

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Sistemas embebidos para IoT
<b>Clave de la asignatura:</b>	SID-2003
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-3-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Tecnologías de Información y Comunicaciones la capacidad para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los conocimientos básicos que engloban los sistemas embebidos como parte fundamental del IoT, que le sirvan como base teórica para desarrollar aplicaciones en los diversos sectores donde el estudiante se desempeña o desempeñe.</li> <li>• Identificar y analizar las diversas áreas de aplicación donde el IoT representa una posible solución óptima a las necesidades que en algún momento una sociedad demanda.</li> <li>• Otorga al alumno las habilidades para distinguir, analizar y crear soluciones a problemas reales aplicando los conocimientos adquiridos desde una perspectiva crítica, para servir al alumno a seleccionar las herramientas ad hoc en la integración de sistemas embebidos para el IoT.</li> <li>• Dota al alumno de la capacidad para visualizar en todo momento que los dispositivos embebidos deben estar conectados a una red de comunicaciones con las ventajas y desventajas que esto presenta, de cara a un mundo en transformación ascendente.</li> </ul>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El contenido se organiza en cuatro temas donde de manera incremental se induce al estudiante los conocimientos y habilidades en el tema de sistemas embebidos para IoT basados en controladores o microcontroladores interconectados a Internet;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el tema uno, se definen los conceptos básicos utilizados en la asignatura para identificar los sistemas embebidos para IoT, se investigan los diversos sectores que involucran los sistemas embebidos. También se realiza un análisis de las características de las diferentes tecnologías y plataformas que actualmente existen en el mercado, sin perder de vista las tendencias en cada sector.</li> <li>• En el tema dos, se introduce al modelado de sistema embebidos se analizan los componentes en hardware que un sistema embebido para IoT requiere, revisar el funcionamiento, las características y las condiciones del entorno de operación. Posteriormente se inicia con la programación de módulos principalmente de sistemas basados en microcontroladores.</li> </ul>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

- El tema tres, se aplican técnicas de programación como por ejemplo algoritmos de control, monitoreo, almacenamiento, etc. Por otro lado se utilizan herramientas para la elaboración de sistemas embebidos para IoT como por ejemplo el empleo de RTOS o la utilización de Timers e interrupciones.
- Por último, en el cuatro se introduce a las interfaces de usuario y los protocolos de comunicación entre redes de dispositivos o una conexión a Internet para el IoT. Finalmente se plantea el diseño de una solución aplicando los conocimientos adquiridos antes y durante de este curso.

El docente debe:

- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución, propiciando una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- En coordinación con los estudiantes elaborar instructivos, demostraciones, manuales o cualquier material didáctico que auxilie la impartición de la asignatura.
- Promover visitas al sector productivo donde se utilicen bases de datos.

### 3. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el papel que juegan los sistemas embebidos para IoT como apoyo en actividades humanas para desarrollar una crítica que mejore los resultados obtenidos y permita realizar conclusiones.</li> <li>• Analizar un problema real dentro del campo de los sistemas embebidos para IoT para crear una posible solución utilizando las herramientas adecuadas y conocimientos adquiridos.</li> <li>• Seleccionar, diseñar, desarrollar e implementar una solución a una problemática utilizando dispositivos electrónicos, módulos de conexión y/o aplicaciones en la nube.</li> </ul>

### 4. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis, investigación y redacción</li> <li>• Conocimientos sobre electrónica básica</li> <li>• Dominar un lenguaje de programación</li> <li>• Conocimientos básicos en Telecomunicaciones</li> <li>• Analizar problemas de hardware y software</li> </ul>
---

### 5. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	<b>APLICACIONES DE SISTEMAS EMBEBIDOS</b>	1.1 Introducción al ámbito del IOT 1.2 Aplicaciones (Smartcities, ehealth y otros sectores). 1.3 Definiciones, Características y Tendencias. 1.4 Características de los dispositivos embebidos para IoT. 1.5 Sistemas en tiempo real. 1.6 Plataformas de desarrollo. 1.7 Sistemas embebidos comerciales 1.8 Metodologías para análisis y diseño de sistemas embebidos
2	<b>Análisis y programación de microcontroladores</b>	2.1 Requerimientos en sistemas embebidos 2.2 Sistemas basados en microcontroladores 2.3 Características de los Microcontroladores 2.3.1 Velocidad de procesamiento 2.3.2 Características eléctricas. 2.3.3 Memorias 2.3.4 Programación de periféricos 2.4 Dispositivos de conectividad 2.5 Sensores y Actuadores 2.6 Diseño de PCB´s
3	<b>Técnicas y herramientas de programación para microcontroladores</b>	3.1 Diagramas UML 3.2 Sistemas Operativos de Tiempo Real

		<p>3.2.1 Creación de tareas</p> <p>3.2.2 Semáforos</p> <p>3.2.3 Control de tareas</p> <p>3.2.4 Programación de Timers</p> <p>3.2.5 Programación de interrupciones</p> <p>3.2.6 Buffers de entrada y salida de datos.</p> <p>3.2.7 Programación de periféricos</p>
4	<b>INTERFACES Y CONECTIVIDAD</b>	<p>4.1 Interfaz de usuario</p> <p>4.2 Protocolos de comunicación para IOT MQTT, CoAP, REST API, XMPP, etc.</p> <p>4.3 Arquitecturas de Servicio y Conectividad</p> <p>4.4 Redes de sensores</p> <p>4.5 Aplicaciones con IoT</p>

## 6. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Aplicaciones de sistemas embebidos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para comprender nuevos conceptos en un segundo idioma</li> <li>Comprender los conceptos generales que rodean al IoT y los sistemas embebidos.</li> <li>Capacidad para analizar los sistemas de tiempo real.</li> <li>Saber identificar las áreas de aplicación de los sistemas embebidos.</li> <li>Habilidad para el uso de hardware y software</li> <li>Capacidad de generar una crítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender los conceptos relacionados al IoT especialmente en sistemas embebidos</li> <li>Identificar las áreas de aplicación donde el IoT está presente.</li> <li>Realizar un análisis de los sistemas embebidos como parte fundamental del IoT a través del tiempo.</li> <li>Investigar al menos dos plataformas de hardware y software para el desarrollo de sistemas embebidos.</li> <li>Interactuar con un IDE de programación para sistemas embebidos.</li> <li>Crear una perspectiva propia de la situación actual del mercado en sistemas embebidos.</li> </ul>
2. Análisis y programación de microcontroladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para proponer algoritmos de solución a problemas reales.</li> <li>• Capacidad de adquirir y aplicar conocimientos.</li> <li>• Utilizar y analizar herramientas tecnológicas para el desarrollo de sistemas embebidos</li> <li>• Capacidad para comprender el funcionamiento de arquitecturas de Hardware.</li> <li>• Trabajo en equipo, planeación, anticipar problemas y tomar decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los requerimientos de un sistema embebido para considerar las especificaciones en la selección o diseño de este.</li> <li>• Seleccionar, evaluar y proponer aplicaciones embebidas con base en fundamentos teóricos.</li> <li>• Programar periféricos de un microcontrolador para realizar propuestas de soluciones embebidas para IoT.</li> <li>• Seleccionar arquitecturas de hardware para aplicaciones específicas.</li> <li>• Trabajar en equipo para plantear una solución embebida en el área del IoT.</li> </ul>
<b>3. Técnicas y herramientas de programación para microcontroladores</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de plantear soluciones a problemas en diagramas de flujo y de tiempo</li> <li>• Conocer el funcionamiento básico de un sistema operativo.</li> <li>• Capacidad de plantear algoritmos de solución a problemas reales.</li> <li>• Buscar información en diversas fuentes e idiomas para la programación de arquitecturas de hardware.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las técnicas para el modelado de sistemas embebidos.</li> <li>• Analizar y utilizar un RTOS.</li> <li>• Desarrollar solución a un problema real mediante diagramas UML.</li> <li>• Plantear y programar de un sistema embebido para IoT con base en un diagrama UML y utilizando otras herramienta por ejemplo RTOS.</li> </ul>
<b>4. Manejo de transacciones</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento teórico sobre interfaces humano-máquina.</li> <li>• Conocimientos básicos sobre redes de computadoras.</li> <li>• Capacidad de analizar protocolos de comunicación utilizados en IoT.</li> <li>• Conocimiento sobre el manejo de tecnologías web.</li> <li>• Selección e integración de diversas tecnologías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una interfaz web para un sistema embebido de IoT.</li> <li>• Investigar los mecanismos de comunicación de los sistemas embebidos para IoT.</li> <li>• Analizar los protocolos de comunicación utilizados en IoT</li> <li>• Integrar un sistemas embebidos y web utilizando protocolos para la comunicación</li> <li>• Evaluar los resultados obtenidos de la actividad anterior.</li> </ul>

## 7. Práctica(s)

- Utilizar sensores y actuadores ON/OFF comúnmente utilizados en aplicaciones reales.
- Realizar un termostato configurable a través de botones u otra interfaz de usuario.
- Utilizar la programación de memoria no volátil para guardar parámetros de configuración.
- Programar de interrupciones externas e internas
- Programación de timers y contadores para la sincronización de tareas
- Crear tareas utilizando un sistema Operativo de Tiempo Real.
- Implementar protocolos de comunicación para IoT utilizando un microprocesador y módulos inalámbricos para obtener datos de sensores y almacenarlos en la nube.
- Realizar PCB's para integrar proyectos de hardware.

## 8. Proyecto de asignatura

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:

- **Fundamentación:** Los implicados en el proyecto deben formular de manera clara la finalidad del proyecto aportando los fundamentos que sustentan al proyecto; mediante los conocimientos adquiridos para la elaboración de proyectos a través de su formación en diferentes asignaturas y en el contexto de las competencias específicas que esta asignatura indica. Tanto los desarrolladores del proyecto, colaboradores, la academia de ITIC's y docente a cargo de impartir la asignatura deberán definir el marco legal y los roles que cada actor desempeñaran, mismo que deben ser plasmados en el proyecto.
- **Planeación:** Establecer los objetivos específicos para definir las actividades que contribuyan a la solución de la problemática planteada y donde, además, los participantes desarrollen las competencias de asignatura. En esta etapa los integrantes deben definir los recursos con que se cuenta para el desarrollo de las actividades, es importante establecer los tiempos de ejecución de actividades mediante un cronograma.
- **Ejecución:** Este proceso deberá ser supervisado y retroalimentado por el docente a cargo de la asignatura dónde los implicados deberán presentar avances conforme a su cronograma de actividades; durante esta fase todos los participantes deben aplicar y obtener las competencias generales y específicas guiados por una metodología de ejecución previamente establecida.
- **Evaluación:** Los implicados deberán establecer fechas durante y al finalizar el proyecto para emitir un juicio de valor sobre la ejecución de tareas y logros obtenidos con el objetivo de fortalecer las deficiencias identificadas.

## 9. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas mentales o conceptuales, reportes de prácticas, tablas comparativas, exposiciones en clase, portafolio de evidencias entre otros.

Para verificar el nivel de logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de evaluación, guías de observación, rubricas, exámenes prácticos entre otros.

## 10. Fuentes de información

### Biblioteca:

Iniewski, K. (2012). *Embedded Systems: Hardware, Design and Implementation*. John Wiley & Sons.

Oshana, R., & Kraeling, M. (Eds.). (2019). *Software engineering for embedded systems: Methods, practical techniques, and applications*. Newnes.

Lee, E. A., & Seshia, S. A. (2016). *Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach*. Mit Press.

Barry, Richard. "Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel." *Real Time Engineers Ltd* (2016).

Noviello, Carmine. "Mastering STM32." *A step-by-step guide to the most complete ARM Cortex-M platform, using a free and powerful development environment based on Eclipse and GCC*. Leadpub (2017).

Zhang, H. F., & Kang, W. (2013). Design of the data acquisition system based on STM32. *Procedia Computer Science, 17*, 222-228.

Scarpino, M. (2014). *Designing Circuit Boards with EAGLE: Make High-quality PCBs at Low Cost*. Pearson Education.

Barry, R. (2008). FreeRTOS. *Internet, Oct*.

Hillar, Gaston C. *MQTT Essentials-A Lightweight IoT Protocol*. Packt Publishing Ltd, 2017.

Singh, Meena, et al. "Secure mqtt for internet of things (iot)." *2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies*. IEEE, 2015.

Collina, Matteo, Giovanni Emanuele Corazza, and Alessandro Vanelli-Coralli. "Introducing the QEST broker: Scaling the IoT by bridging MQTT and REST." *2012 IEEE 23rd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications-(PIMRC)*. IEEE, 2012.

### Digital:

<https://www.freertos.org/>

<https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2015/radovi/RSS-2/RSS-2-2.pdf>

<https://www.sciencedirect.com>

<http://www.ijana.in/papers/V10I2-11.pdf>

<https://ieeexplore.ieee.org>

<http://mqtt.org/>