

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

M2026 - Técnicas Fotónicas para el Monitorizado y Control de Procesos Industriales

Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de la Luz  
Optativa. Curso 1

Curso Académico 2022-2023

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título/s	Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de la Luz	Tipología y Curso	Optativa. Curso 1
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación		
Módulo / materia	ESPECIALIDAD EN FABRICACIÓN AVANZADA MÓDULO DE ESPECIALIZACIÓN		
Código y denominación	M2026 - Técnicas Fotónicas para el Monitorizado y Control de Procesos Industriales		
Créditos ECTS	6	Cuatrimestre	Cuatrimestral (2)
Web			
Idioma de impartición	Español	English friendly	Sí
		Forma de impartición	Presencial

Departamento	DPTO. TECNOLOGIA ELECTRONICA E INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA
Profesor responsable	FRANCISCO JAVIER MADRUGA SAAVEDRA
E-mail	francisco.madruga@unican.es
Número despacho	Edificio Ing. de Telecomunicación Prof. José Luis García García. Planta: - 3. DESPACHO PROFESORES (S324)
Otros profesores	ADOLFO COBO GARCIA JOSE ALBERTO GUTIERREZ GUTIERREZ

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Generales para entrar en el máster

- Estadística.
- Matlab.
- Fundamentos físicos básicos sobre energía, calor, Ondas y Campo eléctrico.
- Resolución de circuitos electrónicos.
- Conocimientos básicos sobre control de procesos industriales.
- Conocimientos básicos sobre el concepto de sensor, tipos de sensores, prestaciones, sensores ópticos, imagen, etc.
- Transformada de Fourier, Laplace.
- Ecuaciones diferenciales básicas.
- Integrales básicas.

Específicos que se dan en asignaturas previas

- Radiometría y fotometría. Conceptos básicos. Cuerpos negros.
- Espectro de luz.
- Lentes, propiedades y funcionalidad de cada tipo.
- Concepto de índice de refracción
- Número F#, distancia focal, aperturas, FOV, etc.
- Fórmula de la cámara
- Fuentes de luz, halógeno, xenón, diodos LED, Láser, etc.
- Cámaras, conceptos y tipología (blanco y negro, color, tipos de sensores).
- Detectores de luz, tipologías, características, estructuras semiconductoras y circuitos.
- Fuentes de ruido de detectores fotónicos, desde el sensor hasta la electrónica asociada.
- Detectores de imagen. Tipologías, ventajas y desventajas de cada tipo.
- Fuentes de ruido en detectores de imagen.
- Medida de calidad de imagen. (MTF, etc...)
- Láseres y características básicas.
- Tipos de láser, sus especificaciones y cómo se miden.
- Conceptos de incandescencia, fluorescencia, fosforescencia y luminiscencia.
- Transformadas de Fourier bidimensionales.
- Formación de imágenes.

Se realizará un test inicial para comprobar que tienen dichos conocimientos.

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

<b>Competencias Genéricas</b>
Planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado que utilice la óptica y fotónica en nuevos entornos y contextos amplios y multidisciplinares.
Buscar, obtener, procesar, comunicar información en el ámbito específico del título, incluyendo información compleja, limitada o incompleta, y valorando sus implicaciones sociales y éticas.
Conocer y utilizar las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos y productos relacionados con la óptica y la fotónica, y sus aplicaciones
Capacidad para la actualización continua de conocimientos científico-técnicos multidisciplinares, de forma auto-dirigida y autónoma
Aportar soluciones eficaces desde el punto de vista técnico y económico con tecnologías ópticas y fotónicas.
Redactar informes técnicos con claridad, coherencia y una estructura adecuada.
<b>Competencias Específicas</b>
Conocer la instrumentación específica de un área de aplicación avanzada en ciencia e ingeniería de la luz.
<b>Competencias Básicas</b>
Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
<b>Competencias Transversales</b>
Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.
Demostrar la capacidad de resolver problemas complejos aplicando los conocimientos adquiridos a ámbitos distintos de los originales.
Aplicar el pensamiento lógico/matemático: el proceso analítico a partir de principios generales para llegar a casos particulares; y el sintético, para a partir de diversos ejemplos extraer una regla general.
Extraer de un problema complejo la dificultad principal, separada de otras cuestiones más técnicas o de índole menor.
Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento, desarrollando estrategias de aprendizaje autónomo.
Desarrollar el pensamiento crítico y autocrítico.
Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información científico-técnica y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.
Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
Gestionar eficazmente el tiempo y priorizar adecuadamente las tareas.

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Reconocer la importancia del monitorizado y en el control de procesos en el entorno de la industria del futuro y responder a las preguntas de qué se pretende y que se precisa en dicho sector.
- Reconocer técnicas mecánicas, químicas o electrónicas que se aplican en el control de procesos e identificará sus limitaciones en contraposición a las técnicas fotónicas de control de procesos.
- Conocer y comparar fundamentos, ventajas, diseños básicos y limitaciones de sistemas basados en láseres, como LIDAR, LIBS, LUT, Raman, Speckle, etc.,
- Conocer y comparar fundamentos, ventajas, diseños básicos y limitaciones de sistemas basados en imagen 3D, Ir, Térmica, hiperespectral, multiespectral, de iluminación estructura, etc.
- Aplicar los sistemas basados en láseres, como LIDAR, LIBS, LUT, Raman, Speckle, etc. al monitorizado y en el control de procesos
- Aplicar los sistemas basados en imagen 3D, Ir, Térmica, hiperespectral, multiespectral, de iluminación estructurada, etc. al monitorizado y en el control de procesos
- Aplicar algoritmos, controles o esquemas para el análisis y la toma de decisiones a partir de los datos obtenidos con técnicas fotónicas.

### 4. OBJETIVOS

- Adquirir en este módulo una visión completa de la importancia del monitorizado y en el control de procesos en el entorno de la industria del futuro que le permitirá responder a las preguntas de qué se pretende y que se precisa en dicho sector.
- Conocer técnicas mecánicas, químicas o electrónicas que se aplican en el control de procesos e identificará sus limitaciones en contraposición a las técnicas fónicas de control de procesos.
- Entender los fundamentos, ventajas, diseños básicos, limitaciones y aplicación de sistemas basados en láseres, como LIDAR, LIBS, LUT, Raman, Speckle, etc., así como los sistemas basados en imagen 3D, Ir, Térmica, hiperespectral,
- Aplicar algoritmos, controles o esquemas para el análisis y la toma de decisiones a partir de los datos obtenidos con técnicas fotónicas.

5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES	
ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
<b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>	
HORAS DE CLASE (A)	
- Teoría (TE)	25
- Prácticas en Aula (PA)	25
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	10
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	60
<b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>	
- Tutorías (TU)	15
- Evaluación (EV)	10
Subtotal actividades de seguimiento	25
<b>Total actividades presenciales (A+B)</b>	<b>85</b>
<b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo en grupo (TG)	20
Trabajo autónomo (TA)	45
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
<b>Total actividades no presenciales</b>	<b>65</b>
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>150</b>

6. ORGANIZACIÓN DOCENTE													
CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU-NP	EV-NP	Semana
1	Introducción. ¿Qué es la monitorización y el control de procesos? Necesidades de la industria.	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	1
2	Técnicas no fotónicas para el monitorizado y el control de procesos (mecánicas, químicas, electrónicas,...)	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	2-3
3	Técnicas fotónicas basadas en láser para el monitorizado y el control de procesos (LIDAR, LUT, LIBS, Raman, Speckle,...).	6,00	6,00	2,00	0,00	0,00	4,00	0,00	1,00	7,00	0,00	0,00	4-6
4	Técnicas fotónicas basadas en imagen para el monitorizado y el control de procesos (imagen 3D, 2D, IR, Térmica, Hiperespectral, multiespectral, dual, escáner, iluminación estructurada,...).	8,00	8,00	6,00	0,00	0,00	5,00	0,00	1,00	10,00	0,00	0,00	7-10
5	Gestión de datos, Toma automática de decisiones (fuzzy logic, inteligencia artificial, métodos estadísticos,...)	5,00	5,00	2,00	0,00	0,00	4,00	0,00	1,00	7,00	0,00	0,00	11-14
6	Trabajo Final en Grupo. Diseño de sistemas fotónicos para el control de procesos o artículo científico con los resultados de las prácticas desarrolladas en clase o de forma virtual.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	15,00	4,00	0,00	0,00	15
7	Examen Final	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	10,00	0,00	0,00	15
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>25,00</b>	<b>25,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>15,00</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>	<b>45,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Esta organización tiene carácter orientativo.

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial

## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Actividades de evaluación continua	Otros	No	Sí	30,00
Calif. mínima	4,00			
Duración	15 semanas			
Fecha realización	N.A.			
Condiciones recuperación	Examen final			
Observaciones	Esta actividad consiste en la recopilación de entregables relacionados con problemas, ejercicios, prácticas, diseños, trabajos, test de repaso y otras actividades, tanto individuales como en grupo, en el aula y fuera de ella. Estas actividades exigen una asistencia regular a las clases magistrales, a las actividades de aprendizaje en el aula y a las prácticas.			
Exámenes parciales tipo test	Examen escrito	No	Sí	30,00
Calif. mínima	4,00			
Duración	3 horas			
Fecha realización	Durante el curso			
Condiciones recuperación	Examen Test final de recuperación			
Observaciones	Examen test de los contenidos parciales que se han ido viendo durante el curso.			
Trabajo Final	Trabajo	Sí	Sí	40,00
Calif. mínima	4,00			
Duración	4 semanas			
Fecha realización	N.A.			
Condiciones recuperación	Otro trabajo de recuperación			
Observaciones	Actividad de trabajo cooperativo centrada en el diseño de un sistema fotónico para el control de un proceso..			
<b>TOTAL</b>				<b>100,00</b>
<b>Observaciones</b>				
Se prevé la evaluación a distancia de los trabajos, ejercicios prácticos de laboratorio y pruebas escritas, en el caso de una nueva alerta sanitaria por COVID-19 haga imposible realizar la evaluación de forma presencial.				
<b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>				
La actividades de evaluación continua pueden efectuarlas a través de un aula virtual. Los exámenes parciales y el trabajo final en las mismas condiciones que el resto de alumnos.				



## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

BÁSICA
Handbook of Optical Fibre Sensing Technology (José Miguel López-Higuera (Editor)) / Wiley
An Introduction to Optoelectronic Sensors (Giancarlo C Righini, Antonella Tajani, Antonello Cutolo)
Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing 1st Edition (by Xavier Maldague (Author)) / Wiley-Interscience;
Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS): fundamentals and applications / edited by Andrzej W. Miziolek, Vincenzo Palleschi, Israel Schechter/ Cambridge University Press
OCT Made Easy /Hiram G. Bezerra, Guilherme F. Attizzani, Marco A. Costa/ CRC Press
Photonics for Safety and Security/ Edited By: Antonello Cutolo, Anna Grazia Mignani and Antonella Tajani
Smart Sensors for Industrial Applications/ Edited By Krzysztof Iniewski/ CRC Press
Infrared Thermal imaging/ M. Volmer K-P. Möllmann/ Wiley-VCH
Complementaria
Papers en revistas especializadas NDT&E, industrial application, Sensors, journal of composite materials.
webminar y seminarios varios.

## 9. SOFTWARE

PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO
MATLAB	ETSIIT	-4	80	Libre

## 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Comprensión escrita                 | <input checked="" type="checkbox"/> Comprensión oral |
| <input checked="" type="checkbox"/> Expresión escrita                   | <input checked="" type="checkbox"/> Expresión oral   |
| <input type="checkbox"/> Asignatura íntegramente desarrollada en inglés |  |

### Observaciones

Se podrá impartir tutorías y entregar documentación en inglés.