



DATOS IDENTIFICATIVOS

Acondicionamiento de Señal y Sensores

Asignatura	Acondicionamiento de Señal y Sensores			
Código	V04M141V01110			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Industrial			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Cao Paz, Ana María			
Profesorado	Cao Paz, Ana María Gómez Fernández, Marta			
Correo-e	amcaopaz@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			

Descripción general El propósito principal de esta asignatura es que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios acerca de los principios físicos y las técnicas que se aplican a los sensores utilizados por los sistemas de instrumentación electrónica para la medida de variables físicas; así como adquiera los conocimientos básicos de funcionamiento y este familiarizado con los parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal y adquisición de datos: multiplexores y demultiplexores analógicos; amplificadores de instrumentación; amplificadores programables; amplificadores de aislamiento; filtros activos; circuitos de muestreo y retención; convertidores digital-analógicos y analógico-digitales; así como un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente forma:

- +Principios de funcionamiento y parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal y adquisición de datos.
- +Circuitos electrónicos utilizados en el acondicionamiento de sensores:
- Presentación de un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto: circuitos de linealización, circuitos modificadores de nivel de señal. Circuitos adaptadores. Fuente de tensiones de referencia. Convertidores tensión-corriente. Interruptores y multiplexores analógicos, ...
- Amplificadores en el acondicionamiento de sensores: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, y amplificadores de aislamiento.
- Filtros activos.
- Circuitos de muestreo y retención, convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.
- +Interfaces entre sensores y procesadores digitales.
- +Análisis de los principales parámetros que caracterizan el comportamiento de los sensores.
- +Principios físicos fundamentales que intervienen en la comprensión de los diversos tipos de sensores.
- +Aplicaciones más relevantes de los sensores en los diferentes ámbitos de la instrumentación electrónica.

El objetivo fundamental de la parte práctica de la asignatura es que el alumno adquiera:

- +capacidad de análisis de los parámetros característicos de los sensores integrados en los sistemas de instrumentación electrónica.
- +habilidades prácticas tanto en el montaje de circuitos y de medida con los instrumentos de laboratorio, para poder distinguir y caracterizar los diferentes circuitos electrónicos estudiados, como en la identificación y resolución de errores en los montajes.

El alumno, al finalizar la asignatura, debe saber distinguir y caracterizar los diferentes sensores y sus principales campos de aplicación; y debe tener habilidades prácticas en el manejo de herramientas informáticas que faciliten el almacenamiento, visualización y análisis de datos obtenidos en los experimentos de laboratorio realizados con los sensores

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código

A1	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.
A2	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.
C7	CET7. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C18	CTI7. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios de funcionamiento de distintos tipos de sensores y sus aplicaciones.	A1 A2 C7 C18
Conocer la estructura general de un circuito de acondicionamiento.	A1 A2 C7 C18
Comprender los parámetros de especificación y diseño de circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.	A1 A2 C7 C18
Conocer las estructuras de los sistemas de adquisición de datos.	A1 A2 C7 C18
Conocer y saber utilizar herramientas informáticas para el análisis, visualización y almacenamiento de la información suministrada por los sensores.	A1 A2 C7 C18

Contenidos

Tema	
Tema 1: Sistemas de adquisición de datos.	Introducción. Circuitos acondicionadores entre sensores de salida analógica y un procesador digital. Circuitos acondicionadores entre sensores de salida digital y un procesador digital. Tipos de sistemas de adquisición de datos. Aplicaciones con circuitos acondicionadores reales. Circuitos integrados comerciales.
Tema 2: Interfaces entre sensores y procesadores digitales.	Definición. Sistemas industriales. Clasificación de los interfaces entre sensores y un procesador digital. Conexión con aislamiento galvánico. Conceptos básicos de comunicaciones. Transmisión en banda base digital. Fabricación integrada por computador. Buses de campo.
Tema 3: Amplificadores para el acondicionamiento de sensores.	Introducción. Características de los amplificadores operacionales. Imperfecciones estáticas del amplificador operacional real. Imperfecciones dinámicas del amplificador operacional real. Amplificador operacional real compensado internamente. Filtros analógicos. Filtros analógicos activos. Filtros analógicos activos de capacidades conmutadas. Programas de diseño de filtros asistido por computador.
Tema 4: Acondicionamiento de sensores: Amplificadores especiales.	Necesidad de amplificadores especiales. Clasificación de los amplificadores especiales. Amplificador de instrumentación. Amplificador de instrumentación programable. Amplificadores con autocorrección de la deriva. Amplificador de aislamiento. Amplificador de transconductancia. Amplificador de transimpedancia. Amplificador logarítmico.
Tema 5: Circuitos acondicionadores de sensores analógicos (1).	Definición. Circuitos adaptadores. Linealización analógica. Puente de alterna capacitivo. Circuitos amplificadores para sensores moduladores. Acondicionamiento de sensores optoelectrónicos. Amplificador electrométrico. Amplificador de carga con sensores piezoeléctricos.
Tema 6: Circuitos acondicionadores de sensores analógicos (2).	Circuitos de excitación. Fuente de tensión de referencia. Fuente de corriente. Circuitos generadores de señales. Circuitos convertidores de parámetro y formato. Convertidores de tensión en corriente. Convertidores de corriente en tensión. Convertidores Digital-Analógico. Convertidores Analógico-Digital. Convertidores del formato analógico al temporal. Convertidores del formato temporal al analógico.

Tema 7: Introducción a los sensores.	Sistema de medida. Concepto de sensor. Características generales de los sensores. Clasificación según el tipo de mensurando. Características estáticas. Características dinámicas. Características mecánicas. Características de fiabilidad.
Tema 8: Sensores resistivos de temperatura y Galgas extensométricas.	Tipos de sensores resistivos. Potenciómetros. Galgas extensométricas. Aplicaciones de las Galgas extensométricas. Sensores resistivos metálicos. Termistores. Aplicaciones de los sensores resistivos. Circuitos básicos de acondicionamiento de los sensores resistivos.
Tema 9: Sensores fotorresistivos, optoelectrónicos y otros sensores resistivos.	Tipos de fotorresistencias. Aplicaciones de las fotorresistencias. Sensores optoelectrónicos. Sensores de imágenes. Fotomultiplicadores. Aplicaciones de los sensores optoelectrónicos. Codificadores de posición. Sensores magnetorresistivos. Higrómetros. Detectores de gases. Sensores de conductividad en líquidos. Sensores de intensidad.
Tema 10: Sensores Capacitivos, Sensores Inductivos y Magnéticos.	Sensores de condensador variable. Sensores de condensador variable diferencial. Circuitos de acondicionamiento de sensores capacitivos. Sensores capacitivos detectores de objetos. Tipos de sensores inductivos. Sensores inductivos de inductancia variable. Sensores inductivos de reluctancia variable. Sensores de corrientes de Foucault. Sensores electromagnéticos. Sensores de efecto Hall.
Tema 11: Sensores generadores.	Tipos de sensores generadores. Termoelectricidad. Termopares. Piezoelectricidad. Circuitos acondicionadores de sensores piezoeléctricos. Piroelectricidad. Acondicionamiento de sensores piezoeléctricos. Sensores fotovoltaicos. Sensores electroquímicos.
Tema 12: Sensores de ultrasonidos.	Fundamentos. Propagación en medios homogéneos. Generación de ultrasonidos. Tipos de sensores de ultrasonidos. Aplicación a la detección de objetos inmóviles. Aplicación a la detección de objetos móviles. Caudalímetros.
Práctica 0.A: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) I.	Introducción a LabVIEW mediante ejemplos de programación. Familiarización con el entorno y la ejecución de flujo de datos de LabVIEW: paneles frontales, diagramas de bloques, e iconos y conectores. Trabajar con tipos de datos como arrays y clusters. Bucles en LabVIEW: estructuras While y For.
Práctica 0.B: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) II.	Introducción a LabVIEW mediante ejemplos de programación. Funciones matemáticas. Toma de decisiones: estructura Case. Salvar y cargar datos. Mostrar y editar resultados: controles e indicadores, gráficos y diagramas, temporización del bucle. Crear y salvar programas en LabVIEW de modo que puedan ser usados como subrutinas: SubVIs. Crear aplicaciones que utilicen dispositivos de adquisición de datos.
Práctica 1: Circuitos auxiliares.	Implementación y verificación de un circuito que se comporta como fuente de tensión de referencia. Implementación y verificación de un circuito que se comporta como fuente de corriente.
Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	Implementación y análisis de un amplificador de instrumentación basado en tres operacionales a partir de componentes discretos. Implementación y análisis de un amplificador de instrumentación comercial con ganancia ajustable por potenciómetro.
Práctica 3: Amplificador de aislamiento.	Implementación de un circuito que utilizando un optoacoplador lineal IL300 permita realizar el acoplamiento óptico de señales analógicas en el rango de 0 a 5 voltios. Modificar el circuito para que puedan aplicarse señales bipolares a su entrada.
Práctica 4: Filtros activos.	Implementación de un filtro activo. Identificación de la topología, el orden, y el tipo de filtro. Calcular su frecuencia de corte teórica. Comprobación de su respuesta en frecuencia utilizando el generador de funciones y el osciloscopio. Representar la magnitud de la respuesta en frecuencia del filtro (diagrama de magnitud de Bode).
Práctica 5: Sistema de medida de una variable física basada en un sensor comercial.	Diseño del circuito de acondicionamiento de un sistema de medida basado en un sensor comercial a partir de los circuitos utilizados y las habilidades adquiridas en las prácticas previas.
Práctica 6: Estimación y análisis de los parámetros característicos de una tarjeta de adquisición de datos comercial.	Estimación de dichos parámetros en los canales de entrada/salida analógicos/digitales de una tarjeta de adquisición de datos comercial.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	1	2
Lección magistral	28	35	63
Prácticas de laboratorio	16	24	40
Examen de preguntas objetivas	1.5	21	22.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Actividades introductorias	Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio y de la instrumentación y software a utilizar. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El estudiante, mediante trabajo autónomo, deberá aprender los conceptos introducidos en el aula y preparar los temas sobre la bibliografía propuesta. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. El estudiante adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y la implementación de circuitos propuestos. El estudiante adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de prácticas, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. En estas clases se trabajarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas, el manejo de la instrumentación, la implementación de circuitos y las herramientas de programación. La información para solicitar las tutorías podrá consultarse en el perfil de MooVi del equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331
Lección magistral	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio. La información para solicitar las tutorías podrá consultarse en el perfil de MooVi del equipo docente: Ana María Cao Paz: https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331

Evaluación				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. Para ello, se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la participación y el trabajo desarrollado durante las sesiones prácticas. La nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas prácticas se evaluarán las competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.	40	A1 A2	C7 C18
Examen de preguntas objetivas	Primera prueba parcial: Esta prueba parcial se realizará a mitad del cuatrimestre y en ella se evaluarán los temas expuestos en las sesiones magistrales previas. La fecha de esta prueba se notificará al alumnado el primer día de clases. En esta prueba se evaluarán las competencias CB1, CB2, y CE18.	30	A1 A2	C18
Examen de preguntas objetivas	Segunda prueba parcial: Esta prueba se llevará a cabo en la fecha del examen final. En ella se evaluarán los contenidos expuesto en clase que no fueron evaluados en la primera prueba parcial. En esta prueba se evaluarán las competencias CB1, CB2, y CE18.	30	A1 A2	C18

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Evaluación continua

La asignatura se divide en dos partes: teoría (dos pruebas parciales con un peso del 30% cada una de ellas) y práctica (40%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan.

- Teoría

Se realizarán 2 pruebas parciales de teoría (PT1 y PT2) debidamente programadas a lo largo del curso. La primera prueba (PT1) se realizará a mitad de cuatrimestre, en horario de teoría y será comunicada al estudiantado con suficiente antelación. La segunda prueba (PT2) se realizará el día del examen final en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un estudiante no puede participar el día en que estén programadas, el profesor no tiene obligación de repetir las.

Cada prueba parcial constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o de desarrollo de temario y/o de resolución de ejercicios. La nota de cada prueba parcial de teoría se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que no se asista será de 0 puntos. La nota final de teoría (NFT) será la media aritmética de las notas de los parciales:

$$\text{NFT} = (\text{PT1} + \text{PT2})/2$$

Para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de las pruebas PT1 y PT2. Si se ha obtenido menos de 5 puntos de 10 en la primera prueba parcial, el alumno podrá recuperar dicha parte el mismo día de la segunda prueba parcial de teoría.

- **Práctica**

La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas.

Para la valoración de la parte práctica se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones de prácticas. Cada práctica se valorará con una nota (NP) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que no se asista será de 0. La nota final de las prácticas (NFP) será la media aritmética de las notas de todas las prácticas.

- **Nota final de la asignatura**

En la nota final (NF), la nota final de teoría (NFT) tendrá un peso del 60% y la nota final de prácticas (NFP) del 40%. En este caso, la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0.6 \cdot \text{NFT} + 0.4 \cdot \text{NFP}$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en cada una de las pruebas parciales de teoría, la nota final será la mínima entre la nota obtenida (NF) y 4.5 puntos.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $\text{NF} \geq 5$.

2.- Evaluación global

El alumnado que solicite la renuncia a la evaluación continua, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, deberá realizar dos pruebas escritas (PT1 y PT2) que constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o de desarrollo de temario y/o de resolución de ejercicios. Cada prueba se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de teoría (NFT) será la media aritmética de las notas de las pruebas parciales:

$$\text{NFT} = (\text{PT1} + \text{PT2})/2$$

En la parte práctica, el alumnado que opte por la evaluación global, tendrá que realizar un examen práctico de laboratorio al finalizar la prueba escrita. Este examen práctico se valorará de 0 a 10 puntos, obteniendo una nota de examen de prácticas (NEP).

La calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0.6 \cdot \text{NFT} + 0.4 \cdot \text{NEP}$$

Para aprobar la asignatura, será imprescindible que en todas las pruebas se alcance el mínimo de 5 puntos, esto es: $\text{PT1} \geq 5$, $\text{PT2} \geq 5$ y $\text{NEP} \geq 5$. En el caso de no haber alcanzado el mínimo en alguna de estas pruebas, la nota final será la mínima entre la nota final calculada (NF) y 4.5 puntos.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $\text{NF} \geq 5$.

3. Oportunidad extraordinaria

- **De la evaluación continua:**

En la convocatoria extraordinaria, el estudiantado que haya seguido la evaluación continua, podrá recuperar las pruebas que no haya superado en la oportunidad ordinaria (PT1 y/o PT2), manteniendo la nota final de prácticas que haya obtenido. La

nota final se calculará con los mismos pesos ponderados:

$$NF = 0.6 \cdot NFT + 0.4 \cdot NFP$$

$$\text{Siendo } NFT = (PT1 + PT2)/2$$

De la misma forma que en la convocatoria ordinaria, para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de las pruebas PT1 y PT2. En el caso de no haber alcanzado el mínimo, la nota final será la mínima entre la nota obtenida (NF) y 4.5 puntos. Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $NF \geq 5$.

- **De la evaluación global:**

El estudiantado que haya optado por la evaluación global y que no haya superado la materia en la oportunidad ordinaria, contará con esta oportunidad extraordinaria en la que podrá evaluarse en el día fijado por la dirección de la Escuela del 100% de los contenidos de la asignatura. La evaluación será idéntica a la que se debe de seguir en la oportunidad ordinaria para la evaluación global por lo que se aplica todo lo expuesto en el correspondiente apartado **2.- Evaluación global**.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed., Editorial Garceta, 2013

Franco, S., **Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos**, 3ª ed., McGraw-Hill, 2004

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

Norton, H.N., **Sensores y analizadores**, Gustavo Gili D.L., 1984

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed., Marcombo D.L., 2003

Pallás Areny, R., Casas, O., y Bragó, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal. Problemas resueltos**, Marcombo D.L., 2008

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2012

Bibliografía Complementaria

del Río Fernández, J., Shariat-Panahi, S., Sarriá Gandul, S., y Lázaro, A.M., **LabVIEW: Programación para Sistemas de Instrumentación**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2011

Recomendaciones

Otros comentarios

Requisitos: Para matricularse de esta materia es necesario tener superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos inferiores al curso en el que está emplazada esta materia.

Compromiso ético:

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).