

## Guía docente

### Identificación de la asignatura

<b>Asignatura / Grupo</b>	22422 - Redes de Comunicación Industriales / 5
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática - Tercer curso
<b>Créditos</b>	6
<b>Período de impartición</b>	Primer semestre
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano

### Profesores

#### Horario de atención a los alumnos

Profesor/a	Hora de inicio	Hora de fin	Día	Fecha inicial	Fecha final	Despacho / Edificio
Manuel Alejandro Barranco González (Responsable) <a href="mailto:manuel.barranco@uib.es">manuel.barranco@uib.es</a>	14:30	15:30	Martes	10/09/2018	04/02/2019	D115 Anselm Turmeda

### Contextualización

La asignatura de Redes de Comunicación Industriales es una asignatura obligatoria del plan de estudios de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Está estrechamente ligada con las asignaturas de Automatización Industrial y Ampliación de Automatización Industrial. El objetivo de la asignatura es describir los requisitos de comunicación de las redes utilizadas para control industrial, así como las tecnologías más apropiadas para satisfacer tales requisitos. La parte práctica de la asignatura está dedicada al desarrollo de un sistema de control distribuido basado en un protocolo estándar para comunicaciones industriales: el bus CAN. El lenguaje de programación es C.

### Requisitos

#### Esenciales

Para realizar las prácticas es MUY recomendable haber adquirido convenientemente las competencias trabajadas en las siguientes asignaturas: “Programación” y “Introducción a la informática industrial”.

## Guía docente

### Recomendables

Así mismo, para realizar las prácticas es interesante haber cursado las asignaturas: “Regulación automática”, “Automatización industrial” y “Control por computador”.

### Competencias

#### Específicas

- \* E15. Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación. .
- \* E26. Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial. .
- \* E28. Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones. .

#### Genéricas

- \* T2. Capacidad para redactar informes y documentos. .
- \* T7. Capacidad para trabajar en equipo incluso si éste es multilingüe y multidisciplinar. .
- \* T10. Capacidad para resolver problemas aplicando los conocimientos a la práctica. .

#### Básicas

- \* Se pueden consultar las competencias básicas que el estudiante tiene que haber adquirido al finalizar el grado en la siguiente dirección: [http://estudis.uib.cat/es/grau/comp\\_basiques/](http://estudis.uib.cat/es/grau/comp_basiques/)

### Contenidos

A continuación se especifican las unidades didácticas que conforman la parte teórica de la asignatura, resumiendo el contenido de cada una de ellas.

Así mismo, para cada unidad se especifica el número de horas de trabajo presencial y no presencial. En este sentido es importante notar que, aunque no se indique en las unidades didácticas, el número de horas de trabajo dedicadas a la parte práctica suman un total de 14 horas presenciales y 50 no presenciales.

#### Contenidos temáticos

Tema 1. Introducción (pre: 2 horas, noPre: 1 hora)

Aspectos generales sobre sistemas y redes de comunicación

Aspectos básicos sobre redes WAN y LAN

Evolución de las arquitecturas de automatización

La pirámide CIM de la automatización y la integración vertical

Tema 2. Protocolos de comunicación: conceptos básicos (pre: 3 horas, noPre: 2 horas)

Conceptos fundamentales: sistemas de comunicación estructurados en capas, clasificación de los servicios de comunicación, definiciones fundamentales (protocolo, pila de protocolos, arquitectura de comunicaciones, modelo de referencia)

El modelo de referencia OSI

## Guía docente

Tema 3. La capa de enlace (pre: 16 horas, noPre: 12 horas)

Delimitación, control de errores y direccionamiento (3.5 horas pre)

Control de Acceso al Medio (6.5 horas pre): MAC dinámicos, estáticos, libres de contención y basados en contención; ventajas e inconvenientes de los protocolos MAC desde el punto de vista industrial (latencia, garantías de tiempo real, garantías de funcionamiento, etc).

Control del Enlace Lógico (6 horas pre): Stop&Wait, ARQ inactiva-simple explícita/implícita, Sliding Window, ARQ go-back-N, ARQ selective-repeat.

Tema 4. Especificación semiformal de protocolos: SDL (pre: 1 hora, noPre: 3 horas)

Aspectos generales sobre los lenguajes de especificación y su utilidad

SDL (Specification and Description Language)

Tema 5. Redes adaptadas a aplicaciones de control distribuido (pre: 2 horas, noPre: 5 horas)

Problemática general: sistemas de tiempo real y garantías de funcionamiento

El subsistema de comunicaciones: definición y funciones básicas

Características del tráfico

Compactación del modelo OSI

Buses de campo

Adaptación del modelo OSI

Capa de enlace: direccionamiento, control de errores y control de acceso al medio

Capa de aplicación: modelos de cooperación, MMS y sincronización de reloj

Tema 6. Interconexión de redes LAN (pre: 5 horas, noPre: 5 horas)

Repetidores y concentradores

Puentes

Conmutadores de capa 2 (switches)

Árbol de expansión (Spanning Tree)

Tema 7. La capa de red (pre: 3 horas, noPre: 4 horas)

Conceptos básicos sobre interconexión de redes y encaminamiento

Generalidades sobre la arquitectura TCP/IP

Conceptos básicos sobre Internet Protocol (IP), direccionamiento IP

Tema 8. La capa física (pre: 8 horas, noPre: 7 horas)

Introducción al análisis de señales

Teorema de Nyquist

Capacidad del canal

Limitaciones de los medios de transmisión

Clasificación de los medios de transmisión

Modos de transmisión (modulación)

Tema 9. Conceptos avanzados sobre redes industriales (pre: 1 hora, noPre: 1 hora)

Ethernet Industrial

## Guía docente

Redes inalámbricas

### Metodología docente

En este apartado se describen las actividades de trabajo presencial y no presencial (o autónomo) previstas en la asignatura para desarrollar y evaluar las competencias establecidas anteriormente. Con el propósito de favorecer la autonomía y el trabajo personal del alumno, la asignatura forma parte del proyecto Campus Extens. Este proyecto incorpora el uso de herramientas telemáticas para conseguir una enseñanza universitaria flexible y a distancia. De esta forma y mediante el uso de la plataforma de teleeducación Moodle, el alumno dispondrá de un medio de comunicación en línea y a distancia con el profesor; un calendario con noticias de interés; documentos electrónicos y enlaces a Internet; propuestas de prácticas y problemas.

#### Actividades de trabajo presencial (2,4 créditos, 60 horas)

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
Clases teóricas	Clases magistrales	Grupo grande (G)	Mediante el método expositivo el profesor establecerá los fundamentos teóricos y prácticos sobre los diferentes aspectos tratados en las unidades didácticas que componen la asignatura. Además, para cada tema, se dará información sobre el método de trabajo aconsejable y el material didáctico adicional que el alumno deberá utilizar para preparar de forma autónoma los contenidos. Las clases teóricas consistirán en sesiones de 1 o 2 horas a lo largo del semestre, que alternarán la exposición de contenidos con la resolución de ejercicios y problemas.	32
Clases prácticas	Resolución de problemas	Grupo grande (G)	Las clases de problemas tienen como objetivo ilustrar cómo se pueden aplicar los fundamentos expuestos en las clases de teoría para solucionar casos prácticos. Las clases de problemas les permitirán a los alumnos comprender mejor los contenidos teóricos de cada tema, reflexionar sobre esos contenidos y su utilidad práctica, así como evaluar la validez de los mismos en diferentes situaciones.  Algunos problemas se propondrán para que los alumnos los resuelvan en clase, mientras que otros se propondrán para que los alumnos los resuelvan fuera de ella. En cualquier caso los alumnos dispondrán finalmente de la solución a esos problemas, y algunos de ellos se resolverán y discutirán en clase.	9
Clases de laboratorio	Laboratorios guiados de programación de sistemas de control distribuidos	Grupo mediano (M)	El objetivo de los laboratorios guiados es familiarizarse con la programación de aplicaciones de control distribuido, así como con la utilización de una tecnología de comunicaciones ampliamente utilizada en el entorno industrial: el bus CAN. Se utilizará el lenguaje C y la tecnología Arduino (microcontrolador).  Los alumnos trabajarán por parejas. El profesor propondrá una serie de ejercicios prácticos guiados que cada pareja deberá resolver durante las sesiones.	8

## Guía docente

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
			En cualquier caso los alumnos dispondrán finalmente de las soluciones a los ejercicios propuestos, para así poder discutirlos con el profesor.	
Clases de laboratorio	Laboratorios de apoyo para la Práctica final: sistema de control distribuido	Grupo mediano (M)	<p>Los alumnos deberán realizar una actividad denominada “Práctica final: sistema de control distribuido”</p> <p>El objetivo de esta actividad es que los alumnos aprendan a desarrollar un sistema de control distribuido sencillo pero completo sobre el bus de campo CAN; apoyándose para ello en los conocimientos y habilidades adquiridos tanto en la parte teórica de la asignatura, como en los Laboratorios guiados de programación.</p> <p>Para ello, a partir de la especificación de un sistema de control distribuido dada por el profesor, los alumnos trabajarán en parejas para desarrollar dicho sistema. Se utilizará el lenguaje C y la tecnología Arduino (microcontrolador).</p> <p>La mayor parte del trabajo necesario para realizar la Práctica final será de carácter NO presencial. Sin embargo, se realizarán algunas sesiones de laboratorio para ayudar a los alumnos a resolverla.</p>	2
Tutorías ECTS	Tutorías de resolución de dudas	Grupo pequeño (P)	Los alumnos que así lo deseen podrán concertar tutorías para resolver las dudas que les surjan respecto a las clases de teoría, problemas, ejercicios de laboratorio y la Práctica final de la asignatura.	4
Evaluación	Examen de teoría (2 partes)	Grupo grande (G)	<p>A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen sobre teoría y problemas breves, en forma de preguntas tipo test. Este examen se dividirá en dos partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo.</p> <p>Este examen permitirá valorar esencialmente si el alumno ha comprendido tanto la teoría, como aspectos concretos de los procedimientos y técnicas descritos en clase.</p> <p>Cada parte del examen constará de 10 preguntas, de tal forma que entre las dos partes los alumnos deberán contestar correctamente a 12 preguntas de 20 para aprobar este examen.</p> <p>La calificación total del examen dependerá del número total de preguntas contestadas correctamente. El criterio numérico concreto de calificación de este examen se adjuntará con el enunciado de cada parte.</p>	2
Evaluación	Examen de problemas (2 partes)	Grupo grande (G)	<p>A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen escrito de problemas. Este examen se dividirá en dos partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo.</p> <p>Este examen permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de cada parte, así como su peso en la calificación global de esta actividad.</p>	1
Evaluación	Examen de programación de sistemas de control	Grupo grande (G)	A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen sobre programación de sistemas distribuidos, en forma de preguntas tipo test. Este examen se dividirá en dos	2

## Guía docente

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
	distribuidos (2 partes)		<p>partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo.</p> <p>Este examen permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas trabajados en los "Laboratorios guiados de programación de sistemas de control distribuidos", así como en la "Práctica final".</p> <p>Cada parte del examen constará de 5 preguntas, de tal forma que entre las dos partes los alumnos deberán contestar correctamente a 6 preguntas de 10 para aprobar este examen.</p>	
Evaluación	Práctica final: sistema de control distribuido	Grupo pequeño (P)	<p>Tal y como se ha apuntado arriba, el objetivo de la Práctica final es que los alumnos aprendan a desarrollar un sistema de control distribuido sencillo pero completo sobre el bus de campo CAN; apoyándose para ello en los conocimientos y habilidades adquiridos tanto en la parte teórica de la asignatura, como en los Laboratorios guiados de programación.</p> <p>Para ello, a partir de la especificación de un sistema de control distribuido dada por el profesor con la suficiente antelación, los alumnos trabajarán en parejas para desarrollar dicho sistema. Se utilizará el lenguaje C y la tecnología Arduino (microcontrolador).</p> <p>Al final del semestre los alumnos deberán entregar el código fuente y un informe de dicha práctica, que serán evaluados según una serie de criterios especificados por el profesor.</p>	0

Al inicio del semestre estará a disposición de los estudiantes el cronograma de la asignatura a través de la plataforma UIBdigital. Este cronograma incluirá al menos las fechas en las que se realizarán las pruebas de evaluación continua y las fechas de entrega de los trabajos. Asimismo, el profesor o la profesora informará a los estudiantes si el plan de trabajo de la asignatura se realizará a través del cronograma o mediante otra vía, incluida la plataforma Aula Digital.

### Actividades de trabajo no presencial (3,6 créditos, 90 horas)

Modalidad	Nombre	Descripción	Horas
Estudio y trabajo autónomo en grupo	Resolución de la Práctica final: sistema de control distribuido	Cada alumno deberá dedicar cierto tiempo con su compañero de grupo de prácticas a desarrollar una solución para la "Práctica final: sistema de control distribuido".	35
Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	Resolución de los laboratorios de programación	Cada alumno deberá dedicar cierto tiempo personal o con su compañero de grupo a asimilar los contenidos teóricos y prácticos que se trabajan en los "Laboratorios guiados de programación de sistemas de control distribuidos".	15
Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	Estudio para asimilar la teoría expuesta en clase y resolución de ejercicios y problemas	Cada alumno deberá dedicar cierto tiempo personal a asimilar los contenidos teóricos impartidos por el profesor en las clases magistrales, y a resolver los ejercicios y problemas propuestos. Parte de estos ejercicios/problemas serán resueltos por el profesor o los alumnos en clase.	40

## Guía docente

### Riesgos específicos y medidas de protección

Las actividades de aprendizaje de esta asignatura no conllevan riesgos específicos para la seguridad y salud de los alumnos y, por tanto, no es necesario adoptar medidas de protección especiales.

### Evaluación del aprendizaje del estudiante

El itinerario "A" está adaptado a las personas que pueden asistir a clase y a aquellas que no. Los alumnos se comprometen a realizar todas las actividades del itinerario "A".

El alumno obtendrá una calificación entre 0 y 10 en cada actividad evaluable. Para superar la asignatura se han de obtener las siguientes calificaciones mínimas:

- (1) 5 puntos (12 preguntas correctas sobre 20) en 'Examen de teoría'.
- (2) 5 preguntas correctas sobre 10 en 'Examen de teoría (parte 1)' y 5 preguntas correctas sobre 10 en 'Examen de teoría (parte 2)'.
- (3) 4 puntos en 'Examen de problemas'.
- (4) 5 puntos al ponderar 'Examen de teoría' (75%) y 'Examen de problemas' (25%)
- (5) 5 puntos (6 preguntas correctas sobre 10) en 'Examen de programación de sistemas de control distribuidos'.
- (6) 3 preguntas correctas sobre 5 en 'Examen de programación de sistemas de control distribuidos (parte 2)'.
- (7) 5 puntos en 'Práctica final'.
- (8) 5 puntos sobre 10 al ponderar 'Examen de teoría', 'Examen de problemas', 'Examen de programación de sistemas de control distribuidos' y 'Práctica final', respectivamente según los pesos: 50%, 18%, 16% y 16%.

Recuperación:

- (1) Para recuperar 'Examen de teoría' y/o 'Examen de problemas', o el promedio ponderado de ambos, se puede realizar la recuperación de cualquiera de las partes de estos exámenes.
- (2) Para recuperar 'Examen de programación de sistemas de control distribuidos' se puede realizar la recuperación de cualquiera de sus partes.
- (3) Presentarse a la recuperación de parte de un examen implica que la nota final para dicha parte será la obtenida en la recuperación.
- (3) Para recuperar la 'Práctica final' se entregará una 'Práctica final' diferente .

No es posible presentarse para subir nota a ninguna parte de una actividad que se haya aprobado; salvo en dos casos: (1) presentarse a cualquier parte de 'Examen de teoría' o 'Examen de problemas' si el promedio ponderado de ambas actividades (según lo arriba expuesto) es menor a 5; (2) se renuncia por escrito a la calificación obtenida en la parte a la que uno se presente (Capítulo IV, Artículo 34, Punto 2 del Reglamento Académico). EN CUALQUIER CASO, presentarse a una parte implica inmediatamente renunciar a la nota obtenida con anterioridad en ella.

La calificación de No Presentado se atenderá al Capítulo IV, Artículo 34, Punto 2 del Reglament Acadèmic.

No se permite la convocatoria anticipada para la evaluación de esta asignatura.

## Guía docente

### Fraude en elementos de evaluación

De acuerdo con el artículo 33 del Reglamento académico, "con independencia del procedimiento disciplinario que se pueda seguir contra el estudiante infractor, la realización demostradamente fraudulenta de alguno de los elementos de evaluación incluidos en guías docentes de las asignaturas comportará, a criterio del profesor, una minusvaloración en su calificación que puede suponer la calificación de «suspense 0» en la evaluación anual de la asignatura".

### Examen de teoría (2 partes)

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas objetivas ( <b>recuperable</b> )
Descripción	A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen sobre teoría y problemas breves, en forma de preguntas tipo test. Este examen se dividirá en dos partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo. Este examen permitirá valorar esencialmente si el alumno ha comprendido tanto la teoría, como aspectos concretos de los procedimientos y técnicas descritos en clase. Cada parte del examen constará de 10 preguntas, de tal forma que entre las dos partes los alumnos deberán contestar correctamente a 12 preguntas de 20 para aprobar este examen. La calificación total del examen dependerá del número total de preguntas contestadas correctamente. El criterio numérico concreto de calificación de este examen se adjuntará con el enunciado de cada parte.
Criterios de evaluación	Las competencias que se evalúan con esta actividad son las siguientes: E15, E28, T10.  Los criterios de evaluación son:  - Corrección y precisión a la hora de encontrar la solución más adecuada para cada una de las preguntas teórico-prácticas enunciadas.  - Corrección y precisión a la hora de aplicar los procedimientos pertinentes para encontrar la solución más adecuada para cada uno de los ejercicios y problemas propuestos.  - Capacidad para, en un tiempo razonable, encontrar la solución más adecuada a las preguntas, ejercicios y problemas propuestos.

Porcentaje de la calificación final: 50% con calificación mínima 5

### Examen de problemas (2 partes)

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas de respuesta larga, de desarrollo ( <b>recuperable</b> )
Descripción	A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen escrito de problemas. Este examen se dividirá en dos partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo. Este examen permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de cada parte, así como su peso en la calificación global de esta actividad.
Criterios de evaluación	Las competencias que se evalúan con esta actividad son las siguientes: E15, E28, T10.  Los criterios de evaluación son los siguientes:  - Adecuación de los procedimientos aplicados para resolver los ejercicios y problemas propuestos.  - Corrección y eficiencia (si fuera aplicable) de las soluciones de los ejercicios y problemas.  - Orden, claridad y precisión en la explicación de las soluciones de los ejercicios y problemas.



## Guía docente

- Capacidad para, en un tiempo razonable, aplicar los procedimientos para resolver los ejercicios y problemas propuestos.

Porcentaje de la calificación final: 18% con calificación mínima 4

### Examen de programación de sistemas de control distribuidos (2 partes)

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas objetivas ( <b>recuperable</b> )
Descripción	A lo largo del periodo lectivo del semestre el alumno realizará un examen sobre programación de sistemas distribuidos, en forma de preguntas tipo test. Este examen se dividirá en dos partes. Una de ellas se realizará a mediados del semestre, mientras que la otra parte se realizará al final del mismo. Este examen permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas trabajados en los "Laboratorios guiados de programación de sistemas de control distribuidos", así como en la "Práctica final". Cada parte del examen constará de 5 preguntas, de tal forma que entre las dos partes los alumnos deberán contestar correctamente a 6 preguntas de 10 para aprobar este examen.
Criterios de evaluación	Las competencias que se evalúan con esta actividad son las siguientes: E26, E28, T7, T10.  Los criterios de evaluación son:  - Corrección y precisión a la hora de encontrar la solución más adecuada para cada una de las preguntas teórico-prácticas enunciadas.  - Corrección y precisión a la hora de aplicar los procedimientos pertinentes para encontrar la solución más adecuada para cada uno de los ejercicios y problemas de programación propuestos.  - Capacidad para, en un tiempo razonable, encontrar la solución más adecuada a las preguntas, ejercicios y problemas de programación propuestos.

Porcentaje de la calificación final: 16% con calificación mínima 5

### Práctica final: sistema de control distribuido

Modalidad	Evaluación
Técnica	Otros procedimientos ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Tal y como se ha apuntado arriba, el objetivo de la Práctica final es que los alumnos aprendan a desarrollar un sistema de control distribuido sencillo pero completo sobre el bus de campo CAN; apoyándose para ello en los conocimientos y habilidades adquiridos tanto en la parte teórica de la asignatura, como en los Laboratorios guiados de programación. Para ello, a partir de la especificación de un sistema de control distribuido dada por el profesor con la suficiente antelación, los alumnos trabajarán en parejas para desarrollar dicho sistema. Se utilizará el lenguaje C y la tecnología Arduino (microcontrolador). Al final del semestre los alumnos deberán entregar el código fuente y un informe de dicha práctica, que serán evaluados según una serie de criterios especificados por el profesor.
Criterios de evaluación	Las competencias que se evalúan con esta actividad son las siguientes: E26, E28, T2, T7, T10.  Los criterios de evaluación son:  - Corrección y completitud funcional del programa presentado.  - Calidad de la implementación propuesta.  - Iniciativa a la hora de proponer soluciones a los problemas planteados.  - Estructura y legibilidad del código fuente del programa.



## Guía docente

- Completitud, claridad y precisión de las explicaciones dadas.

Porcentaje de la calificación final: 16% con calificación mínima 5

## Recursos, bibliografía y documentación complementaria

### Bibliografía básica

Alberto León-García, Indra Widjaja. Redes de comunicación: conceptos fundamentales y arquitecturas básicas. Mac Graw Hill, Primera Edición, ISBN: 84-481-3197-5

García Teodoro, P.; Díaz Verdejo, J. E.; López Soler, J. M. Transmisión de Datos y Redes de Computadores. Pearson Educación, 2003, ISBN 84-205-3919-8.

### Bibliografía complementaria

Stallings, W. Comunicaciones y Redes de Computadores. Ed. Prentice-Hall, Sisena Edició, 2000, ISBN 8420529869.

Etschberger, K. Controller Area Network. Basics, Protocols, Chips and Applications. IXXAT Press, 2001, ISBN 3000073760.

García Moreno, Emilio. "Automatización de procesos industriales". Ed. Univ. Politéc. Valencia, 1999

Herrera Pérez, Enrique. "Tecnologías y redes de transmisión de datos". Editorial Limusa, 2003

Wilamowski, Bogdan M. and David Irwin, J. Industrial Communications Systems. The Industrial Electronics Handbook. CRC Press, Second edition, 2011, ISBN 9781439802816

