

---

# Programa de Comunicaciones para la Industria

Código: Electiva

---

## Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s: Ingeniería Electrónica

---

Plan de Estudios: 2014 Carácter: Electiva

---

Bloque/Campo: Tecnologías Aplicadas Área: Comunicaciones

---

Régimen de cursado: Cuatrimestral

---

Cuatrimestre: 10° [ECA]

---

Carga horaria: 64 hs / 4 hs semanales Formato Curricular: Asignatura

---

Escuela: Ingeniería Electrónica Departamento: Electrónica

---

Docente responsable:

---

## Programa Sintético

Industria 4.0. Redes en la industria. Redes de sensores. CANbus. CANopen. ISOBUS. Profibus. ModBus. Sercos. DeviceNet. ProfiNet. EtherNet/IP. EtherCAT. PowerLink. Profinet. Antenas para IoT. IEEE 802.15.4. 6LowPAN. WirelessHART. ISA100.11a. IEEE 802.11p. LoRa. Desarrollo de soluciones de comunicaciones para la industria extremo a extremo. Recolección, análisis y presentación de datos.

## Asignaturas Relacionadas

Previas: A13 – Fundamentos de Comunicaciones

---

Simultáneas Recomendadas:

---

Posteriores:

---

Vigencia desde 2018

.....  
Firma Profesor

.....  
Fecha

.....  
Firma Aprob. Escuela

.....  
Fecha

## Características Generales

Esta asignatura es una asignatura electiva del Área de Comunicaciones. La misma brinda una introducción teórica y práctica a los conceptos y tecnologías utilizados en la actualidad en soluciones de comunicaciones para la industria. Los contenidos temáticos incluyen una visión general sobre conceptos y requerimientos de las comunicaciones en la industria actual con visión a futuro. El módulo I presenta una introducción general a la temática con énfasis en la integración en las comunicaciones y casos de uso. El módulo II describe las tecnologías de comunicación más importantes. Este módulo se ocupa de los sistemas de bus de campo, Ethernet industrial, comunicaciones inalámbricas e internet industrial para la industria en general así como también en la automatización de vehículos y edificios. El módulo III introduce los conocimientos básicos sobre el comportamiento de antenas con énfasis en los aspectos de la ingeniería de antenas para IoT cubriendo los fundamentos, las técnicas y el diseño. Finalmente el módulo IV lleva a la práctica los conocimientos adquiridos en los módulos anteriores a través del desarrollo de soluciones para comunicaciones industriales extremos a extremo.

## Objetivos

Al aprobar esta asignatura el alumno será capaz de:

- Comprender el funcionamiento de un sistema de comunicaciones para la industria y sus requerimientos específicos.
- Comprender las diferencias entre las tecnologías de comunicación, así como también su campo de aplicación.
- Analizar el funcionamiento de antenas, identificando los distintos tipos utilizados en la práctica.
- Contar con los criterios para la selección de antenas de acuerdo al diseño de un enlace.
- Plantear las etapas en el desarrollo de sistemas de comunicaciones para la industria.
- Utilizar herramientas de hardware y software actuales para el análisis, diseño, simulación e implementación de sistemas de comunicaciones para la industria.
- Contribuir al desarrollo e innovación en el área de comunicaciones para la industria.

## Contenido Temático

### MÓDULO I: INTRODUCCIÓN

UNIDAD 1: EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA 1.0 A LA INDUSTRIA 4.0. TECNOLOGÍAS OPERATIVAS (OT). TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (IT). INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD. IMPORTANCIA DE QOS Y SEGURIDAD EN REDES PARA LA INDUSTRIA.

UNIDAD 2: APLICACIONES INDUSTRIALES.

### MÓDULO II: TECNOLOGÍAS

UNIDAD 1: BUSES DE CONTROL Y CAMPO: INTRODUCCIÓN. CAN. PROFIBUS. FF. MODBUS. PROFIBUS. PROFINET. SERCOS. IO-LINK. AS-INTERFACES. HART. CIP.

UNIDAD 2: ETHERNET INDUSTRIAL: INTRODUCCIÓN. ETHERNET CONMUTADA EN AUTOMATIZACIÓN. ETHERNET/IP. ETHERCAT. POWERLINK. PROFINET.

UNIDAD 3: COMUNICACIONES ESPECÍFICAS. REDES EN EDIFICIOS. REDES EN AUTOS Y MAQUINARIAS PESADAS. COMUNICACIONES DISPARADAS POR TIEMPO.

UNIDAD 4: REDES INDUSTRIALES INALÁMBRICAS. REDES DE SENSORES. COMUNICACIONES DE BAJA POTENCIA. COMUNICACIONES M2M. IEEE 802.11P. BLE. ZIGBEE. IEEE 802.15.4. 6LOWPAN. RPL. MQTT. COAP. WIRELESSHART. ISA100.11A.. LORA

### MÓDULO III. ANTENAS PARA IOT

UNIDAD 1: ANTENAS DE APERTURA: INTRODUCCIÓN. PRINCIPIO DE HUYGENS. ECUACIONES DE RADIACIÓN. DIRECTIVIDAD. APERTURAS RECTANGULARES. APERTURAS CIRCULARES. PRINCIPIO DE BABINET. EFECTOS DE BORDE DEL PLANO DE TIERRA: LA TEORÍA GEOMÉTRICA DE DIFRACCIÓN.

UNIDAD 2: ANTENAS BOCINA: BOCINA PIRAMIDAL. BOCINA CONICA. BOCINA CORRUGADA. BOCINA MULTIMODO. CENTRO DE FASE.

UNIDAD 3: ANTENAS DE MICROTIRAS. INTRODUCCIÓN. PATCH RECTANGULAR. PATCH CIRCULAR. FACTOR DE CALIDAD, ANCHO DE BANDA Y EFICIENCIA. IMPEDANCIA DE ENTRADA. ACOPLAMIENTO. POLARIZACIÓN CIRCULAR. ARRAYS Y REDES DE ALIMENTACIÓN.

UNIDAD 4: ANTENAS REFLECTOR. INTRODUCCIÓN. REFLECTOR PLANO. REFLECTOR CORNER. REFLECTOR PARABÓLICO. REFLECTOR ESFÉRICO.

### MÓDULO IV: CREACIÓN DE PROYECTOS IOT CON FOCO EN COMUNICACIONES

UNIDAD 1: DISEÑO DE SOLUCIÓN EXTREMO A EXTREMO. INTRODUCCIÓN. ARQUITECTURA PARA IOT. PROCESO DE DESARROLLO DE PARTES DE UN SISTEMA.

UNIDAD 2: IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIONES. TECNOLOGÍAS HABILITANTES. HARDWARES (ARDUINO, RASPBERRY PI, STM32F4DISCOVERY, ETC). SISTEMAS OPERATIVOS PARA IOT. LIBRERÍAS ABIERTAS PARA IOT. PROYECTOS PRÁCTICOS DE REDES PAN, LAN Y WAN.

UNIDAD 3: LOS DATOS EN IOT. INTRODUCCIÓN. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DE DATOS. TECNICAS BASICAS DE ANALISIS DE DATOS. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ARQUITECTURA PARA GRANDES DATOS (BIG DATA)

#### Modalidades de enseñanza-aprendizaje

La modalidad de enseñanza-aprendizaje se dará mediante clases magistrales para la introducción teórica con medios multimediales, trabajo en aula mediante la modalidad taller para la resolución de problemas grupales, actividades de discusión y/o de exposición, y mediante trabajos de laboratorios grupales en el Laboratorio de Instrumentos Especiales, en el Laboratorio de Informática y en el Laboratorio de Comunicaciones para la Industria.

#### Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Comunicaciones en la industria	Actividad de investigación
2	Comunicación ISOBUS y CAN	Implementación y análisis de tramas ISOBUS. Medición física de CAN.
3	Comunicación Ethernet Industrial	Cuestionario y resolución de problemas.
4	Comunicación EtherCAT	Implementación y análisis de tramas.
5	Antenas de apertura	Resolución de problemas
6	Antenas bocina	Resolución de problemas
7	Antenas de microtiras	Resolución de problemas
8	Antenas reflector	Resolución de problemas
9	Comunicaciones WPAN	Implementación y evaluación de comunicaciones inalámbricas de área personal.
10	Comunicaciones WLAN	Implementación y evaluación de comunicaciones inalámbricas de área local.
11	Datos en IoT	Recolección, análisis y presentación de datos.
12	Desarrollo de un sistema de cx	Desarrollo de un sistema de comunicaciones extremo a extremo. Actividad integradora.

## Evaluación

Los alumnos obtendrán la condición de **APROBADO** habiendo superado todas las instancias de evaluación con un piso de 60% y con un porcentaje de asistencia a clases del 70%.

La evaluación durante el dictado se realizará en función de la realización de los trabajos prácticos, la presentación de los informes correspondientes y la defensa del mismo. Cabe recalcar que la realización de los trabajos prácticos es de carácter obligatorio. En caso de no aprobarse un trabajo práctico este deberá volverse a realizar hasta su aprobación.

La evaluación final consiste de un examen escrito integrador y una sesión oral de preguntas a través de las cuales se indaga en la asimilación de los temas desarrollados durante el curso. Podrá realizar la evaluación final el alumno que haya aprobado todos los trabajos prácticos y cumplido con el criterio de asistencia establecido.

La calificación final estará basada en el promedio del desempeño obtenido en los trabajos prácticos, en las clases y en la calificación de la evaluación final.

## Distribución de la carga horaria

### Presenciales

<b>Teoría</b>		<b>32 hs</b>
<b>Práctica</b>	<b>Experimental de laboratorio</b>	<b>10 hs</b>
	<b>Experimental de Campo</b>	<b>4 hs</b>
	<b>Resolución de Problemas y Ejercicios</b>	<b>6 hs</b>
	<b>Problemas abiertos de ingeniería</b>	<b>4 hs</b>
	<b>Actividades de Proyecto y Diseño</b>	<b>10 hs</b>
	<b>Práctica Profesional Supervisada</b>	<b>0 hs</b>
<b>Total</b>		<b>64</b>

hs

**Evaluaciones** 4 hs

### Dedicadas por el alumno fuera de clase

	<b>Preparación Teórica</b>	<b>16 hs</b>
	<b>Preparación Práctica</b>	<b>16 hs</b>
<b>Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.</b>		<b>32 hs</b>

## Bibliografía básica

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>	<i>Editorial</i>	<i>Año de edición</i>	<i>Ejemplares disponibles</i>
"Industrial Communication Technology Handbook"	ZURAWSKI, R.	CRC Press	2014	
"Industrial communication systems"	Wilamowski, B. Irwin, J.	CRC Press	2011	
"People, processes, services, and things : using services innovation to enable the Internet of everything"	Hazim, D.; Bil, D.; Pignataro, C.	Business Expert Press	2015	
"Elementos de Electromagnetismo"	SADIKU, M.	Oxford México	2003	4

"Electromagnetismo con Aplicaciones"	KRAUS-FLEISCH	Mc Graw-Hill	1999	2
"Antenna Theory Analysis and Design, Constantine A. Balanis, third edition"	BALANIS C.A.	Wiley	2005	

### Bibliografía complementaria

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>	<i>Editorial</i>	<i>Año de edición</i>	<i>Ejemplares disponibles</i>
Wireless Networks for Industrial Automation	CARO, D.	ISA	2008	
M2M Communications - A System Approach	Boswarthick, D.; Elloumi, O.; Hersent, O.	Wiley	2012	
The Internet of Things: Key Applications and Protocols	Boswarthick, D.; Elloumi, O.; Hersent, O.	Wiley	2012	
Practical Industrial Data Communications: Best Practice Techniques	Reynders, D.; Mackay, S.; Wright, E.	Newness	2005	
The Internet of things : enabling technologies, platforms, and use cases	Raj, P.; Raman, A.	CRC Press	2017	
Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi.	Bell, C.	Apress	2013	
Learning Internet of Things: Explore and learn about Internet of Things with the help of engaging and enlightening tutorials designed for Raspberry Pi.	Waher, P .	Packt Publishing.	2015	
Cloud Essentials CompTIA Authorized Courseware for Exam CLO-001	Hausman, K.; Cook, S.; Sampaio, T.	Wiley	2013	
Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis	Runkler, T.	Springer Vieweg	2016	
"Electronic Communication Systems"	FENZEL L. E.	Mc Graw-Hill	2014	-

### Recursos web y otros recursos

Los materiales didácticos de la asignatura están disponibles en el sitio web de la cátedra.

## Cronograma de actividades

SEMANA	MÓDULO - UNIDAD	TEMA	ACTIVIDAD
01	I	EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA 1.0 A LA INDUSTRIA 4.0. TECNOLOGÍAS OPERATIVAS (OT). TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (IT). INTEGRACIÓN E INTEROPERABILIDAD. IMPORTANCIA DE QOS Y SEGURIDAD EN REDES PARA LA INDUSTRIA. APLICACIONES INDUSTRIALES.	Teoría
02	II-1 III-1	: BUSES DE CONTROL Y CAMPO: INTRODUCCIÓN. CAN. PROFIBUS. FF. MODBUS. PROFIBUS. PROFINET. SERCOS. IO-LINK. AS-INTERFACES. HART. CIP. INTERBUS. WORLDFIP. Antenas de apertura. Introducción. Principio de Huygens. Ecuaciones de radiación. Directividad.	Teoría y práctica
03	II-1 III-1	: BUSES DE CONTROL Y CAMPO: INTRODUCCIÓN. CAN. PROFIBUS. FF. MODBUS. PROFIBUS. PROFINET. SERCOS. IO-LINK. AS-INTERFACES. HART. CIP. INTERBUS. WORLDFIP. Aperturas rectangulares. Aperturas circulares. Principio de Babinet. Efectos de borde del plano de tierra: la teoría geométrica de difracción.	Teoría y práctica
04	II-1	BUSES DE CONTROL Y CAMPO: INTRODUCCIÓN. CAN. PROFIBUS. FF. MODBUS. PROFIBUS. PROFINET. SERCOS. IO-LINK. AS-INTERFACES. HART. CIP.	Teoría y práctica
05	II-2	ETHERNET INDUSTRIAL: INTRODUCCIÓN. ETHERNET CONMUTADA EN AUTOMATIZACIÓN. ETHERNET/IP. ETHERCAT. POWERLINK. PROFINET.	Teoría y práctica
06	II-2 III-2	ETHERNET INDUSTRIAL: INTRODUCCIÓN. ETHERNET CONMUTADA EN AUTOMATIZACIÓN. ETHERNET/IP. ETHERCAT. POWERLINK. PROFINET. Antenas bocina. Introducción. Bocina piramidal. Bocina conica.	Teoría y práctica
07	II-2 III-2 II-3	Bocina corrugada. Bocina multimodo. Centro de fase. ETHERNET INDUSTRIAL: INTRODUCCIÓN. ETHERNET CONMUTADA EN AUTOMATIZACIÓN. ETHERNET/IP. ETHERCAT. POWERLINK. PROFINET. COMUNICACIONES ESPECÍFICAS. REDES EN EDIFICIOS. REDES EN AUTOS Y MAQUINARIAS PESADAS. COMUNICACIONES DISPARADAS POR TIEMPO.	Teoría y práctica
08	II-3 II-4	COMUNICACIONES ESPECÍFICAS. REDES EN EDIFICIOS. REDES EN AUTOS Y MAQUINARIAS PESADAS. COMUNICACIONES DISPARADAS POR TIEMPO. REDES INDUSTRIALES INALÁMBRICAS. REDES DE SENSORES. COMUNICACIONES DE BAJA POTENCIA. COMUNICACIONES M2M. IEEE 802.11P. BLE. ZIGBEE. IEEE 802.15.4E/G. 6LOWPAN. MQTT. COAP. WIRELESSHART. ISA100.11A. LORA	Teoría y práctica
09	II-4	REDES INDUSTRIALES INALÁMBRICAS. REDES DE SENSORES. COMUNICACIONES DE BAJA POTENCIA. COMUNICACIONES M2M. IEEE 802.11P. BLE. ZIGBEE. IEEE 802.15.4E/G. 6LOWPAN. RPL. MQTT. COAP. WIRELESSHART. ISA100.11A. LORA	Teoría y práctica
10	II-4 III-3	REDES INDUSTRIALES INALÁMBRICAS. REDES DE SENSORES. COMUNICACIONES DE BAJA POTENCIA. COMUNICACIONES M2M. IEEE 802.11P. BLE. ZIGBEE. IEEE 802.15.4. 6LOWPAN. RPL. MQTT. COAP. WIRELESSHART. ISA100.11A. LORA	Teoría y práctica

		Antenas de microtiras. Introducción. Patch rectangular. Patch circular. Factor de calidad, ancho de banda y eficiencia.	
11	III-3 IV-1	Impedancia de entrada. Acoplamiento. Polarización circular. Arrays y redes de alimentación. DISEÑO DE SOLUCIÓN EXTREMO A EXTREMO. INTRODUCCIÓN. ARQUITECTURA PARA IOT. PROCESO DE DESARROLLO DE PARTES DE UN SISTEMA.	Teoría y práctica
12	IV-2	IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIONES. TECNOLOGÍAS HABILITANTES. HARDWARES (ARDUINO, RASPBERRY PI, STM32F4DISCOVERY, ETC). SISTEMAS OPERATIVOS PARA IOT. LIBRERÍAS ABIERTAS PARA IOT.	Teoría y práctica
13	IV-2	PROYECTOS PRÁCTICOS DE REDES PAN, LAN Y WAN.	Teoría y práctica
14	III-4 IV-2	Antenas reflector. Introducción. Reflector plano. PROYECTOS PRÁCTICOS DE REDES PAN, LAN Y WAN.	Teoría y práctica
15	III-4 IV-2	Reflector corner. Reflector parabólico. Reflector esférico. PROYECTOS PRÁCTICOS DE REDES PAN, LAN Y WAN.	Teoría y práctica
16	IV-3	LOS DATOS EN IOT. INTRODUCCIÓN. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DE DATOS. TÉCNICAS BÁSICAS DE ANÁLISIS DE DATOS. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. ARQUITECTURA PARA GRANDES DATOS (BIG DATA)	Teoría y práctica