



Universidad de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Eléctrica
Programa del curso

EIE
Escuela de
Ingeniería Eléctrica

**IE-0624: Laboratorio de Microcontroladores
I-2017**

Grupo: 01,

Aula: 111 IE

Horario: M 13:00 - 16:50

Profesor: Dr. rer. nat. Federico Ruiz Ugalde

Oficina: 609 IE

Correo: federico.ruizugalde@ucr.ac.cr

Teléfono: 83096020

Horario de consulta: Jueves: 17:00 - 19:00

Créditos: 3

Horas lectivas: 4 horas por semana + 1 hora convenir con profesor

Requisitos: IE0323 Circuitos Digitales I, 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 Circuitos Digitales I y Estructuras de Computadoras Digitales I.

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.

Metodología:

El curso será impartido en dos módulos, donde cada uno de ellos contará con una serie de exposiciones teóricas y prácticas asociadas. Se llevarán a cabo actividades de laboratorio, en los cuales el estudiante aprenderá a trabajar en los dos ambientes de desarrollo con microcontroladores.

Al estudiante se le solicitará un proyecto de investigación bibliográfica, diseño e implementación, con la respectiva presentación oral y escrita (informe técnico) de sus resultados.

A cada estudiante se le asignará una computadora durante el semestre, y se trabajará en grupos de dos o máximo tres (bajo situaciones de fuerza mayor) personas y será responsable de su utilización adecuada. A cada grupo se le asignará una plataforma de desarrollo microcontrolada.

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

2. Arduino

- a) Características técnicas (comprensión hoja de datos)
- b) Microcontrolador y tarjeta de desarrollo
- c) Manipulación y cuidados
- d) Sistema y flujo de desarrollo
- e) Utilización básica (Utilización de entradas y salidas generales GPIO, captura de datos analógicos, TIMERS)
- f) Utilización avanzada (Comunicación con un sensor digital I2C, SPI, USART, comunicación con la PC, PWM)

3. STM32

- a) Características técnicas (comprensión hoja de datos)
- b) Microcontrolador y tarjeta de desarrollo
- c) Manipulación y cuidados
- d) Sistema y flujo de desarrollo
- e) Utilización básica (Utilización de entradas y salidas generales GPIO, captura de datos analógicos, TIMERS)
- f) Utilización avanzada (Comunicación con un sensor digital I2C, SPI, USART, comunicación con la PC, PWM)

Evaluación:

Proyecto:	40 %
Propuesta (escrita y oral)	5 %
Revisiones Parciales	5 %
Informe técnico final	10 %
Presentación final con demostración de funcionalidad	20 %
Laboratorio 1	5 %
Laboratorio 2	5 %
Laboratorio 3	5 %
Laboratorio 4	5 %
Laboratorio 5	10 %
Laboratorio 6	10 %
Laboratorio 7	10 %
Laboratorio 8	10 %
Total	100 %

La fecha, lugar y duración de la presentación final 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 máximo una semana después (5 días hábiles) de la fecha definida para finalizar el respectivo laboratorio.

Cronograma:

fecha	Actividad o Entregable
Marzo - abril	Arduino, laboratorios 1-4
Mayo - Junio	STM32, laboratorios 5-8

Bibliografía:

1. The Arduino Project Webpage. <https://www.arduino.cc/>
2. ATmel. "ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P ATMEL 8-BIT MICROCONTROLLER WITH 4/8/16/32KBYTES IN-SYSTEM PROGRAMMABLE FLASH DATASHEET". 2015
3. Brown, G. (2012). Discovering the STM32 Microcontroller.
4. libopencm3 library code. <https://github.com/libopencm3/libopencm3>
5. libopencm3 example code. <https://github.com/libopencm3/libopencm3-examples>
6. libopencm3-plus code. <https://github.com/arcoslab/libopencm3-plus>
7. libopencm3-plus-examples code. <https://github.com/arcoslab/libopencm3-plus-examples>
8. libopencm3 project. Libopencm3 website. <http://www.libopencm3.org>.
9. STMicroelectronics. "RM0316 Reference manual STM32F303xB/C/D/E, STM32F303x6/8, STM32F328x8, STM32F358xC, STM32F398xE advanced ARM®-based MCUs". 2017
10. STMicroelectronics. "UM1570 User manual Discovery kit with STM32F303VC MCU". 2016
11. STMicroelectronics. "STM32F303xB STM32F303xC ARM®-based Cortex®-M4 32b MCU+FPU, up to 256KB Flash+ 48KB SRAM, 4 ADCs, 2 DAC ch., 7 comp, 4 PGA, timers, 2.0-3.6 V. Datasheet". 2016

Disposiciones finales:

1. El profesor definirá el medio de comunicación oficial del curso. Todos los estudiantes deben seguir los lineamientos respectivos para hacer funcional este medio durante la primera semana de clase. 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 al iniciar el semestre y puede cambiar para cada evaluación si así lo determina el profesor (el cambio se comunicará con al menos una semana de anticipación). De forma predeterminada se establece el DEADLINE a las 23:59 del domingo de la semana correspondiente a la finalización de la actividad correspondiente.
3. La documentación, presentaciones multimedia y demás material del curso a entregar para su evaluación, deberá ser funcional en cualquier sistema operativo, para lo cual debe ser preparado en $\text{\LaTeX}$ y debe ser subido al repositorio correspondiente.
4. Los estudiantes realizarán presentaciones orales durante el curso. La presentación oral 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. 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 la presentación se dará un tiempo para preguntas y para una demostración de la funcionalidad del proyecto.
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. Dicho funcionamiento será demostrado al finalizar la presentación correspondiente, mediante la ejecución *in vivo* del programa, además, la interacción por parte del profesor y de la audiencia será posible.
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.
8. Cada proyecto desarrollado deberá contar con una página de documentación publicable en línea. El documento debe describir completamente el proyecto implementado. Debe contener portada, introducción, nota histórica, desarrollo teórico (explicación de la teoría involucrada y explicación del funcionamiento del trabajo realizado), instrucciones de instalación y uso, referencias y código fuente. Se evaluará la creatividad del sitio (uso de recursos multimedia) y navegación intuitiva para el usuario (debe existir el mismo índice en todas las secciones). El código fuente debe estar debidamente comentado y ordenado.
9. Las entregas consisten en los archivos fuente en $\text{\LaTeX}$ con su correspondiente makefile, imágenes, fuentes compilables en C, archivos README y reportes técnicos con las instrucciones de instalación, configuración y uso en un repositorio git.
10. Cualquier reclamo deberá realizarse en un lapso de 3 días hábiles luego de la fecha de entrega oficial de la evaluación. No se aceptará reclamos de evaluaciones resueltas con lápiz. Todos los reclamos deben ser presentados ante el profesor.

11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. No está permitido tomar fotografías, audio o video de las clases sin autorización previa por parte del profesor.