

25-26

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL
INDUSTRIAL

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS COMUNICACIONES

CÓDIGO 28803256

UNED

25-26

APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS
COMUNICACIONES
CÓDIGO 28803256

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA
ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre de la asignatura	APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS COMUNICACIONES
Código	28803256
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

En los últimos años se han ido haciendo cada vez más presentes diferentes sistemas de comunicaciones industriales que han ido proliferando hasta convertirse en casi omnipresentes. Además, hasta hace unos 10 o 15 años, estos sistemas se basaban en el uso de protocolos de comunicaciones que eran propietarios de cada fabricante de los dispositivos de comunicación industriales. Esta situación ha cambiado radicalmente, siendo ahora mayoritarios los protocolos estándar en el mundo general de las redes de comunicación, los mismos que usamos sin parar en las redes como Internet. Esta situación ha ido creando una sub-disciplina nueva, las comunicaciones industriales, que encara la necesidad de conocimientos y prácticas del mundo de la Ingeniería Industrial más clásica y del mundo de la Ingeniería Telemática, en especial de los protocolos de comunicación. Esto hace necesaria la presencia de un nuevo tipo de experto que debe conocer, además de lo que llamaríamos “lo clásico industrial”, el mundo de las redes IP. Es especialmente relevante en el caso de la seguridad en este tipo de redes industriales pues ahora, al no ser ya más propietarios los protocolos, se debe hacer frente a las amenazas de seguridad típicas del mundo de las redes IP en este mundo de las redes industriales, siendo la trascendencia de ataques con éxito mucho mayor. **En este sentido, esta asignatura del Máster, junto con “Seguridad en redes industriales” (código 28803241), forma parte de un “todo en uno” diseñado para que el estudiante esté preparado para trabajar en esta nueva sub-disciplina en el ámbito científico y profesional.**

El objetivo de esta asignatura de máster es doble ya que debe servir por un lado para que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de las redes de comunicación estándar (bus, anillo, jerárquica) así como los elementos que las componen, para posteriormente aplicar dichos conocimientos en más profundidad a las redes de la suite de protocolos IP, llegando a analizar con un cierto detalle tanto temas de comunicaciones clásicas en redes IP como los asuntos asociados de seguridad en redes. Este último punto es muy relevante pues **se recomienda a todos los estudiantes que cursen esta asignatura, como parte del itinerario de Ingeniería Telemática del Máster, que la complementen con la asignatura de “Seguridad en redes industriales” (código 28803241).** Para cumplir con éxito los objetivos de esta segunda asignatura es un prerrequisito fundamental conocer y entender muchos de los temas de esta asignatura, que estamos describiendo en esta Guía.

Esta asignatura, anual del itinerario de Ingeniería Telemática, cubre aspectos básicos de las comunicaciones en el mundo IP, permitiendo su uso en cualquier aspecto de los

relacionados con el mundo de las comunicaciones industriales.

Por otro lado esta asignatura presenta las ideas, conceptos y metodologías básicas de las comunicaciones en un entorno industrial. El estudiante deberá analizar y comprender el modelo OSI de redes industriales, los buses de campo y en particular deberá profundizar en los diferentes aspectos estructurales de los buses PROFIBUS, WORLDIFIP y el bus de comunicaciones CAN. Asimismo se analiza y describe Ethernet Industrial y sus aplicaciones, así como algunos sistemas de instrumentación avanzada, como los sistemas SCADA y diversas aplicaciones de control industrial.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para estudiar y realizar correctamente esta asignatura no se precisa de requisitos específicos, si bien para su adecuado seguimiento y aprovechamiento se precisan conocimientos, a nivel de grado universitario, de algunas de las siguientes disciplinas: “Electrónica analógica”, “Instrumentación electrónica” y especialmente de “Comunicaciones industriales”.

Además, es necesario tener un buen conocimiento de inglés técnico que le permita leer y comprender la parte de la bibliografía que está en ese idioma.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	ELIO SAN CRISTOBAL RUIZ
Correo Electrónico	elio@ieec.uned.es
Teléfono	91398-9381
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	ROSARIO GIL ORTEGO
Correo Electrónico	rgil@ieec.uned.es
Teléfono	91398-7795
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los estudiantes se llevará a cabo:

1- A través de la plataforma de e-Learning aLF

2- Por correo electrónico con el equipo docente:

Rosario Gil Ortego - rgil@ieec.uned.es, C/Juan del Rosal, 12, 28040 Madrid

Elio San Cristobal Ruiz, elio@ieec.uned.es, C/Juan del Rosal, 12, 28040 Madrid

Gabriel Díaz Orueta - gdiaz@ieec.uned.es, C/Juan del Rosal, 12, 28040 Madrid

3- Y en el horario de guardia, los martes de 14:00 a 18:00 en el Telf 91-3987795.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG3 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en español como lengua propia

CG4 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en inglés como lengua extranjera

CG5 - Ser capaz de tomar decisiones

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos

CG7 - Adquirir habilidades en investigación

CG8 - Adquirir habilidades para la creatividad

CG9 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos

CG10 - Adquirir la capacidad de comunicación

Competencias Específicas:

CE2 - Ser capaz de analizar la información científica y técnica

CE3 - Conocer los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE5 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CE6 - Ser capaz de planificar actividades de investigación

CE7 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos en el ámbito científico y tecnológico

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

A partir de los objetivos básicos y contenidos de la asignatura, los resultados del aprendizaje previstos son:

- Conocimiento de los fundamentos de las redes de área local en bus, con especial incidencia en la red Ethernet, así como de los elementos que las componen.
- Conocimiento de los protocolos del modelo OSI y del modelo TCP/IP que posibilitan la transmisión de información por las redes de área local en bus y, en general, en redes de área amplia.
- Conocimiento y manejo del direccionamiento IP, así como de los principales protocolos de encaminamiento, de transporte y de aplicaciones IP.
- Habilidad para identificar los principales campos de las cabeceras de los protocolos IP, ICMP, TCP, UDP, SNMP, HTTP, FTP, etc.
- Conocimientos básicos de los principales problemas, y sus soluciones, de seguridad en redes IP.
- Extensión de las capacidades adquiridas a las redes de comunicaciones en entornos industriales. Aplicación a los buses de campo industriales.
- Conocimiento de las principales características de los buses de campo más habituales, así como del CAN.
- Conocimiento de las principales características de los sistemas distribuidos en redes industriales y de sistemas SCADA.

CONTENIDOS

TEMA 1- Principios de redes de comunicaciones analógicas y digitales

Se comienza el curso con la introducción a los medios de transmisión de datos, los tipos básicos de transmisión y las topologías multipunto. Se analizan los principios de las transmisiones analógicas y digitales, así como los protocolos y el control de acceso al medio y de enlace de datos.

Contenido:

- 1.1 Medios de transmisión de datos
- 1.2 Estructuras básicas de la comunicación
- 1.3 Transmisión analógica y digital
- 1.4 Protocolos y control de enlace de datos

TEMA 2- Conceptos fundamentales de las redes de comunicación

Se estudia en un cierto detalle el modelo OSI de interconexión de redes y se presenta someramente el modelo TCP/IP, que se estudiará en detalle más tarde. Asimismo se

analizan las distintas topologías de las redes de área local, junto con sus medios y modos de transmisión asociados. Se repite el análisis para la redes de área amplia, siendo especialmente importante la introducción a las redes IP de área amplia como Internet, su direccionamiento, encaminamiento y sockets. Se hace una introducción descriptiva de las redes inalámbricas y móviles. A continuación se presentan, aún a un nivel muy introductorio, los problemas más típicos de seguridad en redes, así como los distintos tipos de defensas básicas. Se termina con una pequeña introducción a los aspectos más relevantes del problema de calidad de servicio en redes.

Contenido:

- 2.1 El modelo OSI
- 2.2 Redes de área local
- 2.3 Redes de área amplia
- 2.4 Introducción a los sistemas de comunicaciones inalámbricas y móviles
- 2.5 Introducción a la seguridad en redes
- 2.6 Calidad de servicio

TEMA 3- Ampliación de conocimientos de redes IP

Este tema es particularmente importante para todos aquellos estudiantes sin conocimientos previos de redes IP. Constituye la base fundamental para la comprensión de varios de los temas posteriores, especialmente el Tema 4. A la vez, será fundamental para la comprensión de la mayor parte de los temas de la asignatura de “Seguridad en redes industriales” (código 28803241). Es, en si mismo, una buena introducción técnica y detallada de los principios básicos de las comunicaciones en redes IP, lo que hace al tema especialmente interesante, más allá incluso de los contenidos de esta asignatura.

Contenido:

- 3.1 Arquitectura, historia, estándares y tendencias
- 3.2 Algunas interfaces de red especialmente interesantes
- 3.3 Protocolos de internetworking: IP, ICMP, IGMP, ARP, DHCP, etc.
- 3.4 Protocolos de nivel de transporte: puertos, sockets, UDP, TCP
- 3.5 Introducción al encaminamiento y sus protocolos: RIP, OSPF, BGP
- 3.6 Introducción a IP Multicast
- 3.7 Introducción al Domain Name System, DNS
- 3.8 Otros protocolos de aplicaciones: telnet, rsh, ftp, tftp, nfs, smtp, https, pop
- 3.9 El protocolo snmp para gestión de redes

TEMA 4- Ampliación de seguridad en redes

Basado en el tema anterior, en éste se presentan, a nivel introductorio, la mayor parte de los contenidos necesarios para entender los problemas asociados con la seguridad en redes IP. Este tema es también fundamental para los estudiantes sin conocimientos previos en esta materia. Se recomienda, asimismo, profundizar en los contenidos como método de preparación de la asignatura “Seguridad en redes industriales” (código 28803241), del mismo itinerario de “Ingeniería Telemática” del Máster.

- 4.1 Métodos de ataque a equipos y redes
- 4.2 Introducción a los cortafuegos
- 4.3 Introducción a los sistemas de detección de intrusiones –IDS
- 4.4 Introducción a los analizadores de vulnerabilidades
- 4.5 Introducción a la criptografía aplicada

TEMA 5- Bases de las comunicaciones industriales

Este tema presenta los aspectos fundamentales de las redes asociadas con los procesos industriales, describiendo los distintos modelos jerárquicos y sistemas de tiempo real. Se analiza igualmente los diferentes mecanismos de sincronización de aplicaciones distribuidas.

Contenido:

- 5.1 Características generales de los procesos industriales
- 5.2 Modelos jerárquicos
- 5.3 Sistemas en tiempos reales
- 5.4 Mecanismos de sincronización entre aplicaciones distribuidas
- 5.5 Evaluación de redes

TEMA 6- Buses de campo

Este tema presenta una introducción general de los buses de campo, haciendo énfasis en los paradigmas de comunicación y planificación. Después se analizan las características más importantes de los buses PROFIBUS y WORLDIFIP: capa física, capa de enlace de datos, aplicaciones, estructura de tramas y seguridad.

Contenido:

- 6.1 Introducción general
- 6.2 Introducción al bus PROFIBUS
- 6.3 Introducción al bus WORLDIFIP

TEMA 7- El bus de comunicaciones CAN

Este tema hace una introducción al bus CAN, mostrando en detalle el formato de trama de datos y remota, describiendo la gestión de acceso al medio, la detección y gestión de errores y presentando el bus asociado DeviceNet.

Contenido:

7.1 Introducción y origen del bus CAN

7.2 Nodo CAN

7.3 Niveles físico y de enlace de datos

7.4 El bus de campo DeviceNet

TEMA 8- Ethernet industrial y aplicaciones

Se hace aquí una descripción de las soluciones basadas en Ethernet IEC 61784-2, cada vez más relevantes en entornos industriales. Se presentan EtherCAT, Ethernet Powerlink, Ethernet/IP y otros. Se introducen también las redes virtuales asociadas y los temas de prioridad y trunking.

Contenido:

8.1 Introducción

8.2 Soluciones basadas en Ethernet IEC 61784-2

8.3 Redes virtuales

8.4 Prioridad y trunking

TEMA 9- Otros sistemas relevantes

El tema que finaliza los contenidos de esta asignatura presenta por primera vez, y a un nivel introductorio, distintos sistemas de instrumentación avanzada, así como SCADA y sistemas asociados, que serán de gran interés para el desarrollo de la asignatura de "Seguridad en redes industriales" (código 28803241), del mismo itinerario de "Ingeniería Telemática" del Máster.

Contenidos:

9.1 Sistemas de instrumentación avanzada

9.2 SCADA

9.3 El bus USB en el entorno industrial

9.4 Otros buses de campo

9.5 Aplicaciones de comunicaciones y control industrial

METODOLOGÍA

La asignatura se imparte a distancia siguiendo el modelo educativo propio de la UNED. Desde el punto de vista metodológico tiene las siguientes características generales:

- El estudiante dispondrá del Curso virtual de la asignatura, al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e (plataforma aLF). Se incluirá todo tipo de información y documentos (artículos, informes, memorias estadísticas, software, etc.) que necesite para su consulta y/o descarga.
- Dado que el trabajo autónomo del estudiante es mayoritario, la carga de trabajo real que le supondrá la asignatura dependerá fundamentalmente de sus circunstancias personales y laborales. A través de los foros generales del curso virtual y del contacto personal y/o mediante correo electrónico, se le guiará y aconsejará sobre el ritmo de trabajo que debe llevar para que el seguimiento de la asignatura sea lo más regular y constante posible.
- Se promoverá la participación en debates organizados en foros ad-hoc, que buscarán aclarar una serie de conceptos y prácticas importantes. La participación formará parte de la evaluación final de la asignatura.
- Además de esos recursos de comunicación individuales, se podrán utilizar los demás recursos educativos técnicos y de comunicación de los que dispone el modelo de la UNED como, por ejemplo, videoconferencias, programas de radio y/o televisión, presentaciones y conferencias en reservorios digitales, etc.
- La asignatura tiene un importante carácter teórico debido a los temas que aborda y a los objetivos propuestos. Sin embargo, en su desarrollo se prestará una especial atención a los aspectos prácticos (resolución de problemas y realización de prácticas mediante programas informáticos de simulación) que permitan afianzar esos conocimientos teóricos y ayudar a llevar el seguimiento regular y constante previsto.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2 No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad No

Descripción

Es un Trabajo final de la asignatura, en el que el estudiante deberá seleccionar entre una serie de temas (o proponer uno propio) y darle formato de trabajo de investigación.

El equipo docente fijará las bases mínimas del mismo.

Criterios de evaluación

Se evaluará la capacidad de exposición, estructuración, síntesis, investigación, en un tema relacionado directamente con las últimas aproximaciones de alguna de las materias de la asignatura

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	NO hay prueba presencial El trabajo Final pondera el 50% de la nota final de la asignatura.
Fecha aproximada de entrega	Hacia mediados de junio
Comentarios y observaciones	

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si,PEC no presencial
Descripción	

Serán dos ejercicios breves de realización de cuestiones prácticas relacionadas con el uso de protocolos TCP/IP en redes. Tendrán una parte de exposición y otra de análisis.

Criterios de evaluación

Se evaluarán de 0 a 10 y, entre las dos, tendrán un peso del 35% de la nota final de la asignatura.

Ponderación de la PEC en la nota final	35% entre las dos
Fecha aproximada de entrega	La primera a finales de enero, la segunda a finales de marzo.
Comentarios y observaciones	

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	Si,no presencial
Descripción	

Se organizarán al menos dos debates en foros ad-hoc para aclarar una serie de conceptos y prácticas importantes de la asignatura.

Criterios de evaluación

Participación e interés mostrado.

Ponderación en la nota final	15% de la nota final.
Fecha aproximada de entrega	Principios de diciembre y principios de febrero.
Comentarios y observaciones	

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota final de la asignatura se compone de la siguiente forma:

- un 35% de los ejercicios propuestos,
- un 15% por la participación en los debates y, en general, en los foros y
- un 50% asociado a la nota del trabajo final.

En cualquier caso, para aprobar la asignatura el estudiante deberá realizar correctamente al menos un ejercicio, participar suficientemente en los debates y aprobar el trabajo final.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788436265972

Título:REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES (2013)

Autor/es:Castro Gil, Manuel-Alonso ;

Editorial:UN.E.D.

ISBN(13):9788436267167

Título:PROCESOS Y HERRAMIENTAS PARA LA SEGURIDAD DE REDES (2013)

Autor/es:Castro Gil, Manuel Alonso ; Ignacio Alzórriz ; San Cristóbal Ruiz, Elio ; Díaz Orueta, Gabriel ;

Editorial:UN.E.D.

[1] **Redes de Comunicaciones industriales**, N. Oliva (coordinadora), Ed. UNED, 2013.

Libro básico de la asignatura enfocado a estudiantes que no tengan un perfil de especialización en Sistemas de Comunicaciones. Cubre los conocimientos necesarios para un curso introductorio en Comunicaciones Industriales.

[2] **Procesos y Herramientas para la seguridad de redes**, G. Díaz Orueta y otros, Ed. UNED, 2013.

Este libro es, además, parte de la Bibliografía básica de la asignatura “Seguridad en redes industriales” (código 28803241), del mismo itinerario de “Ingeniería Telemática” del Máster. Aunque el libro es mucho más extenso, se hace uso únicamente de parte de sus capítulos. Además, **como parte esencial de la misma bibliografía básica**, estará disponible en el curso virtual el libro:

[3] **TCP/IP Tutorial and Technical Overview**, L. Parziale y otros, IBM Red Books, 2006 (edición electrónica).

Este libro, un verdadero clásico básico de comunicaciones en redes IP, es fundamental para el seguimiento de una buena parte de la asignatura y será parte de la Bibliografía adicional de la asignatura “Seguridad en redes industriales” (código 28803241), del mismo itinerario de “Ingeniería Telemática” del Máster. Aunque el libro es mucho más extenso, se hace uso únicamente de parte de sus capítulos. Estará disponible de manera gratuita en formato electrónico en el curso virtual.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Curso abierto *Redes de comunicaciones industriales*. M. Castro y otros. Gratuito en <https://iedra.uned.es/>.

Este curso abierto de la UNED incluye en sus materiales la guía didáctica y materiales de estudio y evaluación de las asignaturas de Ingeniería Industrial y de Ingeniería Técnica Industrial de la UNED en Comunicaciones Industriales y en Redes de Comunicaciones Industriales.

Artículos y enlaces disponibles en el curso virtual. Servirán, entre otras cosas, para profundizar en contenidos, promover debates y sugerir temas para el Trabajo Final.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Curso Virtual

La plataforma aLF de e-Learning de la UNED proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el estudiante y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

Videoconferencia

La videoconferencia se contempla como una posibilidad de comunicación bidireccional síncrona con los estudiantes, tal y como se recoge en el modelo metodológico de educación distancia propio de la UNED. La realización de videoconferencias se anunciara a los estudiantes con antelación suficiente en el curso virtual de la asignatura.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Esta asignatura no tiene prácticas de laboratorio.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.