



DATOS IDENTIFICATIVOS

Instrumentación electrónica y sensores

Asignatura	Instrumentación electrónica y sensores			
Código	V05G300V01621			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			

Descripción general El propósito principal de esta asignatura es formar al estudiante en el diseño y caracterización de los sistemas de instrumentación electrónica, y las diferentes alternativas de sensores que presentan señales analógicas y digitales a la entrada de dichos sistemas de instrumentación. En primer lugar, se presentan y desarrollan los conceptos asociados con los sensores, y el acondicionamiento de las señales generadas. A continuación se introducen los diferentes tipos de conexiones serie y paralelo, la instrumentación programable, y las redes de instrumentación más relevantes tanto cableadas como inalámbricas.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente forma:

- + 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.
- + Arquitecturas de la instrumentación electrónica, desde las configuraciones más sencillas punto a punto, hasta las más complejas en grandes sistemas distribuidos, y se introducen las normas internacionales.
- + Diseño de la instrumentación programable, analizando los buses GPIB, VXI y PXI.
- + Clasificación de arquitecturas para instrumentación electrónica en diferentes ámbitos de aplicación. Se introducen las normas de Buses de Campo tanto cableados como inalámbricos.

Los objetivos fundamentales de la parte práctica de la asignatura son que el alumno adquiera tanto la capacidad de análisis de los parámetros característicos de los sensores integrados en los sistemas de instrumentación electrónica, como de las herramientas VEE y LabVIEW para un correcto manejo de los buses de instrumentación programable. El alumno, al finalizar la asignatura, debe conocer y saber manejar correctamente los instrumentos de laboratorio, debe distinguir y caracterizar los diferentes sensores, y tener habilidades prácticas en el diseño de arquitecturas de instrumentación electrónica.

La documentación de la asignatura estará en castellano. La asignatura se impartirá y evaluará en castellano.

Competencias

Código	
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
B5	CG5 Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos su ámbito específico de la telecomunicación.
C42	(CE42/SE4): Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
C46	(CE46/SE8): Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.

D3 CT3 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocimiento de los distintos tipos de sensores y sus aplicaciones.	B3	C42 C46	D2 D3
Capacidad para el desarrollo de circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.	B4 B5	C42 C46	D2 D3
Conocimiento y utilización de herramientas informáticas para tratamiento de datos y representación de la información.	B4 B5	C42 C46	
Conocimiento de los principios básicos de la instrumentación programable y su utilización.	B3	C42 C46	D2 D3

Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción a los sensores.	Formas de conversión de la energía. Conceptos de sensor, transductor y actuador. Características estáticas y dinámicas. Otras características. Clasificación de sensores. Criterios de selección. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
Tema 2: Sensores resistivos de temperatura. Galgas extensométricas.	Sensores resistivos de temperatura: Características generales. Tipos. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación. Galgas extensométricas: Principio de funcionamiento. Características generales. Modos de utilización. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 3: Fotorresistivos y optoelectrónicos. Otros sensores resistivos.	Fotorresistivos y optoelectrónicos: Principios físicos. Características generales. Codificadores. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación. Otros sensores resistivos: Sensores de gases. Magnetorresistencias. Potenciométricos. Principio de funcionamiento. Características generales. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 4: Sensores capacitivos. Sensores inductivos y magnéticos.	Sensores capacitivos: Introducción. Principios de medida. Parámetros. Acondicionamiento. Sensores de proximidad capacitivos. Ejemplos de aplicación. Sensores inductivos y magnéticos: Introducción. Principio de funcionamiento. Tipos de transformador variable. Parámetros. Acondicionamiento. Sensores de efecto Hall. Ejemplos de aplicación.
Tema 5: Sensores pirométricos y termografía infrarroja. Termopares. Otros tipos de sensores.	Sensores pirométricos y termografía infrarroja: Principio de funcionamiento. Características generales. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación. Termopares: Principio de funcionamiento. Tipos de termopares. Escalas de calibración. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación. Otros tipos de sensores: Piroeléctricos. Ultrasonidos. Magnetostrictivos. Captación de nivel por radar. Biosensores. Sensores analíticos. Energía nuclear y altas energías.

Tema 6: La instrumentación programable.	<p>Hitos históricos de la instrumentación electrónica: Evolución de la instrumentación. Sistemas de instrumentación. Definiciones. Necesidades actuales y perspectivas futuras. La instrumentación programable. La instrumentación conmutada. Los sistemas híbridos de instrumentación.</p> <p>Conceptos generales. El bus GPIB. Configuraciones e instrumentos. Normas IEEE 488.1/488.2. Procedimientos de transferencia. El HS488.</p> <p>Grupos de órdenes GPIB. Funciones básicas. Circuitos integrados para GPIB. Tarjetas de controladores GPIB. La norma SCPI. Entornos de programación para diseño de sistemas ATE.</p>
Tema 7: Buses multiprocesador normalizados.	<p>Los sistemas de tarjetas. Aplicaciones de los buses normalizados. Clasificación. Tipos de conectores y tarjetas. Clasificación de los sistemas multiprocesadores. Sistemas multiprocesadores de memoria compartida. Multiplexación. Clasificación de árbitros de bus. Técnicas de arbitraje.</p> <p>Concepto de bus asíncrono. Direccionamiento. Transferencia de datos. Interrupciones. Diseño eléctrico de buses de alta velocidad. Señales TTL y ECL. La física del backplane. Emisores (drivers), receptores (receivers) y transceptores (transceivers). Estándares internacionales.</p>
Tema 8: El bus VME.	Introducción. Módulos funcionales. Subbuses y señales. La transferencia de datos. Tipos de arbitraje. Circuito controlador del sistema. La cadena de interrupción. Productos comerciales.
Tema 9: Normas en la instrumentación programable.	Introducción a los buses VXI y PXI. Subbuses y señales. Configuraciones. Tipos de dispositivos. Productos y sistemas de desarrollo. PCI Express y la instrumentación conmutada. Ethernet y su versión LXI de instrumentación. AXIEe para altas prestaciones.
Tema 10: Los buses de campo.	Características generales. Clasificación. Ejemplos prácticos: PROFIBUS Y CAN. Infraestructuras de transporte inteligente (ITS). Buses empotrados de automoción: LIN, MOST, FLEXRAY, JSAE 1939 y otros. Norma IEEE 1451 para sensores inteligentes. Herramientas de desarrollo.
Tema 11: Las redes inalámbricas.	Las bandas ISM. Características de las redes inalámbricas. Multiplexación y modulación. El concepto SDR. Normas WLAN y WPAN. Normas IEEE 802.15.1/4/3 (Bluetooth, Zigbee y UWB). Redes para sensores inalámbricos (WSNs). Otras redes comerciales.
Práctica 1: Introducción a LabVIEW.	Introducción a LabVIEW mediante ejemplos de programación.
Práctica 2: Sensores de Temperatura: Termistor NTC.	Acondicionamiento y desarrollo de instrumento virtual de medida (Termómetro).
Práctica 3: Sensores optoelectrónicos: Fotodiodo PIN.	Análisis de la respuesta espectral.
Práctica 4: Sensor Capacitivo: Acelerómetro.	Análisis y postprocesado para desarrollo de un instrumento virtual de medida de inclinación.
Práctica 5: Instrumentación programable I.	Comprobación experimental de la respuesta en frecuencia de dos circuitos RC sencillos mediante el control programable de la instrumentación del puesto del laboratorio. El control programable se realizará a través de una conexión USB entre el PC y cada instrumento.
Práctica 6: Instrumentación programable II.	Desarrollar una aplicación que verifique, mediante el control programable de algunos de los instrumentos situados en un chasis VXI, si la respuesta en frecuencia de un circuito RC sencillo se corresponde con la de un filtro paso bajo o paso alto. El control programable de cada instrumento desde el PC se realizará a través de una conexión LAN (Local Area Network) y utilizando una pasarela (gateway) GPIB -Ethernet.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	2	2	4
Sesión magistral	16	23	39
Prácticas de laboratorio	14	12	26
Trabajos tutelados	7	28	35
Pruebas de tipo test	3	43	46

*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 CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
Sesión 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 CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
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 el montaje de circuitos propuestos. El estudiante adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de laboratorio, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
Trabajos tutelados	Actividad de manejo de conocimientos básicos con el objetivo de desarrollar un trabajo de búsqueda y selección de conocimientos más amplios y específicos dentro del ámbito de la asignatura. El alumno debe demostrar un grado de autonomía adquirido tras la correcta asimilación de los contenidos impartidos que lo capacite para una posterior investigación de contenidos más avanzados. La actividad se desarrollará en grupo alrededor de un tema propuesto por el profesor y el trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en el transcurso de las sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C). En estas clases se trabajarán las competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Sesión magistral: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. 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. Prácticas de laboratorio: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación. Trabajos tutelados: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso, y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá dudas y consultas de los estudiantes sobre el trabajo tutelado propuesto.
Prácticas de laboratorio	Sesión magistral: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. 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. Prácticas de laboratorio: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación. Trabajos tutelados: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso, y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá dudas y consultas de los estudiantes sobre el trabajo tutelado propuesto.
Trabajos tutelados	Sesión magistral: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. 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. Prácticas de laboratorio: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación. Trabajos tutelados: Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso, y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá dudas y consultas de los estudiantes sobre el trabajo tutelado propuesto.

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 asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones en el laboratorio. La nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas prácticas se evaluarán las competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	35	B3 B4 B5	C42 C46	D2 D3	
Trabajos tutelados	Se evaluará el trabajo teniendo en cuenta la calidad de la memoria final realizada así como su exposición pública en el aula. La nota final del trabajo (NTG) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En este trabajo se evaluarán las competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	15	B3 B4 B5	C42 C46	D2 D3	
Pruebas de tipo test	Pruebas que se realizarán después de cada grupo de temas expuestos en las sesiones magistrales para evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante. La nota final de teoría (NFT) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En esta actividad se evaluarán las competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	50	B3 B4 B5	C42 C46	D2 D3	

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

*Se entiende que los alumnos que realicen una prueba parcial de teoría o que asistan a 2 prácticas de laboratorio **optan por la evaluación continua** de la asignatura.*

La asignatura se divide en tres partes: teoría (50%), práctica (35%) y trabajo tutelado (15%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan.

1.a Teoría

Se realizarán 2 pruebas parciales de teoría (PT) debidamente programadas a lo largo del curso. La primera prueba se realizará en horario de teoría al finalizar el tema 5. La segunda prueba se realizará el mismo día que el examen final que se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un estudiante no puede asistir el día en que estén programadas el profesor no tiene obligación de repetir las.

Cada prueba parcial constará de una serie de preguntas tipo test y de desarrollo del temario. La nota de cada prueba parcial de teoría (PT) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. La nota final de teoría (NFT) será la media aritmética de las notas de los parciales:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de ellas. 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.

1.b Práctica

Se realizarán 7 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas. Cada una de las 7 prácticas se evaluará únicamente el día de la práctica.

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 en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (NP) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. La nota final de las prácticas (NFP) será la media aritmética de las notas de las prácticas:

$$NFP = (NP1 + NP2 + NP3 + NP4 + NP5 + NP6 + NP7)/7$$

Para superar la parte de práctica será necesario obtener en la nota final de prácticas al menos 5 puntos de 10. Además, el estudiante sólo podrá faltar a 2 sesiones de laboratorio, y sólo si se trata de faltas debidamente justificadas.

1.c Trabajo tutelado

En la primera sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) se presentarán todas las actividades a realizar y se asignará el

trabajo concreto a cada grupo de estudiantes. A continuación, la mayor parte del trabajo del alumno será no presencial. El profesor seguirá el desarrollo del trabajo del alumno en las restantes sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C).

El trabajo será evaluado en función de los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Para ello, se valorará la exposición pública en el aula con una nota (NE) entre 0 y 10 puntos y la calidad de la memoria final realizada con una nota (NM) entre 0 y 10 puntos. La nota final del trabajo en grupo (NTG) será la suma ponderada de las notas de cada parte, teniendo la presentación en el aula un peso del 30% y la memoria del trabajo un 70%. La nota final del trabajo en grupo (NTG) será:

$$NTG = 0,3 \cdot NE + 0,7 \cdot NM$$

Para superar esta parte la nota final del trabajo en grupo (NTG) tendrá que ser de al menos 5 puntos de 10 y el estudiante no podrá haber faltado a más de 1 sesión. La falta deberá ser debidamente justificada.

1.d Nota final de la asignatura

En la nota final (NF), la nota de teoría (NFT) tendrá un peso del 50%, la nota de prácticas (NFP) del 35% y la nota del trabajo tutelado (NTG) del 15%. Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría, la parte práctica y la parte de trabajo tutelado. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,50 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,15 \cdot NTG$$

En el caso de no haber superado alguna de las partes ($NFT < 5$ o $NFP < 5$ o $NTG < 5$), o de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en cada una de las pruebas parciales de teoría, o de haber faltado a más de 2 sesiones de prácticas o a más de 1 sesión de tutoría en grupo, la nota final será la mínima de las notas obtenidas en las tres partes:

$$NF = \min\{ NFT, NFP, NTG \}$$

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

2. Examen final

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar una prueba teórica, una prueba práctica en el laboratorio, y un trabajo tutelado. Para presentarse a la parte práctica y para la asignación del trabajo tutelado el alumno debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

El examen teórico consistirá en dos pruebas que constarán de una serie de preguntas tipo test y de desarrollo de temario. Cada prueba (PT) 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:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Para evaluar la parte práctica se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en la prueba realizada en el laboratorio. La parte práctica se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de prácticas (NFP) será la calificación obtenida.

El trabajo tutelado se valorará de 0 a 10 puntos. El alumno deberá entregar la memoria del trabajo el mismo día del examen final de teoría. Además, deberá realizar una presentación en la semana siguiente a la entrega de las memorias. Para evaluar el trabajo tutelado se tendrán en cuenta los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Para ello, se valorará la exposición pública en el aula con una nota (NE) entre 0 y 10 puntos y la calidad de la memoria final realizada con una nota (NM) entre 0 y 10 puntos. La nota final del trabajo en grupo (NTG) será la suma ponderada de las notas de cada parte, teniendo la presentación en el aula un peso del 30% y la memoria del trabajo un 70%. La nota final del trabajo en grupo (NTG) será:

$$NTG = 0,3 \cdot NE + 0,7 \cdot NM$$

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las tres partes. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,50 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,15 \cdot NTG$$

En el caso de no haber superado alguna de las partes ($NFT < 5$ o $NFP < 5$ o $NTG < 5$), la nota final será la mínima de las notas obtenidas en las tres partes:

$$NF = \min\{ NFT, NFP, NTG \}$$

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

3. Segunda oportunidad de superar la asignatura

Esta oportunidad tendrá el mismo formato que el examen final: prueba teórica, prueba práctica en el laboratorio, y un trabajo tutelado. Se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para presentarse a la parte práctica y para la asignación del trabajo tutelado el alumno debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

Las notas de las partes a las que no se presenten en esta segunda oportunidad serán las obtenidas en la evaluación continua o el examen final del curso académico actual. Además, en esta ocasión los estudiantes sólo podrán presentarse a las pruebas que no superaron en la primera oportunidad.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

Fuentes de información

Black, J. (editor), **The system engineering handbook: a guide to building VME bus and VXI bus Systems**,

Mariño, P., **Las comunicaciones en la empresa: normas, redes y servicios**, 2ª Ed.,

Norton, H., **Sensores y analizadores**,

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª Ed.,

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín, F.J., y Grillo Orteg, **Instrumentación Electrónica**,

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

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

Electrónica analógica/V05G300V01624

Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Electrónica digital/V05G300V01402

Física: Fundamentos de electrónica/V05G300V01305

Tecnología electrónica/V05G300V01401