

**Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad**

Asignatura	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE INSTRUMENTACIÓN		
Materia	ELECTRÓNICA PARA COMUNICACIONES		
Módulo			
Titulación	MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	544	Código	53809
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	Lourdes Pelaz Pedro López		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5502 / ext. 5654 E-MAIL: lourdes@ele.uva.es, pedrol@ele.uva.es		
Departamento	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		

1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La instrumentación electrónica de medida y control está presente en los ámbitos más diversos de nuestro mundo. Progresivamente se han ido incorporando en las plantas de producción industrial, los laboratorios de investigación, los hospitales y también elementos habituales de la vida cotidiana como los automóviles o los electrodomésticos. Más recientemente, con la amplia difusión de los “Smart phones”, el “internet de las cosas” y sistemas embebidos tipo “arduino”, el desarrollo de sensores y sistemas de medida ha experimentado un vertiginoso auge y ha abierto un gran abanico de posibilidades de aplicaciones, muchas de las cuales ni siquiera hoy imaginamos todavía. Los sensores tradicionales siguen teniendo gran importancia, pero la integración de sensores en dispositivos portátiles ha planteado nuevos retos en la tecnología de fabricación de estos sensores miniaturizados, así como el acondicionamiento de los mismos. Si bien la tecnología necesaria para la fabricación de estos dispositivos está ligada a grandes empresas tecnológicas, el desarrollo de aplicaciones basadas en esta tecnología es accesible desde ámbitos más próximos. Un profesional que conozca las bases en las que se fundamentan los sensores y los esquemas de acondicionamiento puede extraer gran cantidad de información de cada sensor, combinar la que proporcionan diferentes sensores y desarrollar aplicaciones mucho más ambiciosas o novedosas para los que inicialmente fueron creados.

Esta asignatura proporciona los conocimientos necesarios para comprender la tecnología, el funcionamiento y el acondicionamiento de los sistemas electrónicos de medida y control con énfasis en los sistemas integrados, así como las competencias necesarias para el desarrollo de sistemas, no solo en los dispositivos móviles integrados sino también para aplicaciones industriales, médicas, automoción, etc.

1.2 Relación con otras materias

Esta materia tiene relación con otras de la titulación, que hace que para aplicaciones completas, el alumno tenga que adquirir los conocimientos y competencias que se desarrollan en cada una de ellas (telemática, comunicaciones, procesamiento de señal), si bien cada una tiene un enfoque particular e incide en aspectos teóricos o técnicos de ámbitos concretos. Algunas aplicaciones concretas de las TICs (domótica, bioingeniería, etc.) tienen una base importante en los sensores y sistemas de medida electrónicos.

1.3 Prerrequisitos

Esta asignatura se apoya en los conocimientos y destrezas básicos de instrumentación electrónica para, a partir de ellos, incluir conceptos y aplicaciones más avanzadas. Ello se concreta en asignaturas previas exigidas para la admisión al máster, en particular, la asignatura “Instrumentación Electrónica” en el grado de Tecnologías de Telecomunicación, en el grado Tecnologías Específicas de Telecomunicación-especialidad Sistemas Electrónicos y en los complementos de formación para otras especialidades.



Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.

2. Competencias

2.1 Generales

G8. Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.

G11. Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

G12. Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

2.2 Específicas

SE4. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

SE5. Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Describir la tecnología de fabricación de sensores integrados y las singularidades de los sistemas inteligentes de medida y control.
- Evaluar críticamente diferentes tecnologías, sensores, actuadores, transductores, sistemas de acondicionamiento, o equipos de medida existentes en el mercado.
- Seleccionar componentes electrónicos en base al análisis de sus prestaciones y precio para sistemas electrónicos de instrumentación, con énfasis en aplicaciones concretas.



- Analizar y diseñar circuitos de acondicionamiento para sensores y sistemas optoelectrónicos apoyándose en modelos analíticos y en el empleo de software apropiado.
- Diseñar aplicaciones basadas en sensores y dispositivos optoelectrónicos.
- Integrar diferentes bloques funcionales en sistemas de instrumentación completos.
- Defender públicamente propuestas, soluciones o aplicaciones alternativas realizadas.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Sistemas Electrónicos de Instrumentación

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

La asignatura se organiza en un único bloque temático dividido en seis temas que abordan los elementos principales de los sistemas modernos de instrumentación electrónica, desde la recogida de la señal a través del sensor hasta la adquisición en sistemas digitales. No es objetivo de la asignatura el procesamiento digital de la señal sino todas las etapas de hardware hasta que la señal es convertida a digital.

En el primer tema revisaremos aspectos generales de los sistemas de instrumentación.

En los temas dos a cinco abordaremos los distintos bloques funcionales de los sistemas de adquisición.

El último tema lo dedicaremos a algunos ejemplos de instrumentación electrónica para aplicaciones específicas.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Describir la tecnología de fabricación de sensores integrados y las singularidades de los sistemas inteligentes de medida y control.
- Evaluar críticamente diferentes tecnologías, sensores, actuadores, transductores, sistemas de acondicionamiento, o equipos de medida existentes en el mercado.
- Seleccionar componentes electrónicos en base al análisis de sus prestaciones y precio para sistemas electrónicos de instrumentación, con énfasis en aplicaciones concretas.
- Analizar y diseñar circuitos de acondicionamiento para sensores y sistemas optoelectrónicos apoyándose en modelos analíticos y en el empleo de software apropiado.
- Diseñar aplicaciones basadas en sensores y dispositivos optoelectrónicos.
- Integrar diferentes bloques funcionales en sistemas de instrumentación completos.
- Defender públicamente propuestas, soluciones o aplicaciones alternativas realizadas.

c. Contenidos

TEMA 1: Sistemas inteligentes de medida y control



- 1.1 Introducción.
- 1.2 Sistemas de medida y control.
- 1.3 Smart systems e Internet de las cosas (IoT)
- 1.4 Sistemas de “cosechado de Energía”.
- 1.5 Tecnologías MEMS.

TEMA 2: Sensores

- 2.1 Especificaciones.
- 2.2 Evaluación de errores.
- 2.3 Modelado.

TEMA3: Estrategias de medida y acondicionamiento.

- 3.1 Bloques básicos de acondicionamiento.
- 3.2 Circuitos con condensadores conmutados.
- 3.3 Linealización.
- 3.4 Compensación dinámica del offset
- 3.5 Compensación de la temperatura.

TEMA 4: Dispositivos optoelectrónicos: circuitos y aplicaciones.

- 4.1 Introducción
- 4.2 LEDs: fundamento y características.
- 4.3 Fotodiodos: fundamentos, características.
- 4.4 Estabilidad en amplificadores de transimpedancia con fotodiodos.

TEMA 5: Adquisición y transmisión de la señal.

- 5.1 Introducción
- 5.2 Conversión analógica/digital
- 5.3 Conversores voltaje / frecuencia
- 5.4 Bucles de tensión, bucles de corriente.

TEMA 6: Instrumentación electrónica para aplicaciones específicas.

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Seguridad eléctrica.
- 6.3 Instrumentación específica.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Aprendizaje colaborativo
- Estudio de casos prácticos en aula y en laboratorio
- Prácticas de laboratorio.

e. Plan de trabajo



Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Informes y/o defensa de casos prácticos o de documentación a lo largo del curso.
- Informes sobre las prácticas asignadas a lo largo del curso.
- Prueba individual escrita al final del cuatrimestre.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- G.C.M. Meijer, *Smart Sensor Systems*, John Wiley&Sons, 2008
- S.O. Kasap, *Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices*, Prentice-Hall, 2001.
- J. J. Carr & J. M. Brown, *Introduction to Biomedical Equipment Technology*, Prentice-Hall, 1998.

g.2 Bibliografía complementaria

- R. Frank, *Understanding Smart Sensors*, Artech House, 1996.
- J.W. Gardner, *Microsensors: Principles and Applications*, John Wiley&Sons, 1994
- T. Togawa, T. Tamura, P.Ake Oberg, *Biomedical Sensors and Instruments*, CRS Press, 2011.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Documentación en la página de la asignatura del campus Virtual

Tutoriales de Analog Devices: <https://www.analog.com/en/education/education-library/tutorials.html>

Tutoriales de Texas Instruments: <https://training.ti.com/ti-precision-labs-overview?context=1139747>

h. Recursos necesarios

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Ordenador y video-proyector para transparencias (powerpoint) disponible en el aula.
- Documentación para los casos prácticos (especificaciones comerciales, notas de aplicación de fabricantes) disponibles en formato electrónico.
- Componentes y equipos electrónicos disponibles en el Laboratorio de Instrumentación.
- Programas de simulación de circuitos (SPICE) y de instrumentación virtual (LabView) así como ordenadores disponibles en el laboratorio de Instrumentación.

En caso de un transcurso normal de la docencia los recursos estarán disponibles o serán accesibles desde las aulas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1	Semanas 1-15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las clases teóricas consistirán en la exposición de contenidos para asentar los aspectos básicos que serán ilustrados con ejemplos reales. En las clases prácticas de aula se incidirá ampliamente en el análisis de casos prácticos relevantes obtenidos principalmente de notas de aplicación de los principales fabricantes de componentes de instrumentación electrónica. Estos casos prácticos se utilizarán para ilustrar la repercusión práctica de los conceptos teóricos, fomentar la valoración crítica de las diferentes opciones y familiarizarse con la documentación científico-técnica habitual en el entorno de la instrumentación electrónica. Durante todo el curso se emplearán hojas de especificaciones comerciales de sensores y circuitos integrados de los componentes y se hará especial énfasis en las implicaciones de las no idealidades de los mismos en las prestaciones de los sistemas de medida. Todas las tareas asignadas serán individuales aunque en clase se fomentará la discusión colectiva de resultados. A través del campus virtual, se suministrará a los alumnos la documentación electrónica elaborada por los docentes así como los enlaces a otros documentos externos. Todas las entregas de los alumnos se realizarán por vía electrónica.

Las prácticas de laboratorio consistirán en la simulación de circuitos con PSpice, el uso de instrumentación virtual (LabVIEW), y el montaje y caracterización de circuitos. Las prácticas se realizarán siempre de forma individual y respetando la distancia de seguridad y las medidas higiénicas necesarias. Se simularán o bien se montarán y caracterizarán circuitos y bloques funcionales de algunos de los sistemas de instrumentación explicados en la parte teórica de la asignatura. Se utilizarán tarjetas de adquisición de datos y software de instrumentación virtual para la captura, procesamiento y visualización de las señales de salida de los montajes prácticos.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
--	-------	-----------------------------	-------



Clases teórico-prácticas	18	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas de aula	25	Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Laboratorios	15		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios			
Tutorías grupales	2		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)			
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la agenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Informes y/o defensa de casos prácticos y/o trabajos de documentación (INF)	40%	La calificación final se obtendrá como $\text{Nota} = \text{EX}^{(30/100)} * \text{LAB}^{(30/100)} * \text{INF}^{(40/100)}$. Para superar la asignatura dicha Nota debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10.0.
Informes de prácticas de laboratorio (LAB)	30%	
Examen final escrito (EX)	30%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Validez y corrección de los resultados.
 - Profundidad en el análisis de resultados, identificando los elementos claves y justificando los resultados obtenidos.
 - Rigor y adecuada presentación acorde a estándares científico-técnicos.

Si la Nota global es inferior a 5.0 pero alguna de las partes INF, LAB o EX tiene una calificación parcial igual o superior a 5.0 sobre 10.0 se podrá mantener esa nota para la convocatoria extraordinaria dentro del mismo curso académico.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Validez y corrección de los resultados.
 - Profundidad en el análisis de resultados, identificando los elementos claves y justificando los resultados obtenidos.



- Rigor y adecuada presentación acorde a estándares científico-técnicos.

Los alumnos pueden mantener la calificación de las partes que hayan superado en la convocatoria ordinaria o presentarse de nuevo en la convocatoria extraordinaria, en cuyo caso la calificación aplicable sería la obtenida en la convocatoria extraordinaria. Los alumnos que no hayan superado la prueba final escrita, tendrán un examen de contenidos teórico-prácticos. Los alumnos que no hayan superado la parte de prácticas de laboratorio, tendrán un examen práctico de simulación. Los alumnos que no hayan superado la defensa o informes de casos prácticos se les asignará un nuevo tema de trabajo, cuya entrega se realizará en la fecha del examen de la convocatoria extraordinaria. Cada una de las partes tendrá el mismo peso que en la convocatoria ordinaria.

8. Consideraciones finales

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.

**Adenda a la Guía Docente de la asignatura****A4. Contenidos y/o bloques temáticos****Bloque 1: Sistemas Electrónicos de Instrumentación**Carga de trabajo en créditos ECTS: **c. Contenidos Adaptados a formación online**

Los contenidos que se indican a continuación asumen que la asignatura se impartirá en su totalidad de forma online. Si la docencia de parte de la asignatura hubiera sido presencial, los contenidos de la docencia online se reducirían a aquellos que no se hubieran impartido ya de forma presencial.

TEMA 1: Sistemas inteligentes de medida y control

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Sistemas de medida y control.
- 1.3 Smart systems e Internet de las cosas (IoT)
- 1.4 Sistemas de "cosechado de Energía".
- 1.5 Tecnologías MEMS.

TEMA 2: Sensores

- 2.1 Especificaciones.
- 2.2 Evaluación de errores.
- 2.3 Modelado.

TEMA3: Estrategias de medida y acondicionamiento.

- 3.1 Bloques básicos de acondicionamiento.
- 3.2 Circuitos con condensadores conmutados.
- 3.3 Linealización.
- 3.4 Compensación dinámica del offset
- 3.5 Compensación de la temperatura.

TEMA 4: Dispositivos optoelectrónicos: circuitos y aplicaciones.

- 4.1 Introducción
- 4.2 LEDs: fundamento y características.
- 4.3 Fotodiodos: fundamentos, características.
- 4.4 Estabilidad en amplificadores de transimpedancia con fotodiodos.

TEMA 5: Adquisición y transmisión de la señal.

- 5.1 Introducción
- 5.2 Conversión analógica/digital
- 5.3 Conversores voltaje / frecuencia
- 5.4 Bucles de tensión, bucles de corriente.

TEMA 6: Instrumentación electrónica para aplicaciones específicas.



- 6.1 Introducción.
- 6.2 Seguridad eléctrica.
- 6.3 Instrumentación específica.

d. Métodos docentes online

Las clases teóricas se impartirán en sesiones síncronas mediante videoconferencia.

Las clases prácticas de aula se gestionarán mediante trabajos individuales de casos prácticos a realizar por los alumnos de manera off-line complementados con sesiones síncronas de videoconferencia para aclarar conceptos y dudas.

Las prácticas de laboratorio se realizarán mediante la simulación de circuitos e instrumentación virtual, sin montaje experimental. Para ello los alumnos disponen de los ordenadores del laboratorio de instrumentación a los que se puede acceder de forma remota a través de VirtualLab.

e. Plan de trabajo online

Al comienzo del periodo on-line se entregará un anexo en el que se detallará el plan de trabajo de periodo on-line.

f. Evaluación online

- Evaluación continua de informes y/o defensa de casos prácticos o de documentación.
- Evaluación continua del trabajo de laboratorio mediante la entrega de informes de prácticas.
- Prueba de contenidos teórico-prácticos al final del cuatrimestre.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: 6 ECTS	Semanas 1-15

A5. Métodos docentes y principios metodológicos



Los aspectos más teóricos se impartirán en el horario asignado a la asignatura mediante videoconferencia. Los alumnos dispondrán de la documentación electrónica necesaria utilizada por el docente en las presentaciones, así como enlaces a documentación electrónica adicional.

Cada tema llevará asignado la elaboración de un caso práctico que será realizado por los alumnos de manera individual. Previamente a cada tarea se realizará una videoconferencia para describir los trabajos asignados, los puntos más relevantes y/o explicar algún concepto complementario. Se les proporcionará a los estudiantes ejemplos resueltos detallados en formato electrónico que les pueda servir de guía. Se habilitará en el campus virtual un foro de discusión para cada tarea asignada. Se establecerán tutorías grupales mediante videoconferencia para exponer y aclarar dudas generales. Adicionalmente, se podrá solicitar tutorías individuales que se realizarán mediante videoconferencia en horario acordado. La entrega se realizará por vía electrónica mediante informe escrito y en algún caso también se podría solicitar la defensa pública oral (mediante videoconferencia) de parte del mismo.

Las prácticas de laboratorio consistirán en la simulación de circuitos con PSPICE y el uso de software de instrumentación virtual (LabVIEW). Para ello los alumnos disponen de los ordenadores del laboratorio de instrumentación a los que se puede acceder de forma remota a través del Servidor de laboratorios Virtual VirtLab.tel.uva.es. Además de los enunciados de las prácticas, se proporcionarán documentos de apoyo con explicaciones sobre cómo utilizar el software de simulación. Se realizarán sesiones sincrónicas mediante videoconferencia para explicar el desarrollo de las prácticas y la resolución de dudas.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

La distribución indicada a continuación asumen que la asignatura se impartirá en su totalidad de forma online. Si la docencia de parte de la asignatura hubiera sido presencial, las actividades de la docencia online se reducirían a aquellos que no se hubieran impartido ya de forma presencial.

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽²⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Explicación de conceptos teórico prácticos	18	Estudio individual	34
Explicación de aspectos relacionados con los casos prácticos y resolución de dudas	12	Resolución de los casos prácticos	36
Tutorías grupales	6	Realización de informes de casos prácticos	12
Explicación de las prácticas y resolución de dudas de laboratorio	3	Realización prácticas de laboratorio	20
		Realización de informes de prácticas	9
Total presencial a distancia	39	Total no presencial	111
Total presencial a distancia + no presencial			150

⁽²⁾ Actividad presencial a distancia en este contexto es cuando el grupo sigue por videoconferencia la clase impartida por el profesor en el horario publicado para la asignatura.

A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Informes de casos prácticos (INF)	40%	La calificación final se obtendrá como $\text{Nota} = \text{EX}^{(30/100)} * \text{LAB}^{(30/100)} * \text{INF}^{(40/100)}$. Para superar la asignatura dicha Nota debe ser igual o superior a 5.0 sobre 10.0.
Informes de laboratorio (LAB)	30%	
Examen on-line escrito (EX)	30%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**

- Validez y corrección de los resultados.
- Profundidad en el análisis de resultados, identificando los elementos claves y justificando los resultados obtenidos.
- Rigor y adecuada presentación acorde a estándares científico-técnicos.

Si la Nota global es inferior a 5.0 pero alguna de las partes INF, LAB o EX tiene una calificación parcial igual o superior a 5.0 sobre 10.0 se podrá mantener esa nota para la convocatoria extraordinaria dentro del mismo curso académico, y solo presentarse a la parte no superada en la convocatoria extraordinaria.

- **Convocatoria extraordinaria:**

- Validez y corrección de los resultados.
- Profundidad en el análisis de resultados, identificando los elementos claves y justificando los resultados obtenidos.
- Rigor y adecuada presentación acorde a estándares científico-técnicos.

Los alumnos pueden mantener la calificación de las partes que hayan superado en la convocatoria ordinaria o presentarse de nuevo en la convocatoria extraordinaria, en cuyo caso la calificación aplicable sería la obtenida en la convocatoria extraordinaria. Los alumnos que no hayan superado la prueba final escrita, tendrán un examen de contenidos teórico-prácticos. Los alumnos que no hayan superado la parte de prácticas de laboratorio, tendrán un examen práctico de simulación. Los alumnos que no hayan superado la defensa o informes de casos prácticos se les asignará un nuevo tema de trabajo, cuya entrega se realizará en la fecha del examen de la convocatoria extraordinaria. Cada una de las partes tendrá el mismo peso que en la convocatoria ordinaria.