

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 y Negocios, Tecate; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Mecatrónica
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas Embebidos
5. **Clave:**
6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Jesús David Avilés Velázquez
Raúl Rascón Carmona
José Manuel Villegas Izaguirre

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Alejandro Mungaray Moctezuma
Angélica Reyes Mendoza
María Cristina Castañón Bautista

Firma

M. CRISTINA CASTAÑÓN B.

Fecha: 01 de junio de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso es que el estudiante adquiera las nociones básicas de los microcontroladores, mediante algoritmos de programación en lenguaje ensamblador y en lenguaje de alto nivel, así como el uso correcto de los dispositivos periféricos de entradas y salidas, para diseñar sistemas embebidos que solucionen los problemas de ingeniería de forma responsable, creativa y colaborativa

Esta unidad de aprendizaje es obligatoria de la etapa disciplinaria, corresponde al área de la ingeniería aplicada y es relevante para diseñar e implementar sistemas embebidos con tecnologías adecuadas en el estudio de ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar sistemas embebidos con la correcta utilización de los periféricos de entrada y salida del microcontrolador, mediante la programación de algoritmos en lenguaje ensamblador y en lenguaje de alto nivel, para brindar soluciones relacionadas con las necesidades técnicas de operación y optimización del uso de recursos, demostrando una actitud creativa, colaborativa e investigadora.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Proyecto de un sistema embebido, que considere la integración de las herramientas revisadas en el semestre escolar, y que incluya funciones y bloques alternativos en la programación del microcontrolador.

2. Carpeta con reportes de prácticas de laboratorio y de taller, los cuales deben considerar el diseño de programas, simulación e implementación física de las actividades a desarrollar, en forma ordenada y con una redacción adecuada.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a sistemas embebidos

Competencia:

Identificar los elementos que integran los sistemas embebidos, sus características, clasificaciones, así como la organización interna de los microcontroladores, mediante una búsqueda de información detallada en la bibliografía básica y complementaria, para describir su funcionamiento e indicar las aplicaciones principales en el área mecatrónica, con una actitud ordenada, disciplinada y reflexiva.

Contenido:**Duración: 2 horas**

- 1.1. Conceptos básicos
- 1.2. Estructura de sistemas embebidos
 - 1.2.1. Hardware
 - 1.2.2. Software
- 1.3. Clasificación
- 1.4. Diferencias entre microcomputadoras, microcontroladores y microprocesadores
- 1.5. Tipos de microcontroladores y fabricantes
- 1.6. Arquitectura interna del microcontrolador
 - 1.6.1. Unidad Central de Procesamiento
 - 1.6.2. Sistema de buses
 - 1.6.3. Organización de memoria
 - 1.6.4. Periféricos de Entradas y Salidas
 - 1.6.5. Sistema de reloj
- 1.7. Características eléctricas del microcontrolador
- 1.8. Aplicaciones de sistemas embebidos

UNIDAD II. Programación del microcontrolador en lenguaje ensamblador

Competencia:

Comprender las nociones del lenguaje ensamblador, mediante el manejo apropiado de registros, instrucciones, modos de direccionamientos y entornos de desarrollo, a través de la combinación interfaces de entradas y salidas, que coadyuven a la realización de prototipos mecatrónicos, para diseñar algoritmos de programación eficientes en el microcontrolador, tomando en cuenta una actitud activa, reflexiva e innovadora.

Contenido:

Duración: 3 horas

- 2.1. Conjunto de instrucciones
- 2.2. Modos de direccionamiento
- 2.3. Entorno de desarrollo integrado en lenguaje ensamblador
- 2.4. Estructura del programa
- 2.5. Desarrollo de aplicaciones
 - 2.5.1. Interfaz con dispositivos periféricos de baja potencia
 - 2.5.1.1. LED's y Displays
 - 2.5.1.2. Teclados (lineal y matricial)
 - 2.5.2. Interfaz con dispositivos periféricos de alta potencia
 - 2.5.2.1. Transistores, Diac's y Triac's
 - 2.5.2.2. Relevadores
 - 2.5.2.3. Puentes H
 - 2.5.2.4. Optoacopladores

UNIDAD III. Programación del microcontrolador en lenguaje C

Competencia:

Analizar los conceptos básicos de los lenguajes de alto nivel, mediante el uso de directivas, tipos de datos, estructuras de control, arreglos y punteros, para diseñar algoritmos de programación alternativos en lenguaje C que optimicen los recursos del microcontrolador en las aplicaciones mecatrónicas, desarrollando una actitud activa y crítica.

Contenido:**Duración:** 2 horas

- 3.1. Conceptos básicos
- 3.2. Estructura del programa
- 3.3. Entorno de desarrollo integrado en lenguaje C
- 3.4. Desarrollo de aplicaciones
 - 3.4.1. Circuitos típicos de aplicación
 - 3.4.1.1. Detectores de proximidad
 - 3.4.1.2. Zumbadores, bocinas, lámparas
 - 3.4.2. Interfaz con controladores de motores
 - 3.4.2.1. Motores DC
 - 3.4.2.2. Motores a pasos
 - 3.4.2.3. Servomotores

UNIDAD IV. Interrupciones

Competencia:

Examinar el concepto de rutinas de interrupciones, mediante la programación de algoritmos en lenguaje ensamblador y en C, para optimizar el desempeño del microcontrolador con los dispositivos periféricos de entradas y salidas, y mejorar los códigos de programación en las aplicaciones de la ingeniería mecatrónica, tomado en cuenta una actitud colaborativa y reflexiva.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 4.1. Concepto de interrupciones
- 4.2. Manejo de interrupciones
 - 4.2.1. Tipos de interrupciones.
 - 4.2.2. Vectores de interrupción.
- 4.3. Interrupciones en lenguaje ensamblador
- 4.4. Interrupciones en lenguaje C
- 4.5. Desarrollo de aplicaciones

UNIDAD V. Temporizadores/Contadores y módulo de captura, comparación y modulación por ancho de pulsos CCP

Competencia:

Examinar el concepto de temporizadores/contadores y módulos CCP, mediante la programación de algoritmos en el microcontrolador, para comparar las señales de pulsos que son proporcionadas por los esquemas de frecuencia y generar una base estable de tiempo para aplicaciones con dispositivos externos, llevando a cabo una actitud activa, creativa e investigadora.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 5.1. Configuración de osciladores y sistema de relojes
- 5.2. Temporizadores/Contadores
 - 5.2.1. Temporizadores de propósito general.
 - 5.2.2. Temporizador Watchdog
 - 5.2.3. Contador
- 5.3. Módulo Capturar/Comparación/PWM (CCP)
 - 5.3.1. Modo capturar.
 - 5.3.2. Modo comparación
 - 5.3.3. Modulación por ancho de pulsos (PWM).
- 5.4. Desarrollo de aplicaciones

UNIDAD VI. Convertidores analógico-digital y digital-analógico

Competencia:

Aplicar el procesamiento de señales continuas y discretas, mediante la programación de convertidores analógico-digital y digital-analógico en el microcontrolador, para emplearlos en tarjetas de adquisición de datos y en procesos de automatización, así como evaluar su adecuado funcionamiento en prototipos mecatrónicos, considerando una actitud activa, colaborativa y crítica.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 6.1. Fundamentos
- 6.2. Conversión analógica a digital
- 6.3. Conversión digital a analógica
- 6.4. Desarrollo de aplicaciones
 - 6.4.1. Control de temperatura
 - 6.4.2. Control de posición y velocidad de un motor DC

UNIDAD VII. Comunicación serial

Competencia:

Comparar el concepto de comunicación serial asíncrona y síncrona, mediante la programación de protocolos de comunicación en el microcontrolador, para evaluar el desempeño de transmisión y recepción de datos de los microcontroladores con los dispositivos periféricos, tomando en cuenta una actitud activa, colaborativa e investigadora.

Contenido:

Duración: 3 horas

- 7.1. Conceptos básicos
- 7.2. Comunicación serial asíncrona
 - 7.2.1. Protocolo UART
 - 7.2.2. Protocolo USB
- 7.3. Comunicación serial síncrona
 - 7.3.1. Protocolo USART
 - 7.3.2. Protocolo I2C
 - 7.3.3. Protocolo SPI
- 7.4. Desarrollo de aplicaciones
 - 7.4.1. Termómetro digital
 - 7.4.2. LCD

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Identificar las nociones básicas de los sistemas embebidos, su funcionamiento y clasificación, así como la organización interna de un microcontrolador, mediante la revisión de bibliografía básica y complementaria, para hacer uso de ellas en la ingeniería mecatrónica, considerando una actitud responsable.	Investiga los conceptos de sistemas de embebidos, para identificar de forma clara los conceptos de microcomputadora, microcontrolador, microprocesador, sus características, clasificaciones, tipos de microcontroladores, fabricantes, además del CPU, periféricos de entrada y salida, organización de memoria interna y el sistema de reloj.	Bibliografía básica y complementaria, además de computadora con conexión en internet.	4 horas
UNIDAD II				
2	Diseñar algoritmos de programación en lenguaje ensamblador del microcontrolador elegido, mediante el uso de un entorno de desarrollo con interfaces de dispositivos periféricos, para diseñar aplicaciones prácticas secuenciales, considerando una actitud creativa, responsable e investigadora.	Ejemplifica los conceptos de registros, conjuntos de instrucciones y modos de direccionamiento de un microcontrolador elegido, mediante simulaciones en un entorno de desarrollo. Además desarrolla programas en lenguaje ensamblador para aplicaciones prácticas con tareas secuenciales y/o de automatización.	Tarjeta del microcontrolador, computadora e interfaces con dispositivos periféricos.	4 horas
UNIDAD III				
3	Diseñar aplicaciones prácticas secuenciales, mediante la configuración y programación en lenguaje C de los puertos de entrada y salida del	Elabora una serie de programas en lenguaje C y en lenguaje ensamblador, para comparar sus funcionalidades y características.	Tarjeta del microcontrolador, computadora e interfaces con dispositivos periféricos.	4 horas

	microcontrolador, para evaluar su funcionamiento y comparar las funcionalidades con respecto al lenguaje ensamblador, considerando una actitud activa, comparativa y crítica.			
UNIDAD IV				
4	Identificar las interrupciones, mediante el uso de algoritmos de programación en lenguaje ensamblador y en lenguaje C, para desarrollar aplicaciones prácticas con el manejo del microcontrolador y de dispositivos externos como sensores de salida digital o interruptores, con una actitud activa, comparativa y crítica.	Desarrolla aplicaciones prácticas que utilicen interrupciones, para verificar el desempeño de los microcontroladores con dispositivos externos.	Tarjeta del microcontrolador, computadora e interfaces con dispositivos periféricos.	4 horas
UNIDAD V				
5	Analizar los conceptos de temporizadores/contadores, modo de captura/comparación y modulación de ancho de pulsos, mediante la simulación de algoritmos de programación del microcontrolador, para construir sistemas embebidos y/o aplicaciones prácticas, considerando una actitud investigadora y reflexiva.	Elabora programas en lenguaje ensamblador y en C de los diferentes modos de operación del temporizador del microcontrolador (base de tiempo, contador, generador PWM, medidor de intervalos de tiempo) para aplicarlos en prototipos mecatrónicos.	Tarjeta del microcontrolador, computadora e interfaces con dispositivos periféricos.	5 horas
UNIDAD VI				
6	Aplicar los conceptos de conversiones analógico-digital y digital-analógico, mediante la programación de los módulos	Elabora programas que configuren los módulos de conversión analógico-digital y digital-analógico para implementarlos en	Tarjeta del microcontrolador, computadora, interfaces con dispositivos periféricos y sistema a controlar.	5 horas

	correspondientes en el microcontrolador, para diseñar prácticas de automatización, con una actitud responsable activa y crítica.	aplicaciones prácticas de automatización.		
UNIDAD VII				
7	Distinguir las ventajas y desventajas de la comunicación serial asíncrona y síncrona, además de establecer protocolos de comunicación, mediante la escritura de programas en el microcontrolador, para vincular la tarjeta microcontroladora con otros dispositivos externos, con una actitud responsable, comparativa e investigadora.	Realiza una serie de programas en los entornos de desarrollo del microcontrolador, basados en los principales protocolos de comunicación, para hacer uso de ellos en la vinculación del microcontrolador con otros dispositivos periféricos.	Tarjeta del microcontrolador, computadora e interfaces con dispositivos periféricos.	6 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Identificar físicamente los elementos que integran los sistemas embebidos, características eléctricas, ventajas y desventajas, a través de la definición por la arquitectura del microcontrolador elegido, para desarrollar aplicaciones en el área de mecatrónica, con una actitud crítica.	Indicar todas las partes que integran los sistemas embebidos, proporcionando una serie de ejemplos típicos en el ambiente de la mecatrónica.	Bibliografía básica y complementaria, además de computadora con conexión en internet.	2 horas
2	Comprender la organización interna de un microcontrolador, características eléctricas, tipos de microcontroladores, registro de estado, mediante la revisión del manual de usuario y/o hoja de especificaciones, para desarrollar aplicaciones con microcontroladores, considerando una actitud activa.	Describe los elementos internos que integran un microcontrolador, características eléctricas, registros, instrucciones mediante una revisión del manual de usuario y/o hoja de especificaciones.	Bibliografía básica y complementaria, además de computadora con conexión en internet.	2 horas
UNIDAD II				
4	Probar el funcionamiento de los registros, conjuntos de instrucciones y modos de direccionamiento del microcontrolador elegido, usando un entorno de desarrollo, para elaborar programas en lenguaje ensamblador, con una actitud activa y reflexiva.	Realiza algunos programas en lenguaje ensamblador que validen el comportamiento del conjunto de instrucciones y modos de direccionamiento, mediante simulaciones en el entorno de desarrollo.	Tarjeta del microcontrolador, computadora, interfaces con dispositivos periféricos y multímetro.	2 horas

5	Verificar la estructura básica de las rutinas en el lenguaje ensamblador, mediante el uso de un entorno de desarrollo, para construir aplicaciones prácticas que incluyan la vinculación del microcontrolador con interfaces de dispositivos periféricos, con una actitud responsable e investigadora y reflexiva.	Simula los algoritmos de programación de lenguaje ensamblador en el entorno desarrollo, para verificar su funcionalidad y desempeño en el entorno de desarrollo, así como validar experimentalmente su comportamiento en aplicaciones prácticas.	Tarjeta del microcontrolador, computadora, interfaces con dispositivos periféricos y multímetro.	3 horas
UNIDAD III				
6	Diferenciar las rutinas de programación del lenguaje ensamblador y del lenguaje C, mediante el uso de códigos, para identificar sus funcionalidades y características, en forma reflexiva e investigadora.	Elabora programas en lenguaje C y en ensamblador para identificar de manera clara sus estructuras de programación.	Tarjeta del microcontrolador, computadora, interfaces con dispositivos periféricos y multímetro.	2 horas
7	Diseñar sistemas embebidos basados en microcontroladores con interfaces de dispositivos externos, mediante la programación de códigos, para analizar el comportamiento de las funciones en lenguaje C, con una actitud activa, colaborativa y reflexiva.	Construye sistemas embebidos básicos para verificar el comportamiento de los códigos de programación en lenguaje C.	Tarjeta del microcontrolador, computadora, interfaces con dispositivos periféricos y multímetro.	2 horas
UNIDAD IV				
8	Elaborar códigos en lenguaje ensamblador, mediante la programación de códigos, para evaluar su desempeño en la implementación del microcontrolador con interfaces de entradas y salidas, con una actitud investigadora y reflexiva.	Elabora códigos en lenguaje ensamblador y construye aplicaciones prácticas que validen el comportamiento de las interrupciones en la interacción del microcontrolador con sensores o interruptores.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	2 horas

7	Examinar las interrupciones, mediante códigos de programación alternativos en lenguaje C, para evaluar la optimización de recursos en las aplicaciones prácticas, en forma creativa, responsable y crítica.	Elabora programas en los lenguajes en C, para aplicar las rutinas de interrupciones en aplicaciones prácticas que consideren señales digitales externas.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	2 horas
UNIDAD V				
9	Analizar el comportamiento de los temporizadores/contadores y de los modos de captura/comparación y modulación de anchos de pulsos, por medio de la simulación y experimentación de los algoritmos de programación en el microcontrolador, para evaluar el desempeño de las señales de pulsos y del tiempo base para aplicaciones con dispositivos externos, con una actitud activa y reflexiva.	Elabora códigos de programación, para simular y experimentar las rutinas de temporizadores, modo captura/comparación y modulación de ancho de pulsos en el microcontrolador.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	2 horas
10	Examinar los temporizadores /contadores, los modos de captura/comparación y modulación de anchos de pulsos, mediante códigos de programación en ensamblador y en C, para diseñar aplicaciones prácticas, de forma creativa, responsable y crítica.	Elabora códigos de programación en ensamblador y en C, para implementarlos en el microcontrolador para el diseño de prototipos mecatrónicos.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	3 horas
UNIDAD VI				
11	Elaborar códigos, a través de la programación de los módulos convertidores A/D y D/A, para	Elabora códigos de programación en ensamblador y en C, para validar el funcionamiento de las	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	2 horas

	validar experimentalmente su funcionamiento en el microcontrolador con dispositivos externos que dependen de señales continuas, con una actitud responsable, creativa y colaborativa.	conversiones A/D y D/A en aplicaciones prácticas.		
12	Aplicar los conceptos de convertidores A/D y D/A, configurando sus correspondientes módulos de conversiones A/D y D/A en rutinas de programación en ensamblador y en C, para diseñar aplicaciones prácticas de automatización y/o control de señales de prototipos mecatrónicos y embebidos, con creatividad y responsabilidad.	Elabora códigos de programación en ensamblador y en C, para implementarlos en aplicaciones prácticas de automatización, particularmente para controlar señales eléctricas en sistemas físicos y/o prototipos mecatrónicos/embebidos.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	3 horas
UNIDAD VII				
13	Analizar el comportamiento de la comunicación serial asíncrona y síncrona, mediante la programación de protocolos de comunicación, para validar su desempeño y funcionamiento en la transmisión y recepción de datos del microcontrolador con dispositivos externos, de forma colaborativa, responsable e investigadora.	Elabora códigos de programación en ensamblador y/o en C, para validar experimentalmente el comportamiento de la comunicación serial en aplicaciones prácticas.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador, multímetro y osciloscopio.	2 horas
14	Aplicar los conceptos de comunicación serial, por medio de la configuración de protocolos de comunicación en el microcontrolador, para diseñar aplicaciones práctica, donde interactúen microcontroladores	Elabora códigos de programación en ensamblador y/o en C, para desarrollar esquemas de comunicación entre microcontroladores y/o microcontrolador con un computador u otros dispositivos.	Microcontrolador, computadora, guía de usuario del microcontrolador y multímetro.	3 horas

	entre sí, el microcontrolador con una computadora y/o con dispositivos sensores o displays, con una actitud creativa e investigadora			
--	--	--	--	--

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)

El maestro expondrá de forma ordenada, clara y consistente los conceptos de los sistemas embebidos basados en la tecnología de microcontroladores, dando a conocer las características, lenguajes de programación entorno de desarrollo, módulos internos, uso de interfaces, aplicaciones típicas y novedosas de los microcontroladores. Además, guiará al estudiante en la elaboración de prácticas de laboratorio y de taller, haciendo hincapié en el estilo de programación, simulaciones, conexiones eléctricas con dispositivos de baja y alta potencia, además de la precisión y congruencia de los resultados obtenidos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

El estudiante realizará las prácticas de forma individual y en equipos de trabajo. También, desarrollarán reportes de prácticas, comunicando los conceptos abordados, estilo de programas, simulaciones, implementaciones, resultados y discusiones.

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 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

- | | |
|--|-------------|
| - 3 exámenes parciales | 40% |
| - Participación en clase | 05% |
| - Evidencia de desempeño 1..... | 35% |
| (Proyecto de un sistema embebido con reporte impreso) | |
| - Evidencia de desempeño 2..... | 20% |
| (Carpeta con reportes de prácticas de taller 15% y de laboratorio 20%) | |
| Total..... | 100% |

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Ali, M. (2011). <i>The AVR microcontroller and embedded systems using assembly and C</i> (1st ed.). USA: Prentice Hall-Pearson Education. [clásica] Ángulo, J. (2003). <i>Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones Primera parte. El PIC16F84, Lenguaje PBASIC y ensamblador</i> (3^a ed.). México: McGraw-Hill. [clásica] Ángulo, J. (2006). <i>Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones. Segunda Parte PIC16F87X, PIC18FXXXX</i>. (2^a Ed.). México: McGraw-Hill. [clásica] Davies, J. (2008). <i>MSP430 microcontroller basics</i> (1^a ed.). U.K.: Elsevier-Newnes. Recuperado de https://www.elsevier.com/books/msp430-microcontroller-basics/davies/978-0-7506-8276-3 [clásica]. Lynch, K., Marchuk, N. y Matthew, L. (2016). <i>Embedded Computing and Mechatronics with the PIC32 Microcontroller</i>. U.K.: Elsevier-Newness. Palacios, E. (2009). <i>Microcontrolador PIC16F84: Desarrollo de proyectos</i> (3^a ed.). México: RA-MA. [clásica] Ünsalan, C., Gürhan, H. y Yücel, M. (2018). <i>Programmable microntrollers. Applications on the MSP432 launchpad</i>. USA: McGraw-Hill.	Harres, D. (2013). <i>MSP430-based Robot Applications. A Guide to Developing Embedded System</i> (1st ed.). U.K.: Elsevier-Newnes. Jiménez, M. (2014). <i>Introduction to Embedded Systems using Microcontrollers and the MSP430</i> (1st ed.). Germany: Springer. Reyes, F. y Cid, J. (2015). <i>Arduino. Aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías</i>. México: Alfaomega. Tojeiro, G. (2015). <i>Taller de arduino. Un enfoque práctico para principiantes</i>. México: Alfaomega. Valvano, J. (2014). <i>Embedded systems. Real-time interfacing to arm cortex-m microcontrollers</i> (4th ed.). Germany: Springer. Recuperado de: http://users.ece.utexas.edu/~valvano/

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Ingeniero o Licenciado en ciencias exactas, de preferencia con posgrado en dichas áreas; se sugiere que el docente que imparta esta asignatura cuente con experiencia de un año impartiendo la asignatura. Recibir actualización periódica de los tópicos de la asignatura. Se recomienda haber desarrollado proyectos mecatrónicos incorporando sistemas embebidos. Además debe ser proactivo, contar con facilidad para transmitir el conocimiento y responsable.