



Universidad de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Programa del curso

**EIE**  
Escuela de  
Ingeniería Eléctrica

**IE-0624: Laboratorio de Microcontroladores  
II-2024**

**Grupo:** 001,

**Aula:** 112

**Horario:** M: 7:00 - 11:50

**Profesor:** MSc. Marco Villalta Fallas

**Oficina:** 502 IE

**Correo:** marco.villalta@ucr.ac.cr

**Horario de consulta:** K 9:00 - 12:00

**Créditos:** 3

**Horas lectivas:** 5 horas por semana

**Requisitos:** IE0413 Electrónica II, IE0308 Laboratorio Eléctrico I

## Descripción del curso

Este es un curso práctico de solución de problemas ingenieriles utilizando sistemas microcontrolados. Al final del curso los estudiantes estarán preparados para resolver problemas reales de control de equipos y procesos utilizando micro-controladores.

## Objetivo General

El curso pretende crear en el estudiante destrezas en el análisis, diseño y desarrollo de circuitos digitales, programación en sistemas reducidos con procesador y periféricos integrados y de bajo costo para implementar soluciones a problemas reales complejos. De esta manera, se busca reforzar y complementar los conocimientos adquiridos en los cursos de teoría de Electrónica, Circuitos Digitales y Laboratorio Eléctrico.

## Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este curso son:

1. Promover en el estudiante la capacidad de resolver problemas reales por medio del uso de micro-controladores.
2. Incentivar en los estudiantes un crecimiento integral por medio de la resolución de proyectos que aborden alguna problemática práctica.

3. Desarrollar máquinas de estados finitos para la solución de problemas ingenieriles, utilizando diferentes técnicas y arquitecturas.
4. Implementar sistemas de control automático utilizando sistemas digitales.
5. Mejorar la capacidad del estudiante a desarrollar algoritmos e implementaciones en código para la optimización de las soluciones.
6. Introducir al estudiante en temas de actualidad que complementan una aplicación basada en microcontroladores.

## Metodología

El curso contará con una serie de exposiciones teóricas y prácticas asociadas. Se llevarán a cabo actividades de laboratorio con distintas tecnologías, en los cuales el estudiante aprenderá a trabajar en ambientes de desarrollo con microcontroladores.

Las entregas de los laboratorios consisten en un archivo comprimido con el reporte correspondiente, código fuente, esquemáticos de circuitos, archivo README y otros documentos que el estudiante considere pertinentes. Esto se debe entregar por medio de mediación virtual.

Al estudiante se le solicitará un proyecto final que requerirá de una investigación bibliográfica, un diseño y una implementación. Como entregables se debe realizar una presentación/demostración y un informe técnico, se debe entregar por medio de mediación virtual en un archivo comprimido el código fuente, esquemáticos, informe técnico, presentación y cualquier otro documento o información que se considere de importancia.

Cada estudiante debe tener acceso a una computadora durante el semestre con el sistema operativo Linux o Windows y se trabajará de forma individual o en grupos de dos en forma colaborativa según lo indique el profesor. Se utilizarán plataformas virtuales/simuladas(SimulIDE,Wokwi), reales(Arduino Nano BLE 33, STM32F429 Discovery kit) y si el estudiante tiene acceso a una plataforma propia real puede hacer uso de la misma con la aprobación del profesor, además se utilizarán otras herramientas que complementan la experiencia del curso como Git y Telegram.

## Contenidos

### 1. Introducción

- a) Historia de los microcontroladores
- b) Microcontroladores exitosos (8051, PIC, AVR (Arduino), ARM (STM32), 6800)
- c) Capacidades típicas
- d) Usos
- e) Tarjetas de desarrollo
- f) Manipulación y cuidados

### 2. STM32/PIC/MSP/AVR/Arduino/ESP32

- a) Características técnicas (comprensión hoja de datos)
- b) Microcontrolador y tarjeta de desarrollo
- c) Sistema y flujo de desarrollo

- d) Utilización básica (Utilización de entradas y salidas generales GPIO, captura de datos analógicos, TIMERS)
- e) Utilización avanzada (Comunicación con un sensor digital I2C, SPI, USART, comunicación con la PC, PWM, PM)
- f) Iot para microcontroladores
- g) AI/ML para microcontroladores

## Evaluación

Proyecto:	30 %
Propuesta proyecto (escrita y presentación)	2.5 %
Revisiones Parciales	2.5 %
Informe técnico final	10 %
Presentación final con demostración de funcionalidad	15 %
Laboratorio 1	5 %
Laboratorio 2	10 %
Laboratorio 3	15 %
Laboratorio 4	20 %
Laboratorio 5	20 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

La fecha, lugar y duración de la presentación y demostración final del proyecto serán especificados y notificados al estudiante en su momento oportuno con al menos 5 días hábiles de anticipación a la aplicación de la misma. Los reportes de los laboratorios deberán ser entregados en las fechas estipuladas en mediación virtual, si el estudiante tiene algún inconveniente debe comunicarlo lo antes posible con el profesor.

## Cronograma

Semana	Fecha	Actividad o Entregable
0	12 ago - 17 ago	Programa del curso, introducción a MCU, GPIO, PIC12F683
1	19 ago - 24 ago	—
2	25 ago - 31 ago	—
3	2 set - 7 set	Timers, Interrupciones, ATtiny4313, entrega laboratorio 1
4	9 set - 14 set	introducción a Iot, introducción a ML
5	16 set - 21 set	propuesta proyecto, entrega laboratorio 2
6	23 set - 28 set	—
7	30 set - 5 oct	—
8	7 oct - 12 oct	STM32F429, comunicaciones, ADC, entrega laboratorio 3
9	14 oct - 19 oct	—
10	21 oct - 26 oct	—
11	28 oct - 2 nov	Arduino Nano BLE 33, TinyML, Entrega laboratorio 4
12	4 nov - 9 nov	—
13	11 nov - 16 nov	—
14	18 nov - 23 nov	Entrega laboratorio 5
15	25 nov - 30 nov	Proyecto final

## Disposiciones Generales

1. El profesor definirá el medio de comunicación oficial del curso. Todos los estudiantes deben seguir los lineamientos respectivos para hacer funcional este medio, a más tardar para la segunda semana de clases, es responsabilidad del estudiante comunicarle al profesor cualquier inconveniente. A menos que se indique lo contrario, las asignaciones deben entregarse en formato digital utilizando ese medio, antes de la fecha y hora establecidas (DEADLINE). Dichas fechas serán establecidas con al menos 5 días hábiles de anticipación.
2. El DEADLINE lo establecerá el profesor y puede cambiar para cada evaluación si así lo determina el profesor (el cambio se comunicará con anticipación). De forma predeterminada se establece el DEADLINE a las 23:59 del domingo de la semana siguiente a la finalización de la actividad correspondiente.
3. Se utilizará la plataforma de Mediación Virtual, en modo bajo virtual, para el acceso al material del curso como las presentaciones, libros, guías y enunciados de las asignaciones. También se utilizará para la entrega de las prácticas, laboratorios, quices, proyectos y presentaciones por parte de los estudiantes. Para el registro del desarrollo de los laboratorios se utilizará el servicio de Git EIE([git.eie.ucr.ac.cr](https://git.eie.ucr.ac.cr)) y se considera como un elemento a tomar en la calificación. Se utilizará también un grupo de Telegram para comunicaciones de interés grupal. Dependiendo de la disponibilidad de estos medios se utilizarán formas alternativas que el profesor indicará.
4. Los estudiantes realizarán presentaciones durante el curso. La presentación es una actividad formal del curso, por lo cual amerita toda la seriedad del caso.
5. La evaluación de la presentación incluye la fluidez, el dominio, el lenguaje apropiado, la preparación y uso de material multimedia, además del correcto uso del tiempo. A menos que el profesor indique otro formato, el formato a utilizar para la presentación es el de Ignite. Otro formato resultará en la disminución de la nota. Pasado el lapso correspondiente, se procederá a finalizar inmediatamente con la presentación. Posteriormente a una presentación se dará un tiempo para preguntas.
6. La funcionalidad implica que el software y hardware realice correcta, eficiente y satisfactoriamente aquello para lo cual fue diseñado e implementado, según lo planteado en la propuesta correspondiente. Cualquier asignación que no compile tendrá una calificación de cero.
7. Los informes técnicos incluyen tanto la documentación del código fuente (ej: doxygen) como la documentación del software (tutorial, manual de instalación y uso), su uso general (README) y un reporte del resultado de pruebas de funcionamiento. El uso de lenguaje técnico correcto, además del uso de referencias adecuadas, el uso de material multimedia y la adecuada presentación y navegación intuitiva de la misma, serán evaluados. El informe es la prueba del trabajo realizado teórico y práctico, por lo que en el mismo se demuestra de forma detallada los pasos realizados para llegar a la solución.
8. Cualquier reclamo deberá realizarse en un lapso de 3 días hábiles luego de la fecha de entrega oficial de la evaluación. Todos los reclamos deben ser presentados ante el profesor.
9. El curso cuenta con foros en línea (mensajería de texto u otro medio) que permitirá a los estudiantes, asistentes y profesores participar de forma más interactiva para tratar temas interesantes asociados al curso y aclarar o expandir los temas vistos o por ver en clase. Los estudiantes podrán exponer dudas o temas para su discusión por todos los demás participantes.
10. Las ausencias a presentaciones y otras evaluaciones deberán ser justificadas debidamente en un lapso de 5 días hábiles luego de que el estudiante se reintegre a sus estudios. La reposición de laboratorios

se debe coordinar con el profesor y deberá ser justificada debidamente, para realizar la reposición se tendrá a lo más 5 días hábiles según se indica en el artículo 24 del RRAE.

11. Cualquier tipo de copia o plagio, ya sea del trabajo de otro estudiante del curso o de un tercero (página web, libro, trabajo de un semestre anterior, etc.) será denunciada a la Dirección de la Escuela de acuerdo con lo estipulado en el capítulo IV del Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la Universidad de Costa Rica.
12. En su mayoría se utilizará el lenguaje de programación C y en menor medida Python, la enseñanza de estos lenguajes de programación están fuera de los alcances del curso sin embargo, al estudiante se le proveerá de ejemplos y lecturas que le servirán de guía inicial.
13. El cuidado de las tarjetas de desarrollo que se utilizan en el curso son responsabilidad de cada estudiante, en caso de pérdida, daño o robo deben ser reemplazadas en la menor brevedad posible. Estas tarjetas deben ser retiradas y devueltas en la bodega, la devolución de estos activos debe ser de la misma forma en que se retiró (cables, empaquetado, tarjetas integradas, componentes, etc), en caso contrario el estudiante tiene la obligación de reponer el bien por completo.

## Bibliografía

1. SimulIDE Real Time Electronic Circuit Simulator. With PIC, AVR and Arduino simulation. <https://simulide.blogspot.com/>, 2024.
2. Iot browser simulator. [https://docs.wokwi.com/?utm\\_source=wokwi](https://docs.wokwi.com/?utm_source=wokwi), 2024.
3. The Arduino Project Webpage. <https://www.arduino.cc/>, 2024.
4. AVR C Runtime Library. <https://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/>, 2024.
5. Introductory Microcontroller Programming. Peter Alley, May 2011.
6. Microcontroller Interfacing Circuits. Revolution Education Ltd., 2000.
7. AN887 Application Note: Microcontrollers made easy. Microcontroller Division ST, 2000.
8. PIC Microcontrollers - Programming in C. Milan Verle, 2010.
9. Future Internet: The Internet of Things- A Literature Review . Kriti Chopra, Kunal Gupta, Annu Lambora. February, 2019
10. TinyML Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. Pete Warden, Daniel Situnayake, December 2019
11. Brown, G. Discovering the STM32 Microcontroller, June 2016.
12. libopencm3 library code. <https://github.com/libopencm3/libopencm3>, 2024.
13. libopencm3 example code. <https://github.com/libopencm3/libopencm3-examples>, 2024.
14. libopencm3-plus code. <https://github.com/arcoslab/libopencm3-plus>, 2024.
15. libopencm3-plus-examples code. <https://github.com/arcoslab/libopencm3-plus-examples>, 2024.
16. libopencm3 project. Libopencm3 website. <http://www.libopencm3.org>, 2024.
17. STMicroelectronics. “RM0316, December 2023.