

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

- 1. Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana.
- 2. Programa Educativo:** Ingeniero en Computación
- 3. Plan de Estudios:** 2020-1
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Microcontroladores
- 5. Clave:** 36290
- 6. HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Organización y Arquitectura de Computadoras



Equipo de diseño de PUA

Leocundo Aguilar Noriega

**Vo.Bo. de Subdirectores de
Unidades Académicas**

Alejandro Mungaray Moctezuma

Humberto Cervantes de Ávila

Rocío Alejandra Chávez Santoscoy

Fecha: 17 de octubre de 2019

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Este curso tiene como propósito general adquirir los conocimientos para diseñar e implementar sistemas digitales mediante microcontroladores, considerando sus ventajas, desventajas y limitaciones. Dichos conocimientos son enfocados en el desarrollo de programas para sistemas basados en microcontroladores (uC), donde existe una estrecha relación entre el software especializado (firmware) y circuitería digital (hardware) en un contexto de sistemas de tiempo real. Como resultado del curso el alumno será capaz de realizar proyectos en los que se observe el funcionamiento de microcontrolador cumpliendo las características anteriormente descritas.

Esta unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada, para cursarse tiene como requisito acreditar Organización y Arquitectura de Computadoras.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar el hardware y software de sistemas digitales, basados en microcontroladores, para su uso en aplicaciones de monitoreo, automatización y control de procesos, de forma analítica, propositiva y organizada.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollo de biblioteca de módulos manejadores de los recursos un sistema basado en microcontrolador para su uso en el desarrollo de aplicaciones en esos sistemas. Elabora un reporte que sustente análisis, diseño, implementación y pruebas de los módulos así como presentar una aplicación demostrativa que haga uso de ellos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Evolución de los microcontroladores

Competencia:

Distinguir el uso de los microcontroladores como parte importante de los sistemas embebidos, mediante el análisis de su evolución, para reconocer sus aplicaciones y repercusiones en la vida social y medio ambiente, con actitud crítica y responsable.

Contenido:**Duración:** 1 hora

- 1.1. Historia de los microcontroladores
- 1.2. Los microcontroladores en los sistemas embebidos
- 1.3. Arquitectura de los microcontroladores
- 1.4. Herramientas de desarrollo para aplicaciones para microcontroladores

UNIDAD II. El microcontrolador

Competencia:

Identificar el funcionamiento y estructura del microcontrolador, mediante análisis de sus especificaciones y hardware, para reconocer sus ventajas y limitaciones en el desarrollo de sistemas basado en microcontroladores, con actitud responsable y organizada.

Contenido:**Duración:** 2 horas

- 2.1 Diagrama de bloques y descripción de terminales del circuito integrado
- 2.2 Arquitectura de la unidad central de procesamiento (CPU)
- 2.3 Organización de la memoria
- 2.4 Sistema de Reloj y manejo de potencia.
- 2.5 Panorama de los periféricos del microcontrolador

UNIDAD III. Conjunto de instrucciones del microcontrolador

Competencia:

Identificar las capacidades de software del microcontrolador, mediante el análisis de su conjunto de instrucciones, para reconocer su uso en el desarrollo de sistemas basado en microcontroladores, de forma estructurada y eficiente.

Contenido:**Duración:** 2 horas

- 3.1. Instrucciones de transferencia de Datos de memoria y de entrada/salida.
- 3.2. Instrucciones aritméticas, lógicas y de manipulación de bits.
- 3.3. Instrucciones de control de flujo de programa.
- 3.4. Interrupciones.
- 3.5. Programación del microcontrolador (lenguaje de alto y bajo nivel)

UNIDAD IV. Periféricos del microcontrolador

Competencia:

Desarrollar manejadores específicos, para recursos de hardware del microcontrolador, mediante el análisis de su configuración y operación, e implementados en lenguaje de alto y bajo nivel, de forma estructurada y eficiente.

Contenido:

Duración: 8 horas

- 4.1 Puertos de entrada/salida de propósito general (GPIO)
- 4.2 Contadores y temporizadores (TIMER)
- 4.3 Puerto de comunicación serie (USART)
- 4.4 Convertidor analógico a digital (ADC)
- 4.5 Puertos con comparadores analógicos
- 4.6 Convertidor digital a analógico (DAC)
- 4.7 Salidas con modulación de ancho de pulso (PWM)
- 4.8 Interfaces de comunicación (SPI, I2C, 1-Wire, USB)
- 4.9 Otros periféricos

UNIDAD V. Desarrollo de aplicaciones

Competencia:

Desarrollar aplicaciones (firmware), para la solución de problemas basada microcontrolador, mediante su análisis, la selección de la arquitectura del hardware-software y manejadores de recuerdos adecuados, de forma estructurada y eficiente.

Contenido:

Duración: 3 horas

- 5.1 Herramientas de software y hardware de soporte en desarrollo de firmware.
- 5.2 Herramientas de software y hardware de soporte en desarrollo de firmware.
- 5.3 Proceso de desarrollo en el desarrollo de firmware
- 5.4 Arquitecturas típicas del firmware
 - 5.4.1 Ciclo ejecutivo
 - 5.4.2 Ciclo ejecutivo con interrupciones
 - 5.4.3 Máquinas de estados
 - 5.4.4 Sistemas operativos de tiempo real (RTOS)
- 5.5 Panorama de la ingeniería de software en el desarrollo de firmware

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Ejemplificar sistemas basados en microcontrolador mediante análisis sus aplicaciones y repercusiones en la industria y vida cotidiana con actitud crítica y responsable.	<p>El docente plantea ejemplos de sistemas basados en microcontroladores de la industria y vida cotidiana.</p> <p>El alumno investiga sobre los ejemplos planteados y resume sobre el tipo, características y su organización.</p> <p>El alumno entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora,	2 horas
UNIDAD II				
2	Examinar la organización y arquitectura del microcontrolador analizando sus características y recursos de hardware/software para conocer capacidades y limitaciones forma organizada y responsable.	<p>El docente presenta de la organización y arquitectura del microcontrolador.</p> <p>El alumno identifica y analiza organización y arquitectura del microcontrolador para determina sus limitaciones.</p> <p>El alumno entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador.	2 horas
UNIDAD III				

3	Revisar el conjunto de instrucciones del microcontrolador, mediante su análisis y ejemplificación, para identificar su uso en el desarrollo de programas en microcontroladores, de forma estructurada y eficiente.	<p>El docente presenta el conjunto de instrucciones del microcontrolador, ejemplos y plantea ejercicios relacionados a su uso programación de bajo nivel y su uso en desde lenguaje de alto nivel.</p> <p>El alumno identifica el conjunto de instrucciones y realiza los ejercicios planteados por el docente.</p> <p>El alumno entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas
UNIDAD IV				
4	Distinguir la memoria no volátil (EPROM / FLASH) del microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	<p>El docente presenta el funcionamiento de memoria no volátil (EPROM/FLASH) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo memoria no volátil (EPROM / FLASH) del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos,</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas

		discusión, conclusiones y referencias.		
5	Diferenciar los puertos de entrada/salida (GPIO) del microcontrolador, para desarrollar abstracción en firmware, analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	<p>El docente presenta el funcionamiento de los puertos de entrada/salida (GPIO) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo de los puertos de entrada/salida (GPIO) del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas
6	Identificar los temporizadores (TIMERS) del microcontrolador, para desarrollar abstracción en firmware, analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	<p>El docente presenta el funcionamiento de los temporizadores (TIMERS) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo de temporizadores (TIMERS) del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre,</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas

		introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.		
7	Distinguir la interfaz de comunicación serie (USART) del microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware, analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	<p>El docente presenta el funcionamiento del puerto serie (USART) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo del puerto de comunicación serie (USART) del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas
8	Diferenciar el convertidor digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) del microcontrolador, para desarrollar abstracción en firmware, analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	<p>El docente presenta el funcionamiento del convertidor digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo del convertidor digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) del microcontrolador.</p>	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas

		Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.		
9	Identificar las salidas con modulación de ancho de pulso (PWM) del microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	El docente presenta el funcionamiento de las salidas con modulación de ancho de pulso (PWM) del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso. El alumno realiza los ejercicios propuestos. El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo de salidas con modulación de ancho de pulso (PWM) del microcontrolador. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas
10	Identificar y distinguir las interfaces de comunicaciones I2C y 1-Wire del microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	El docente presenta el funcionamiento de las interfaces de comunicaciones I2C y 1-Wire del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso. El alumno realiza los ejercicios propuestos. El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas

		de firmware para manejo las interfaces de comunicaciones I2C y 1-Wire del microcontrolador. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.		
11	Identificar y distinguir la interfaz de comunicación SPI del microcontrolador, para desarrollar abstracción en firmware, analizando su organización y uso, de forma responsable y eficiente.	El docente presenta el funcionamiento de la interfaz de comunicación SPI del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso. El alumno realiza los ejercicios propuestos. El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo de la interfaz de comunicación SPI del microcontrolador. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas
12	Identificar y distinguir un periférico externo al microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.	El docente presenta el funcionamiento un periférico externo al microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso. El alumno realiza los ejercicios propuestos. El alumno propone un bosquejo	Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.	2 horas

		<p>de estructura de una abstracción de firmware para manejo del periférico externo al microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>		
13	<p>Identificar y distinguir la interfaz de comunicación USB del microcontrolador para desarrollar abstracción en firmware analizando su organización y uso, de responsable y eficiente.</p>	<p>El docente presenta el funcionamiento de la interfaz de comunicación USB del microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de este recurso.</p> <p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una abstracción de firmware para manejo de la interfaz de comunicación USB del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	<p>Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de instrucciones del microcontrolador.</p>	4 horas
UNIDAD V				
14	<p>Identificar y distinguir elementos que conforman una aplicación para microcontrolador, para desarrollar firmware basada en una arquitectura típica, analizando su organización y</p>	<p>El docente presenta las arquitecturas de firmware típicas para microcontrolador así como proponer ejercicios que hacen uso de ellas.</p>	<p>Pintarrón, proyector, lápiz, cuaderno, apuntes de clase y calculadora, hoja de especificaciones del microcontrolador, Manual de</p>	4 horas

	uso, de responsable y eficiente.	<p>El alumno realiza los ejercicios propuestos.</p> <p>El alumno propone un bosquejo de estructura de una aplicación demostrativa de hace uso de la mayorías de los recursos del microcontrolador.</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	instrucciones del microcontrolador.	
--	----------------------------------	---	-------------------------------------	--

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Identificar un sistema basado en microcontrolador analizando sus recursos de hardware y software para conocer capacidades y limitaciones de los sistemas basados en microcontroladores en sus aplicaciones, con actitud crítica y responsable.	Conoce ejemplos de aplicaciones de los sistemas basados en microcontroladores. Familiarizarse con el sistema basado en microcontrolador utilizar. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador.	2 horas
UNIDAD II				
2	Diferenciar las características de la organización y arquitectura del microcontrolador analizando sus recursos de hardware y software para conocer capacidades y limitaciones forma organizada y responsable.	Simula programa de bajo nivel para conocer los parte de la arquitectura del microcontrolador. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: ensamblador, encadenador, simulador del microcontrolador.	2 horas
UNIDAD III				

3	Identificar un sistema basado en microcontrolador, analizando sus recursos de hardware y software, para desarrollar programas en bajo y alto nivel, de forma estructurada y eficiente.	Ejecuta en el sistema basado en microcontrolador un programa ejemplo de bajo y alto nivel. Implementar en el sistema basado en microcontrolador un programa básico en lenguaje bajo y alto nivel. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador	2 horas
UNIDAD IV				
4	Desarrollar abstracción de hardware en firmware, para manejo de memoria no volátil (EPROM / FLASH) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel, de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso de memoria no volátil (EPROM/FLASH). Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo memoria no volátil (EPROM / FLASH) del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador	2 horas
5	Desarrollar abstracción de hardware en firmware, para manejo de los puertos de entrada/salida (GPIO) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código	Ejecuta programa ejemplo para uso de puertos de entrada/salida. Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo de los puertos de	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software:	2 horas

	de bajo y alto nivel, de forma organizada y eficiente.	entrada/salida (GPIO) del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores).	
6	Desarrollar abstracción de hardware en firmware para manejo de temporizadores (TIMERS) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso temporizadores. Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo de temporizadores del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores).	2 horas
7	Desarrollar abstracción de hardware en firmware para manejo del puerto de comunicación serie (USART) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso puerto de comunicación serie. Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo del puerto de comunicación serie (USART) del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador.	2 horas

		Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores).	
8	Desarrollar abstracción de hardware en firmware para manejo del convertidor digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso del convertidor analógico-digital y digital-analógico. Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo del convertidor digital-analógico (DAC) y analógico-digital (ADC) del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores).	2 horas
9	Desarrollar abstracción de hardware en firmware para manejo de salidas con modulación de ancho de pulso (PWM) del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso de salidas con modulación de ancho de pulso. Analizar, diseñar e implementar un módulo de firmware para manejo de salidas con modulación de ancho de pulso (PWM) del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre,	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, puente H,	2 horas

		introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias..	motor).	
10	Desarrollar abstracciones de hardware en firmware para manejo de las interfaces de comunicaciones I2C y 1-Wire del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	<p>Ejecuta programa ejemplo para uso de las interfaces de comunicación I2C y 1-Wire.</p> <p>Analiza, diseña e implementa un módulo de firmware para manejo de las interfaces de comunicación I2C y 1-Wire del microcontrolador.</p> <p>Probar módulo desarrollador en un programa de prueba</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	<p>Tarjeta basada en microcontrolador.</p> <p>Manual de la tarjeta basada en microcontrolador.</p> <p>Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal.</p> <p>Hoja de especificaciones del microcontrolador.</p> <p>Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores, puente H, motor).</p>	2 horas
11	Desarrollar abstracciones de hardware en firmware para manejo de la interfaz de comunicaciones SPI del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	<p>Ejecuta programa ejemplo para uso de la interfaz de comunicación SPI.</p> <p>Analiza, diseña e implementa un módulo de firmware para manejo de la interfaz de comunicación SPI del microcontrolador.</p> <p>Probar módulo desarrollador en un programa de prueba</p> <p>Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.</p>	<p>Tarjeta basada en microcontrolador.</p> <p>Manual de la tarjeta basada en microcontrolador.</p> <p>Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal.</p> <p>Hoja de especificaciones del microcontrolador.</p> <p>Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores, puente H, motor).</p>	2 horas

12	Desarrollar abstracciones de hardware en firmware para un periférico externo al microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Analiza, diseña e implementa un módulo de firmware para un periférico externo al microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores, puente H, motor).	2 horas
13	Desarrollar abstracciones de hardware en firmware para manejo de la interfaz de comunicaciones USB del microcontrolador, analizando su funcionalidad e implementando código de bajo y alto nivel de forma organizada y eficiente.	Ejecuta programa ejemplo para uso de la interfaz de comunicación USB. Analiza, diseña e implementa un módulo de firmware para manejo de la interfaz de comunicación USB del microcontrolador. Probar módulo desarrollador en un programa de prueba Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software: compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores, puente H, motor).	4 horas
UNIDAD V				
14	Desarrollar aplicación demostrativa para el microcontrolador que esté basada en una arquitectura típicas del firmware para hacer uso de la mayoría de las abstracciones desarrolladas,	Analiza, diseña, implementa y prueba un programa demostrativo que haga uso de la mayoría de los módulos de firmware desarrollados y que	Tarjeta basada en microcontrolador. Manual de la tarjeta basada en microcontrolador. Computadora con software:	4 horas

	forma organizada y eficiente.	haga uso de unas de las arquitecturas típicas del firmware. Entrega reporte correspondiente con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	compilador/ensamblador, encadenador, emulador de terminal. Hoja de especificaciones del microcontrolador. Componentes de soporte (resistencias, LEDs, interruptores, sensores, puente H, motor).	
--	-------------------------------	---	--	--

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

Desarrollar sesiones para la presentación de la información teórica, mediante el método expositivo con el apoyo de equipo audiovisual, facilitar material bibliográfico introductorio para la comprensión de conceptos y el cuerpo de conocimiento actual de un tema, coordinar discusión dirigida en temas específicos para promover el trabajo colaborativo, pensamiento crítico y reflexivo, asesorar de forma personalizada para el análisis, diseño, construcción y prueba de firmware, coordinar y supervisar las prácticas tanto de taller como de laboratorio, elaborar y aplicar las evaluaciones parciales.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

Participar activamente en clase en actividades individuales y grupales, participar activamente en prácticas de taller de forma individual y grupal, seleccionar, organizar y comprender la información, generar un análisis, diseño, construcción y prueba de firmware, emplear el aprendizaje auto-dirigido.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales45%
 - Prácticas de Laboratorio40%
 - Evidencia de desempeño15%
- (Repositorio y biblioteca de módulos de firmware)
- Total...100%**

IX. REFERENCIAS

Básicas

- Barrett, S. y Pack, D. (2006). *Microcontrollers fundamentals for engineers and scientists*. Estados Unidos: Morgan y Claypool Publishers. [clásica]
- Dean, A. (2017). *Embedded systems fundamentals with ARM Cortex-M based microcontrollers: a practical approach*. Reino Unido: ARM Education Media.
- Zappa, F. (2017). *Microcontrollers: hardware and firmware for 8-bit and 32-bit devices*. Italia: Società Editrice Esculapio.

Complementarias

- Barrett, S. y Pack, D. (2012). *Atmel AVR microcontroller primer: programming and interfacing*. Estados Unidos: Morgan y Claypool. [clásica]
- Davies, J. (2008). *MSP430 microcontroller basics*. Reino Unido: Newnes. [clásica]
- Ibrahim, D. (2015). *Programming with STM32 nucleo boards*. Londres: Elektor International Media BV.
- Martin, T. (2016). *The designer's guide to the Cortex-M processor family*. Reino Unido: Elsevier.
- Rafiquzzaman, M. (2018). *Microcontroller theory and applications with the PIC18F*. Estados Unidos: Wiley.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título de Ingeniero en Electrónica, Computación o área afín, preferentemente contar con posgrado en el área de ciencias o ingeniería. Es deseable el contar con experiencia profesional comprobable en el área de sistemas embebidos, así como haber acreditado cursos de formación docente y capacitación en la enseñanza y evaluación por competencias.

Es indispensable sea competente en la operación de instrumentos de laboratorio y contar con amplio dominio de TIC. Ser capaz de interpretar información técnica en inglés, se requiere cuente con la habilidad de comunicación efectiva y liderazgo para propiciar el trabajo en equipo. Adicionalmente, ser una persona proactiva, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y con vocación de servicio a la enseñanza.