, *Circuitos Digitales y Microprocesadores*, McGraw-Hill, 1990.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las sesiones de teoría y de prácticas se irán entrelazando, de manera que los conocimientos teóricos necesarios para el desarrollo de las prácticas se podrán adquirir de manera paulatina y en paralelo a su realización. Tanto las sesiones teóricas como las prácticas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula o laboratorio (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- Clases teóricas: 44 horas

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- Prácticas experimentales: 43.5 horas

Formato síncrono: Los profesores transmitirán a los estudiantes en sesiones presenciales de laboratorio o en modo online los recursos necesarios para el desarrollo de las prácticas que deberán realizar con objeto de adquirir las habilidades y competencias previstas.

Formato asíncrono: Las prácticas se desarrollarán parcialmente de manera online a través de los materiales y documentos depositados en el Campus Virtual, que actuará como plataforma de interacción entre los profesores y los estudiantes.

- Tutorías (formato síncrono):

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría como en el desarrollo de las prácticas. Se realizarán de forma online síncrona.

- Actividades de seguimiento online (formato asíncrono)

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- Actividades de trabajo individual

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio, y desarrollo de los aspectos de las prácticas que no se aborden en formatos síncrono ni asíncrono.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Contenidos teóricos		8	8	28	44
Prácticas en formato síncrono	- En aula				
	- En el laboratorio	7			7
	- En aula de informática				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online, que incluyen resolución de dudas, intercambio de documentos, etc.			3	10	13
Prácticas en formato asíncrono			6	30.5	36.5
Otras actividades					
Exámenes		1		10	11
TOTAL		17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen escrito	60% - 50%	
Realización del trabajo práctico	40% - 50%	Se evaluará a partir de los trabajos prácticos realizados durante la duración de la asignatura, si bien se podrá solicitar una memoria-informe de estos para su evaluación.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Convocatoria ordinaria: Para superarla será necesario obtener una calificación de 5 sobre 10

Convocatoria extraordinaria: Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.

8. Consideraciones finales

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	Sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos		
Materia	Electrónica para tecnologías sostenibles		
Módulo	Único		
Titulación	Máster Universitario en Semiconductores y Tecnologías Electrónicas		
Plan	732	Código	55520
Periodo de impartición	1 ^{er} Cuatrimestre	Tipo/Carácter	Optativa
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Jorge Souto Bartolomé / Oscar Martínez Sacristán		
Departamento(s)	Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	e-mail: jorge.souto@uva.es , Tel. 983184406 e-mail: oscar.martinez@uva.es , Tel. 983423379		
Fecha de revisión por el Comité de Título	17/06/2025		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La sociedad actual hace un uso extensivo de dispositivos fotovoltaicos y optoelectrónicos. En lo que se refiere al consumo energético de nuestras sociedades modernas, las energías renovables son un pilar fundamental para la descarbonización del planeta, evitando así los gases de efecto invernadero y el cambio climático que se está produciendo en los últimos años. La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable, inagotable, y con un ritmo de crecimiento exponencial en los últimos años. En esta asignatura, de carácter optativo, se hará una ampliación de la materia vista en la asignatura "Dispositivos optoelectrónicos". En esa misma línea, y en cuanto a los sistemas optoelectrónicos, tras desarrollar en detalle los distintos tipos principales de láseres de semiconductor, se introducirán las comunicaciones ópticas de altas tasas de transferencia de datos a largas distancias y la criptografía óptica, de importancia trascendental en el marco tecnológico actual. Otras aplicaciones recientes de los sistemas fotónicos se encuentran en los campos biomédico, de la computación, o de conducción autónoma (LIDAR).

Los sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos, que son parte fundamental de nuestra sociedad avanzada, experimentan una evolución e innovación tan imparable que estamos habituados a asumir con rapidez el advenimiento de nuevos sistemas, lo que en la sociedad actual implica la modificación de nuestros hábitos de vida. Aunque no podemos estar seguros de cómo será el futuro, resulta posible imaginar nuevos sistemas que dominarán la vida cotidiana. En este sentido, la comprensión de los principios físicos y tecnológicos de los sistemas actuales, junto con el conocimiento de los últimos avances científicos, resultan de crucial importancia para el desarrollo de nuevas ideas que marcarán la evolución de nuestro mundo.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está vinculada a la asignatura "Materiales semiconductores" y muy estrechamente vinculada a las asignaturas "Dispositivos Optoelectrónicos" y "Sensores de imagen y displays".

1.3 Prerrequisitos

Aparte de los que dan acceso a la titulación, no se precisan requisitos específicos previos para esta asignatura.

2. Competencias

2.1 Generales

C2. Identificar nuevos materiales y dispositivos emergentes que permitan reducir el consumo energético y mejorar las prestaciones y funcionalidades de los sistemas electrónicos.

C3. Explicar la interacción de la luz con los semiconductores y los distintos dispositivos optoelectrónicos a que pueden dar lugar.

C4. Distinguir las características de los dispositivos optoelectrónicos empleados para la producción de energía y sistemas de iluminación eficiente.

H1. Identificar las limitaciones de la tecnología de semiconductores y su impacto en el consumo energético, así como sus futuros avances y las nuevas soluciones que se derivan de estos.

H2. Utilizar la bibliografía especializada para actualizar de modo autónomo los conocimientos sobre los materiales semiconductores, las tecnologías de fabricación y el diseño y aplicaciones de circuitos y sistemas microelectrónicos.

2.2 Específicas

- K1. Evaluar el impacto de las propiedades físicas fundamentales de los materiales semiconductores y la tecnología de fabricación de dispositivos y circuitos integrados en la producción industrial sostenible y la eficiencia energética de sistemas electrónicos y optoelectrónicos.
- K2. Prever las consecuencias el impacto de los últimos avances tecnológicos sobre el comportamiento rendimiento, consumo e impacto medioambiental de los circuitos y sistemas electrónicos, y sus aplicaciones.
- K8. Ser capaz de evaluar estrategias de I+D+i en los sectores de la microelectrónica y la optoelectrónica con una perspectiva de sostenibilidad, a partir del conocimiento de los últimos avances en materiales, tecnologías, y herramientas de estos sectores.
- K9. Aplicar el conocimiento adquirido integrándolo con una visión global y avanzada de la física y tecnología de los semiconductores y de la electrónica sostenible.

3. Objetivos

- Conocer y comprender el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos avanzados.
- Conocer las diferencias y comparar las prestaciones entre las distintas tecnologías.
- Localizar en el estado del arte las últimas propuestas e innovaciones en los ámbitos de los sistemas fotovoltaicos y optoelectrónicos.

4. Contenidos

TEMA 1: SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

- 1.1 Generaciones de células solares. Nuevos conceptos
- 1.2 Procesos de fabricación de las células solares
- 1.3 Elementos de una instalación fotovoltaica
- 1.4 Técnicas de caracterización de sistemas fotovoltaicos

TEMA 2: SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS AVANZADOS

- 2.1 Arquitecturas de láseres de semiconductores
- 2.2 Comunicaciones ópticas
- 2.3. Amplificadores
- 2.4. Circuitos fotónicos integrados
- 2.5. LIDAR

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Se llevarán a cabo tres prácticas de laboratorio sobre caracterización óptica y eléctrica de módulos fotovoltaicos, medidas en instalaciones fotovoltaicas, y caracterización de láseres mono- y multi- modo.

Las prácticas se realizarán de forma presencial en el laboratorio del grupo "Materiales semiconductores y nanoestructuras para la optoelectrónica" en el Edificio LUCIA de la Universidad de Valladolid.

BIBLIOGRAFÍA

- Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, "Fundamentals of photonics", John Wiley & Sons, 1991. ([Ir al ejemplar](#)).
- Hans P. Zappe, "Introduction to Semiconductor Integrated Optics", Artech House, 1995. ([Ir al ejemplar](#)).
- John Wilson, John Hawkes, "Optoelectronics: an introduction", Prentice-Hall, 1998. ([Ir al ejemplar](#)).
- Jeff Hecht, "Understanding Lasers: An Entry-Level Guide", Wiley-IEEE Press, 2008. ([Ir al ejemplar](#)).

- Shun Lien Chuang, "Physics of Optoelectronic Devices", John Wiley & Sons, 1995. ([Ir al ejemplar](#)).
- E. Freud Schubert, "Light-Emitting Diodes", Cambridge University Press, 2003. ([Ir al ejemplar](#)).
- A. Yariv, P. Yeh, "Photonics. Optical electronics in modern communications", Oxford University Press 6a edición 2007.

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Los profesores usarán parte de las horas presenciales y de las horas no presenciales dirigidas para impartir los conceptos teóricos. Se intercalarán algunas horas no presenciales dirigidas para la realización de problemas prácticos. Las sesiones de laboratorio de prácticas serán presenciales y se realizarán una vez impartidos los conceptos teóricos. Al hilo de las exposiciones teóricas se dará material a los estudiantes para profundizar en algunos conceptos de la asignatura, que los estudiantes presentarán a sus compañeros en seminarios específicos para tal fin. Las sesiones teóricas y de problemas se desarrollarán en parte en formato síncrono, en clases presenciales de aula (accesibles también de modo online por videoconferencia), y en parte en formato asíncrono, a través de los repositorios y foros del Campus Virtual, y el correo electrónico.

Las horas lectivas totales se distribuirán de la siguiente manera entre el trabajo dirigido por el profesor y el trabajo autónomo del estudiante:

- Horas lectivas totales: $4.5 \text{ ECTS} \times 25 \text{ horas/ECTS} = 112.5 \text{ horas}$
- Horas dirigidas por el profesor: $4.5 \text{ ECTS} \times 7.5 \text{ horas/ECTS} = 34 \text{ horas}$
- Horas de trabajo autónomo: $4.5 \times 17.5 \text{ horas/ECTS} = 78.5 \text{ horas}$

La distribución de las horas lectivas en función de las actividades realizadas será la siguiente:

- **Clases teóricas: 17 horas**

Formato síncrono: Clase magistral participativa, se llevará a cabo presencialmente en el aula o en modo online.

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a los contenidos teóricos no desarrollados en las clases presenciales u online desarrolladas en formato síncrono, para transmitir los conocimientos ligados a las competencias previstas. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Resolución de ejercicios: 5 horas**

Formato asíncrono: Se pondrá a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual el material correspondiente a la resolución de ejercicios prácticos relacionados con los contenidos teóricos. La interacción entre estudiantes y profesores será en modo online.

- **Prácticas experimentales presenciales: 9 horas**

Los estudiantes, en sesiones presenciales de laboratorio, realizarán tres prácticas relacionadas con la asignatura.

Los estudiantes, como trabajo autónomo, analizarán los resultados obtenidos de las prácticas y confeccionarán un informe por cada una de las tras prácticas realizadas.

- **Exposiciones y debates: 2 horas**

A partir de los conceptos teóricos vistos de forma presencial y no presencial, se indicará a los estudiantes material complementario, que deben trabajar de forma individual y exponer posteriormente al resto de sus compañeros en formato no presencial síncrono.

- **Tutorías (formato síncrono): 1 hora**

Las tutorías tienen como objetivo fundamental que los estudiantes puedan exponer las dificultades y resolver las dudas que les vayan surgiendo, tanto en la comprensión de la teoría y en la realización de ejercicios prácticos y

exposiciones orales, como en la realización de las prácticas experimentales. Se realizarán de forma online síncrona.

- **Actividades de seguimiento online (formato asíncrono): 7,5 horas**

Se llevará a cabo mediante el foro de clase del Campus Virtual u otros formatos online (correo electrónico), y se utilizará para la resolución de dudas, el intercambio de documentos y la interacción necesaria entre estudiantes y profesores para el desarrollo de las actividades que constituyen la asignatura.

- **Actividades de trabajo individual: 78,5 horas**

Constituyen el trabajo personal de los estudiantes: búsqueda de documentación, lecturas de textos especializados y artículos científicos, estudio y comprensión de los materiales, realización de los informes de las prácticas experimentales, etc..

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Formato síncrono (presencial u online)	Formato asíncrono (campus virtual, online)		
Clases teóricas y seminarios especializados	8	9	28	45
Resolución de ejercicios		5	15	20
Prácticas experimentales	- En aula			
	- En el laboratorio	9	18	27
	- En aula de informática			
Foros de discusión, cuestionarios de evaluación, wikis, etc		2	10	12
Realización de tareas, trabajos, etc				
Tutorías		1		1
TOTAL	17	17	78.5	112.5

7. Sistema y características de la evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación de los resultados de aprendizaje y de los objetivos de la asignatura se basará principalmente en el trabajo continuado controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación: informes de prácticas y exposiciones orales en las que el alumno responderá a cuestiones planteadas por los profesores de la asignatura.
Criterios de evaluación
Convocatoria ordinaria: Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria entregar todos los informes y realizar las exposiciones orales, y obtener una calificación final de al menos 5.0 sobre 10.0.
Aquellos estudiantes que no hagan todas las exposiciones orales o no entreguen todos los informes, recibirán una nota final de 3.0 sobre 10.0 (independientemente de la nota obtenida en los informes entregados o en las exposiciones orales realizadas), lo que implicará no superar la asignatura en la convocatoria ordinaria.
Los estudiantes que no hagan ni las exposiciones orales ni entreguen ningún informe de prácticas recibirán una nota final de 0.0 sobre 10.0.
Convocatoria extraordinaria: Para la nota de esta convocatoria se tendrán en cuenta los trabajos ya realizados en la convocatoria ordinaria.

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria habiendo realizado las exposiciones orales y entregado los informes de prácticas, podrán en la convocatoria extraordinaria mejorar la nota en aquellos procedimientos que consideren oportunos: mejorar los informes de prácticas y/o las presentaciones.

Aquellos estudiantes que en la convocatoria ordinaria no hayan hecho todas las exposiciones orales o no hayan entregado todos los informes, tendrán que realizar un examen teórico escrito que consistirá en una serie de cuestiones a desarrollar sobre los contenidos explicados en la asignatura. En este caso, la nota del examen supondrá el 100% de la calificación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria.

Es condición necesaria para aprobar la asignatura en convocatoria extraordinaria obtener una calificación final de 5.0 sobre 10.0.

Instrumentos de evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Exposiciones sobre temas de la asignatura	40%	Al hilo de los distintos temas de la asignatura, se entregará material a los estudiantes para trabajar de forma autónoma y hacer una exposición oral
Entrega de informe de prácticas	60%	La realización del trabajo práctico incluirá la elaboración de un cuaderno de bitácora y un informe final.

8. Consideraciones finales