

<b>Carrera INGENIERIA EN INFORMATICA</b>		
<b>Asignatura</b> 3631 - Fundamentos de los sistemas embebidos		
<b>Trayecto Infraestructura</b>		
<b>Año académico 2023</b>		
<b>Responsable / Jefe de cátedra</b> Lic. Carlos E. Maidana		
<b>Carga horaria semanal</b> 4hs	<b>Carga horaria total:</b> 64hs	<b>Créditos</b> -----
<b>Modalidad:</b> Presencial		
<b>Correlativas anteriores:</b> SISTEMAS DE NUMERACION	<b>Correlativas posteriores:</b> ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	
<b>Conocimientos necesarios:</b> Programación básica. Sistemas de numeración.		

### Descripción de la asignatura

La asignatura “Fundamentos de los Sistemas Embebidos”, está organizada como una materia básica en lo que hace al análisis y estudio del hardware de computadoras, en la que se estudia, desde los bloques funcionales que configuran su estructura hasta el nivel básico de los elementos que a su vez conforman dichos bloques.

El alumno que curse la asignatura "Fundamentos de los Sistemas Embebidos" deberá poseer, al momento de su iniciar la cursada de la asignatura, los conocimientos básicos referidos a los elementos fundamentales de: Sistemas de numeración, representación de información dentro de las computadoras y el manejo de información binaria en sus distintas formas.

Estos conocimientos, adquiridos en las materias correlativas previas, permitirán el avance hacia las aplicaciones directas de los mismos, lo que, a su vez, permitirá que el alumno tenga, una vez completado el cursado de la misma, un panorama general sobre las estructuras de hardware.

Como esta materia posee una carga práctica importante sobre sistemas embebidos, el alumno se familiarizará con la interconexión de estos dispositivos a las distintas interfaces y deberá lograr desarrollar una aplicación que permita realizar transacciones con un server MQTT de IoT.

### Metodología de enseñanza

En cada unidad temática se introducen los conceptos, que le permitirán al alumno poder plasmarlo en la práctica con elementos físicos reales. La filosofía de esta materia es incorporar los conocimientos mediante la práctica.

### Objetivos de aprendizaje

A través de esta asignatura, el alumno habrá adquirido los conocimientos necesarios para:

- Nivelar los conocimientos a los alumnos que no provienen de carreras secundarias técnicas.
- Reconocer y poder interconectar dispositivos a un microcontrolador, teniendo en cuenta las capacidades eléctricas de cada elemento.

- Diseñar y reconocer circuitos que contengan elementos de lógica combinatoria.
- Diseñar y reconocer circuitos que contengan elementos de lógica secuencial y maquinas de estado finitas (FSM).
- Reconocer los bloques que componen una microcomputadora.
- Reconocer y utilizar protocolos de comunicación serie sincrónica y asincrónica para la interconexión de dispositivos periféricos.
- Reconocer que es un lenguaje de programación de bajo nivel y de alto nivel.
- Reconocer y utilizar un lenguaje de alto nivel interpretado, teniendo en cuenta su sintaxis básica, sus operadores lógicos y la inicialización de dispositivos de entrada - salida.
- Reconocer y utilizar un sistema embebido y su relación con los dispositivos de IoT.
- Lograr conectar dispositivos a un servidor MQTT y controlar dispositivos remotos mediante una aplicación.

**Contenidos mínimos**

Algebra de Boole. Circuitos combinatoriales. Circuitos Secuenciales. Introducción a la IoT. Módulo CPU. Sensores. Interconexión. Compatibilidad de niveles lógicos entresensores. Buses seriales sincrónicos. Protocolos de comunicación. Desarrollo de un sistema de IoT básico.

**Competencias a desarrollar**

A lo largo del período de cursada al menos se desarrollan en cierto grado de profundidad las siguientes competencias:

**Genéricas**

- Desempeño en equipos de trabajo.
- Comunicación efectiva.
- Actuación profesional ética y responsable.
- Aprendizaje continuo.
- Desarrollo de una actitud profesional emprendedora.

**Específicas**

- Especificación, proyecto y desarrollo de software.
- Establecimiento de métricas y normas de calidad de software.
- Procedimientos y certificaciones del funcionamiento, condición de uso o estado de sistemas de información, sistemas de comunicación de datos, software, seguridad informática y calidad de software.
- Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en sistemas de información/informática.
- Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería en sistemas de información / informática.
- Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería en sistemas de información / informática.
- Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en sistemas de información / informática.

- Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

<b>Programa analítico</b>	
Unidad 0	<p><b>Repaso Sistemas de numeración y códigos.</b></p> <p>0.0 - Números (composición, bases). Números Sin Signo. Números Sin Signo (Rango de representación ). Números Sin Signo (Sumas, Carry). Números Sin Signo (Restas, Borrow). Números Sin Signo (Comparaciones). Complemento de un número. Complemento a la base. Complemento a la base menos uno. Números Signados. Números Signados (Rango de representación). Números Signados (Sumas con overflow). Números Signados (Restas con overflow). Números Signados (Comparaciones). Punto fijo. Representación de parte fraccionaria. Números periódicos y error. Punto flotante. Notación científica en decimales. IEEE 754. Comparaciones en punto flotante.</p> <p>0.1 – Códigos. Definición de códigos. Palabra de un código. Módulo de un código. Códigos binarios. Códigos decimales. Código BCD &amp; BCD Empaquetado. Códigos progresivos y cerrados. Código de Johnson. Suma con BCD. Código One-Hot &amp; OneCold. Códigos alfanuméricos (códigos ASCII &amp; Unicode). Paridad.</p>
Unidad 1	<p><b>Tecnología de los componentes electrónicos</b></p> <p>1.0 – Electricidad. Átomos, niveles de energía, conductores y aislantes. Modelo del átomo de Bohr. Núcleo, Protón, neutrón y electrón. Elementos conductores y aislantes. Carga eléctrica. Elementos piezoeléctricos, elementos fotoeléctricos, electromagnetismo. Ejemplos prácticos. Campo eléctrico. Concepto de tensión y corriente. Magnitudes de medida. Corriente alterna y corriente continua. Diferencia de potencial. Ley de ohm, conceptos básicos.</p> <p>1.1 - Circuitos con corriente continua. Representación gráfica de circuitos eléctricos, interpretación de los mismos. Sentido real de la corriente, sentido convencional. Multímetro. Medición de tensión, corriente y resistencia. Circuitos con resistencias en paralelo y serie. Partidor resistivo. Cálculo. Código de colores de las resistencias. Limitación de corriente por medio de una resistencia. Capacitores. Constante de carga y descarga de un capacitor.</p> <p>1.2 - Semiconductores. Diodos, diodos LED. Fuentes de alimentación: Rectificadores y transformadores. El transistor MOS como llave. Relación entre tensión y lógica. Negador MOS. Compuerta NAND implementada con MOS. Compuerta NOR implementada con MOS. Teorema de DeMorgan aplicado para la fabricación de compuertas.</p> <p>1.3 - Circuitos integrados. Lógica positiva y negativa. Formas de onda digitales. Frecuencia, Periodo y tiempo de propagación. Interpretación de hojas de datos de compuertas (parámetros estáticos y dinámicos). Margen de ruido, Fan out y PDM. Elementos de entrada y salida. Diodo LED, caída de tensión, limitación de corriente. Switches y resistencias.</p>

	<p>Pull Up y Pull Down. Salidas Open Drain y PushPull. Relés y transistor. Optoacopladores.</p>
Unidad 2	<p><b>Circuitos Combinatorios</b></p> <p>2.0 - Algebra de boole. Funciones en reales, continuas y discretas. Funciones en binario, variables booleanas y tabla de verdad. Compuertas. Postulados y Teoremas del álgebra de Boole. Formas canónicas. Lógica de dos niveles.</p> <p>2.1 - Simplificaciones. Términos redundantes. Simplificación algebraica. Mapa de Karnaugh. Combinaciones Don't care. Implementación con un solo tipo de compuerta (NAND-NAND, NOR – NOR). ALU (Unidad aritmético lógica). Sumadores y restadores. Codificador y decodificador. Comparaciones. Multiplexores. Implementación de funciones con MUX.</p>
Unidad 3	<p><b>Computadoras y Lenguajes de programación.</b></p> <p>3.0 - Computadoras. Bloques que la componen. Concepto de programa almacenado en memoria y bloque de E/S para interactuar con el mundo exterior. Computadoras de propósito general. Computadoras de fines específicos. Módulo CPU: Microcontrolador ESP32-C3, diagrama en bloque, circuito esquemático.</p> <p>3.1 - Lenguajes de Programación. Lenguaje de máquina y Assembler. Lenguajes compilados. Lenguajes interpretados.</p> <p>3.2 - Micropython. El intérprete de Python. Sintaxis básica. Introducción básica a programación estructurada. Concepto de variable, y scope en Python. Print. Concepto de variables de tipo dinámica. If y while. Operadores and y or para realizar condiciones compuestas. Concepto básico de listas. For y range. Funciones. El Zen de Python. Inicialización de E/S. Loop principal. Lógica combinatoria en Python. Operadores lógicos "bitwise operators" y cómo utilizarlos ( &amp;,  , ~, ^, &lt;&lt;, &gt;&gt;). Conversión a octal, binario y hexadecimal.</p>
Unidad 4	<p><b>Circuitos Secuenciales</b></p> <p>4.0 - Utilización del simulador Logisim. Circuitos con memoria. Latch RS. Diagrama de tiempos. Señal de habilitación. Condiciones de carrera. FlipFlop D sincrónico por flancos. FlipFlop T. Valores forzados.</p> <p>4.1 – Registros. Registro Latch. Registro Shift. Contadores. Contador asincrónico. Contador sincrónico. Contador binario Modulo N. Contador Johnson (2*N). Contador Anillo (N).</p>
Unidad 5	<p><b>Máquinas de estado finito</b></p> <p>5.0 - Funciones y memoria. Secuenciador fijo. Diagrama de transición de estados. Máquina de Moore y Máquina de Mealy. Implementación con circuitos lógicos. Métodos para mantener el estado.</p>

	5.1 – Software. El estado como variable. Timer y Función de nuevo estado. Clases (O.O.P).
Unidad 6	<p><b>Elementos de sistemas embebidos</b></p> <p>6.0 - Introducción a IOT y a los Sistemas embebidos. Definición de un sistema embebido. Definición de “Internet de las cosas” (IoT). Relación con los sistemas embebidos y su impacto. Descripción de distintos sistemas embebidos.</p> <p>6.1 - Sensores. Visualización y sensores. Protocolos de comunicación: SPI, I2C, UART. Display alfanumérico. Sensor de luz. Sensor de temperatura. Sensor de distancia por ultrasonido. Sensor de distancia infrarrojo.</p> <p>6.2 - Comunicaciones Wifi. Redes Wifi infraestructura vs ad-hoc. Conceptos: frecuencias de operación, canales, SSID, beacon, asociación. Breve presentación del estándar 802.11ac y 802.11n. Wifi 5 vs Wifi 6. Capas de comunicación. Presentación básica del modelo OSI y TCP/IP. Capas: acceso al medio, red, internet, transporte y aplicación. Protocolos. Conceptos básicos del protocolo IPv4. Diferencias entre TCP y UDP.</p> <p>6.3 – MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Esquema, brokers y clientes. Mensajes y acciones. Ejemplos. Desarrollo de un sistema básico de IoT.</p>

Planificación de actividades					
Semana	Clase	Actividad	Tipo	Duración estimada	Unidad
1	1	Presentación de la materia. Repaso de sistemas de numeración. Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 2 (Electricidad y dispositivos electrónicos).	Teórica	4 Horas	Unidad 0
2	2	Consultas sobre el video de la clase. Práctica con circuitos básicos (LEDS, resistencias, interruptores, pulsadores, circuitos serie, circuitos paralelo). Uso de un multímetro. Búsqueda y corrección de errores en un circuito.	Teórico - Práctica	4 Horas	Unidad 1
3	3	Consultas sobre el video de la clase. Práctica de circuitos	Práctica de Laboratorio	4 Horas	Unidad 1

		<p>eléctricos. Calculo de resistencias limitadoras para leds, uso de interruptores, pulsadores, LEDS, relés.</p> <p>Uso de una fuente de alimentación.</p> <p>Interpretación de circuitos.</p> <p>Construcción de circuitos eléctricos en función de los circuitos esquemáticos.</p> <p>Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 4 (Semiconductores).</p>			
4	4	<p>Consultas sobre el video de la clase.</p> <p>Lectura e interpretación de hojas de datos de dispositivos lógicos.</p> <p>Interconexión y adaptación de circuitos integrados de 5 Volts y 3,3 Volts.</p> <p>Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 5 (Circuitos Combinatorios).</p>	Teórica - Práctica	4 Horas	Unidad 1
5	5	<p>Consultas sobre el video de la clase.</p> <p>Uso de la herramienta Logisim. Práctica con circuitos lógicos en el simulador. Compuertas. Semi sumador. Sumador completo. Sumador - restador de dos números de 4 bits. Codificadores. Decodificadores. Demultiplexores. Multiplexores. Implementación de funciones con multiplexores de grado "n".</p> <p>Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 6 (Microcontrolador ESP32 - C3).</p>	Teórica - Práctica	4 Horas	Unidad 2
6	6	<p>Consultas sobre el video de la clase.</p>	Práctica de Laboratorio	4 Horas	Unidad 3

		Presentación del IDE Thonny. Clase práctica de programación con uso de interruptores, pulsadores, leds y placas de desarrollo con ESP32 - C3.			
7	7	Primer Parcial. Resolución del Parcial. Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 8 (Circuitos secuenciales)	Evaluación	2 Horas de evaluación. 2 Horas Resolución del Parcial	Unidades 0 , 1, 2 y 3.
8	8	Consultas sobre circuitos secuenciales. Práctica sobre Logisim. Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 9 (Finite State Machine).	Teórica - Práctica	4 Horas	Unidad 4
9	9	Consultas sobre el video de máquinas de estado. Actividad para la próxima clase: Ver video de la clase 10 (FSM sobre MicroPython).	Teórica - Práctica	4 Horas	Unidad 5
10	10	Consultas sobre Maquinas de estado basadas en MicroPython. Implementación de FSM en MicroPython. Actividad para la próxima clase: Ver Video de elementos de IOT y Embebidos.	Práctica de laboratorio	4 Horas	Unidad 5
11	11	Consultas sobre el video de la clase. Utilización de sensores de temperatura, humedad, infrarrojos, uso de displays, junto con la placa de desarrollo ESP32-C3. Introducción a MQTT.	Práctica de laboratorio - Teórica	4 Horas	Unidad 6
12	12	Segundo Parcial (parte teórica) Planteo de proyectos. Actividad para la próxima clase: Ver Video de dispositivos sensores.	Evaluación - Práctica	2 Horas de evaluación. 2 Horas proyecto	Unidades 4,5 y 6
13	13	Orientación y seguimiento de proyectos.	Práctica de laboratorio	4 Horas	Todas
14	14	Orientación y seguimiento de proyectos.	Práctica de laboratorio	4 Horas	Todas

15	15	Examen Recuperatorio. Entrega de proyectos.	Evaluación.	2 Horas de evaluación. 2 Horas entrega de proyectos	Todas
16	16	Devolución de los resultados de los proyectos. Cierre de notas.	Evaluación.	4 Horas	Todas

Evaluación			
<p>Los exámenes parciales o recuperatorios, se llevarán a cabo mediante preguntas teóricas para el desarrollo, preguntas del tipo opción múltiple y un porcentaje no menor al 40% de ejercicios prácticos en los que el alumno debe completar datos en una grilla prearmada. La primera evaluación es escrita con la metodología descrita anteriormente, incluyendo los temas desarrollados en las unidades 0, 1, 2 y 3. La segunda evaluación se compone de dos partes: una escrita similar a la primera evaluación y una práctica complementaria donde se evalúa un trabajo en equipo relacionado con la construcción y programación de un dispositivo de control de IoT. Los temas que se evalúan en esta segunda instancia son los incluidos en las unidades 4, 5 y 6.</p> <p>Debido a que es una materia con régimen de cursada cuatrimestral, la resolución 54/2011 establece que se deben tomar dos evaluaciones parciales presenciales, un solo recuperatorio no integrador, también presencial.</p>			
<b>Primera evaluación</b>	Semana 7 - Clase 7	Examen escrito	2 Horas. TM: 08:00 - 10:00 Hs TN: 19:00 - 21:00 Hs
<b>Segunda evaluación</b>	Semana 12 - Clase 12	Examen escrito	2 Horas. TM: 08:00 - 10:00 Hs TN: 19:00 - 21:00 Hs
<b>Recuperatorio</b>	Semana 15 - Clase 15	Examen escrito	2 Horas. TM: 08:00 - 10:00 Hs TN: 19:00 - 21:00 Hs

Bibliografía obligatoria				
Titulo	Autor	Editorial	Edición	Año
Fundamentos de los sistemas digitales	Thomas Floyd	Pearson	11	2016
ESP32-C3 Espressif Systems Datasheet	Espressif Systems	Espressif Systems	--	--
MicroPython Documentation	Damien P. George, Paul Sokolovsky	MicroPython. org	1.10	2019



**Bibliografía complementaria recomendada**

Titulo	Autor	Editorial	Edición	Año
The RISC-V Reader	Patterson Waterman	- StrawberryCanyon	1	2017

**Otros recursos obligatorios** (videos, enlaces, otros) Incluir una fila por cada recurso

Nombre	Enlace
Sistemas de numeración	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xqulaQMYikM">https://www.youtube.com/watch?v=xqulaQMYikM</a>
Códigos	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=1S0XN1hUWjl">https://www.youtube.com/watch?v=1S0XN1hUWjl</a>
Lógica Combinatoria	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Dw2bIGU_nfU">https://www.youtube.com/watch?v=Dw2bIGU_nfU</a>
Lógica secuencial	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=4yc-1rnAU2w">https://www.youtube.com/watch?v=4yc-1rnAU2w</a>

**Otros recursos complementarios** (videos, enlaces, otros) Incluir una fila por cada recurso

Nombre	Enlace
Repositorio de clases	<a href="http://tiny.cc/fseunlam">http://tiny.cc/fseunlam</a>