

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Comunicaciones entre Sistemas Embebidos
Clave de la asignatura:	SDJ – 1205
SATCA¹:	4 – 2 – 6
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Actualmente en la mayoría de los sistemas industriales que requieren del monitoreo y control de procesos se realizan a través del establecimiento de redes de comunicación entre diferentes sistemas embebidos, pudiendo ser estos: FPGAs, microcontroladores, DSPs o SBC.</p> <p>Las redes entre sistemas embebidos se encuentran comúnmente en automóviles, procesos químicos, aviones y diferentes procesos industriales. Por lo anterior, se establece el programa de esta asignatura dentro del módulo de especialidad de la carrera de Ingeniería Electrónica, para que el alumno adquiera los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias que le permitan comunicar sistemas embebidos para el monitoreo y control de procesos.</p> <p>La materia se encuentra relacionada con las otras materias de la especialidad, y establece continuidad con la materia de Interfaces, iniciando el estudio de la interfaz RS485, la cual sigue utilizándose ampliamente en la comunicación serial de equipos de monitoreo y control de procesos. En el mismo sentido se parte de las habilidades y conocimientos que el alumno obtuvo en las materias de FPGAs e Interfaces, para que adquiera las competencias que le permitan implementar redes de comunicaciones entre diferentes sistemas embebidos.</p>
Intención didáctica
<p>En esta asignatura se requiere que el estudiante cuente con las habilidades y conocimientos que le permitan: diseñar, construir y programar sistemas basados en Microcontroladores y FPGAs, manejar diferentes interfaces (RS 232 y USB) así como la terminología y conceptos requeridos en las redes de comunicaciones de datos, para que los aplique a la construcción y programación de interfaces y protocolos más usados actualmente en la comunicación de sistemas embebidos industriales.</p> <p>La materia está organizada en cuatro temas. En el primero, se da la introducción a las comunicaciones entre sistemas embebidos, planteándose el panorama de la materia y</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

los conceptos fundamentales requeridos en la misma.

En el segundo tema se analiza la interfaz RS 485, su norma, los principales buses industriales que la usan y se implementa físicamente para establecer la comunicación entre dos o más sistemas embebidos. En el tercer tema se analizan: la comunicación por Ethernet, su protocolo de comunicación, los requerimientos de hardware, su programación y su implementación física. En el tema cuatro se plantea la comunicación entre un sistema embebido y la WEB, para realizar aplicaciones.

Se sugiere que la materia promueva actividades que propicien en el estudiante el establecimiento de una metodología que le permitan desarrollar y adquirir conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores, por lo que se plantea el desarrollo de investigaciones, exposiciones y prácticas en equipo, que le permitan al estudiante sociabilizar, reflexionar sobre temas investigados y resultados obtenidos, percatarse de las deficiencias que tienen y de los logros obtenidos, desarrollar habilidades de expresión oral y escrita al momento de presentar resultados y mostrar actitud ética al presentar diseños y aplicaciones propias.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Veracruz Junio del 2012 al 6 de Julio del 2012	Representantes de la Academia de la Carrera de Ingeniería Electrónica.	
Instituto Tecnológico de Veracruz 17 de Agosto de 2015	Cuerpo Colegiado de Digitales perteneciente a la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Veracruz	Materia rediseñada para ajustarse mejor a las necesidades del módulo de especialidad

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Estudia los protocolos de comunicación RS 485, CAN y Ethernet para diseñar e implementar la comunicación entre sistemas embebidos.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y explica el funcionamiento interno y externo del microcontrolador. • Realiza programas en lenguaje ensamblador y de alto nivel, utilizando los recursos del microcontrolador. • Diseña algoritmos y desarrolla programas de aplicación, utilizando un lenguaje de programación estructurado de alto nivel, para su aplicación en la solución de problemas propios del área electrónica. • Conoce y describe los elementos de un sistema de comunicación para comprender la función de los mismos.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la comunicación entre sistemas embebidos.	1.1 Definición de sistema embebido. 1.1.1 Arquitectura básica de los sistemas embebidos. 1.2 El modelo OSI. 1.3 Interfaces empleadas en comunicaciones digitales. 1.4 Protocolos comunes en redes de comunicaciones digitales industriales.
2	Protocolos de comunicación entre	2.1 Comunicación serial asíncrona.

	sistemas embebidos	2.1.1 Interfaz RS-232. 2.1.2 Interfaz RS-485. 2.2 Comunicación serial síncrona. 2.2.1 Interfaz SPI. 2.2.2 Interfaz I2C.
3	Sistemas Operativos y principios básicos de las redes de computadoras.	3.1 Sistema Operativos. 3.2 Configuración y uso de los sistemas operativos. 3.3 Ethernet. 3.3.1 Realización de una red punto a punto. 3.3.2 Configuración que permita compartir recursos.
4	Aplicación de los Sistemas Embebidos.	4.1 Leguaje de programación. 4.1.1 BASH. 4.1.2 Python. 4.2 Diseño de Aplicaciones en Sistemas Embebidos.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1: Introducción a las comunicaciones entre sistemas embebidos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Identifica las interfaces y protocolos, más usados actualmente, para implementar la comunicación entre sistemas embebidos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades de lectura de documentos en inglés. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de toma de decisiones. • Competencias interpersonales • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad para convivir y trabajar en equipo. • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Compromiso ético. <p>Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar, seleccionar y analizar información, en las distintas fuentes bibliográficas propuestas, de las interfaces y protocolos de comunicación que se usan en sistemas embebidos. • En pequeños grupos analizar la información y reflexionar sobre las características, ventajas, desventajas y requerimientos de las diferentes formas de comunicación entre sistemas embebidos. • Elaborar un mapa conceptual que muestre tipos de interfaces y protocolos de comunicación, sus características y requerimientos. • Por equipo, exponer una interfaz y un protocolo de comunicación, mostrando donde se aplican y las ventajas y desventajas que ofrecen.

<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	
<p>Tema 2: Protocolos de comunicación entre sistemas embebidos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementa interfaces con los protocolos seriales RS485, SPI, I2C para analizar las características de cada uno de ellos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades de lectura de documentos en inglés. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de toma de decisiones. • Competencias interpersonales • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad para convivir y trabajar en equipo. • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Compromiso ético. <p>Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar lecturas sugeridas y analizar la información, complementándola con la información de las distintas fuentes bibliográficas propuestas. • Del análisis de la información obtener la norma EIA 485, diagrama de conexión, características eléctricas, velocidades de transmisión, arquitectura de conexión, y principales buses industriales que usan esta interfaz. • Simular la comunicación entre dos microcontroladores usando la interfaz RS 485. • Realizar el monitoreo y manipulación a distancia de variables físicas usando la interfaz RS485 y elaborar un manual del equipo de comunicación, en el que se muestren las características físicas y eléctricas, diagramas de conexión y pruebas de funcionalidad. • Del análisis de la información obtener diagrama de conexión, características eléctricas, velocidades de transmisión, y protocolos de comunicación (formatos de mensaje). • Analizar el modelo de capas y elaborar un diagrama de bloques que indique los niveles de capa en los que trabaja el protocolo SPI. • Elaborar un cuadro descriptivo de las tramas del protocolo SPI, indicando la función de cada una de sus partes. • Realizar el monitoreo y manipulación a distancia de variables físicas usando el protocolo I2C y elaborar un manual del equipo de comunicación realizado, en el que se muestren las características

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	<p>físicas y eléctricas, diagramas de conexión y pruebas de funcionalidad.</p>
<p>Tema 3: Sistemas Operativos y principios básicos de las redes de computadoras</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Realiza una conexión mediante Ethernet entre la tarjeta de desarrollo con sistema operativo basado en Linux y una PC con sistema operativo Windows, para la compartición de recursos y su manejo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades de lectura de documentos en inglés. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de toma de decisiones. • Competencias interpersonales • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad para convivir y trabajar en equipo. • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Compromiso ético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entender los principios básicos del Kernel, sus diferentes filosofías e historias. • Saber las configuraciones básicas que le permitan utilizar una tarjeta de desarrollo y que está sea adecuada para una tarea dada. • Entender y familiarizarse con la interfaz de control de la tarjeta de desarrollo. • Conocer los preceptos y alcances básicos del protocolo SSH. • Configurar de manera adecuada en los paneles de control de Windows, el uso de recurso compartidos. • Realizar una red entre dos entidades con sistemas operativos diferentes.

<p>Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	
<p>Tema 4: Aplicación de los sistemas embebidos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Entiende los conceptos básicos del entorno de la consola de Linux para usar los comandos básicos de Python, así como su entorno de programación</p> <p>Diseña aplicaciones que ejecuten comandos dentro del sistema embebido para implementar una aplicación específica</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades de lectura de documentos en inglés. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de toma de decisiones. • Competencias interpersonales 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar lecturas sugeridas y analizar la información, complementándola con la información de las distintas fuentes bibliográficas propuestas. • Manejar el entorno del sistema operativo basado en Linux. • Conocer y aplicar los comandos básicos para copiar, pegar, borrar, cambiar atributos entre otros dentro de la consola de Linux. • Elaborar un cuadro descriptivo de los comandos más comunes de Python, como lo son aquellos para la toma de decisiones, ciclos, operaciones lógicas y aritméticas. • Realizar el monitoreo y manipulación a distancia usando una página Web como interfaz de control.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad para convivir y trabajar en equipo. • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Compromiso ético. <p>Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	
--	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Implementación física de la interfaz RS 232. • Comunicación entre microcontroladores usando la interfaz del RS 232. • Comunicación entre microcontroladores usando el bus SPI. • Monitoreo y control a distancia usando el bus I2C. • Apertura de un socket. • Lectura de puertos del microcontrolador por Ethernet. • Monitoreo y control remoto por Ethernet. • Diseño de aplicaciones en sistemas embebidos.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual
--

se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Examen escrito para evaluación del trabajo en el aula.
- Desarrollo de prácticas en el laboratorio.
- Desarrollo de reporte escrito del trabajo práctico.
- Evaluación de trabajos de investigación.
- Autoevaluaciones y coevaluaciones.

11. Fuentes de información

1. Tanenbaum, Andrew., Redes de computadoras, 5a. edición, Prentice Hall, 2012
2. Peng, Zhang., Advanced Industrial Control Technology, 1a Edición, Elsevier, 2010
3. Wilmshurst, Tim., Designing Embedded Systems With PIC Microcontrollers: Principles and Applications, 1a edición, Elsevier, 2010
4. Paret, Dominique; Riesco, Roderick., Multiplexed Networks for Embedded Systems: CAN, LIN, FlexRay, Safe-by-Wire, 1a. Edición, Wiley, 2007.
5. Chazallet, Sebastien, Python 3 Los fundamentos del lenguaje, 1a Edición, ENI, 2015
6. Upton, Eben; Gareth, Halfacree; Raspberry pi 200 ejercicios prácticos, 1a Edición, Anaya Multimedia, 2013.
7. Tojeiro Calaza, German., Raspberry Pi2 para electrónicos, Primera Edición, Alfaomega 2016.
8. Gutttag, Jonh V.; Introduction to Computation and Programming Using Python, MIT press, 2013

[1] "[http://www. microchip.com](http://www.microchip.com)" Hojas de datos de microcontroladores PICs y controlador de Ethernet

[2] "[http://www. mikroe.com](http://www.mikroe.com)" Tarjetas, módulos, libros y manuales de sistemas embebidos con CAN\Ethernet

[3] "[http://www. arm.com](http://www.arm.com)" Hojas de datos de microcontroladores ARM

[4] "<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/21801d.pdf>" Hoja de datos de controlador CAN

[5] "<http://www.embeddedethernet.com/>," Conexión de un microcontrolador a una LAN.

[6] "<http://www.winradio.com/home/trunking theory.htm>," Introducción al Trunking.

[7] "<http://www.genesisworld.com/trunking.htm>," Enlaces Trunking.

[8] "<http://www.signalharbor.com/ttt/00jan/index.html>," Introducción al Trunking.