



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microcontroladores
Clave de la asignatura:	AED-23112
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Semiconductores

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>La asignatura de Microcontroladores aporta al de egreso. la capacidad para diseñar y sintetizar materiales semiconductores y circuitos integrados para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.</p> <p>Innova y transfiere tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería en semiconductores, tomando en cuenta el desarrollo sostenible del entorno. El uso de la electrónica hace necesario el conocimiento del diseño basado en sistemas digitales, y el uso de circuitos de alta escala de integración, como son los microcontroladores, hace algunas aplicaciones más simples, eficientes y versátiles. Por lo que es conveniente que los alumnos de la carrera de ingeniería en semiconductores adquieran dominio en el uso de estos dispositivos. La asignatura consiste en el conocimiento de la estructura interna y externa del microcontrolador, así como la configuración y programación en lenguaje ensamblador y lenguaje de alto nivel, de los periféricos integrados y aplicaciones típicas de microcontroladores. El estudiante debe contar con bases sólidas en diseño digital y analógico, así como nociones de programación.</p> <p>Esta asignatura es importante porque aporta las habilidades para poder solucionar proyectos más complejos que se desarrollan en los semestres más avanzados de la ingeniería en semiconductores.</p> <p>Se relaciona con las asignaturas de mediciones eléctricas, programación estructurada, programación visual, fundamentos de investigación, diseño digital con HDL, y todas aquellas en las que se realicen aplicaciones, tales como electrónica de potencia, instrumentación, optoelectrónica y amplificadores operacionales, entre otras.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>El contenido de la asignatura está organizado en 5 temas, en el primer tema se encuentran los conceptos básicos de los microcontroladores, el alumno comprenderá cómo se organizan internamente estos dispositivos, cómo se comunican entre sí las unidades internas y la función específica de cada uno de ellos. Será capaz de localizar información del dispositivo, cómo interpretarla y cómo seleccionar el microcontrolador más adecuado para una aplicación.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



En el segundo tema se definen y se aplica la metodología para la programación de los microcontroladores con lenguaje ensamblador. Es de suma importancia la parte práctica de la materia ya que es la base para la solución de problemas prácticos de ingeniería en semiconductores. Se propone la realización de prácticas, que permitan dominar la configuración y programación de los microcontroladores, así como la realización de un proyecto integrador, que estimule la colaboración en el trabajo y la discusión entre los estudiantes, que le permitan resolver los retos que este trabajo implica.

En el tercer tema se definen y se aplica la metodología para la programación de los microcontroladores con lenguaje de alto nivel. Se recomienda que se realicen programas híbridos que contengan sentencia de alto nivel y ensamblador. Se propone la realización de prácticas, que permitan dominar la configuración y programación de los microcontroladores, así como la realización de un proyecto integrador, que estimule la colaboración en el trabajo y la discusión entre los estudiantes para resolver los retos que este trabajo implica.

En el cuarto tema se estudian las interfaces de comunicación, que son de suma importancia ya que cualquier sistema digital, sea un equipo de medición, de control, etc., potencializa su uso al comunicarse mediante interfaces y protocolos con otros equipos, además de la adquisición del conocimiento para poder utilizar el guardado de datos en la memoria EEPROM del microcontrolador. Por ello es indispensable que el alumno aprenda las formas en que un microcontrolador se puede comunicar con otros sistemas digitales, logrando así un valor agregado a la aplicación.

En el quinto tema, se hace hincapié en que el alumno desarrolle una actividad integradora, utilizando como base de funcionamiento un microcontrolador. Con la intención de consolidar los conocimientos adquiridos, así como desarrollar su potencial creativo y emprendedor.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

Las competencias genéricas que se fortalecen en esta asignatura son las interpersonales, instrumentales y sistémicas a través de investigación, trabajo en equipo, elaboración de prácticas y redacción de reportes respectivos, ensayos, exposiciones, análisis de casos, entre otros. Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva particularmente a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.

El docente debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, y tener capacidad para trabajar en equipo, destrezas que le permitan proponer actividades a desarrollar, formación pedagógica para abordar con mayor propiedad los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes, facilitar, direccionar y orientar el trabajo del estudiante, potenciar en el estudiante la autonomía y toma de decisiones, tener flexibilidad en el seguimiento del proceso, estimular y potenciar el trabajo autónomo y cooperativo, facilitar la interacción personal.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacán, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Orizaba, Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Alvarado, Cuautitlán Izcalli, La Laguna y Lerdo.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.</p>



<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motul, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura

Desarrollar aplicaciones con microcontroladores para solucionar alguna problemática planteada en el aula, laboratorio o del tipo industrial, mediante la programación e implementación física de circuitos electrónicos.

5. Saberes, habilidades y destrezas previas

- Diseña circuitos digitales y analógicos, utilizando herramientas computacionales.
- Desarrolla programas en lenguajes de alto nivel.
- Opera equipo electrónico de medición y prueba.
- Interpreta diagramas esquemáticos eléctricos y electrónicos.
- Participa en equipos de trabajo.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
- Diseña y analiza circuitos digitales y analógicos, utilizando herramientas computacionales.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Desarrollar programas en un lenguaje estructurado y visual.



6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	Arquitectura interna y externa del microcontrolador.	1.1. Conceptos básicos de los Microcontroladores. 1.1.1. Diferencia entre microcontrolador y microprocesador. 1.1.2. Tipos de arquitecturas computacionales. 1.2. Arquitectura interna del Microcontrolador. 1.2.1. Componentes del microcontrolador. 1.2.2. Registros internos. 1.2.3. Tipos y distribución de las memorias internas. 1.3. Arquitectura externa del microcontrolador. 1.3.1. Distribución de terminales.
2	Programación del microcontrolador en lenguaje ensamblador.	2.1. Programación en lenguaje ensamblador. 2.1.1. Modos de direccionamiento. 2.1.2. Conjunto de instrucciones. 2.1.2.1. Instrucciones aritméticas. 2.1.2.2. Instrucciones lógicas. 2.1.2.3. Instrucciones de control de programa. 2.2. Ambiente integrado de desarrollo (IDE) para Microcontroladores. 2.2.1. Ensamblador y compilador. 2.2.2. Simulador, debugger y emulador. 2.2.3. Equipos programadores de Microcontroladores. 2.3. Programación del microcontrolador en lenguaje ensamblador. 2.3.1. Programación básica.
3	Programación del microcontrolador en un lenguaje de alto nivel.	3.1. Introducción a la programación en lenguaje de alto nivel en microcontroladores. 3.1.1. Estructura del programa. 3.2. Puertos de entrada/salida digital. 3.3. Interrupciones. 3.3.1. Tipos de interrupciones. 3.3.2. Características de la rutina manejadora de interrupción. 3.3.3. Las interrupciones externas. 3.3.4. Fuentes internas de interrupciones.



		<p>3.4. Convertidor analógico/digital.</p> <p>3.4.1. Arquitectura interna.</p> <p>3.4.2. Configuración y programación.</p> <p>3.4.3. Aplicación en un control de señal analógica.</p> <p>3.5. Temporizador, generador de señales, medidor de intervalos, decodificador de pulsos de cuadratura (QEP) y PWM.</p> <p>3.6. Lectura y escritura en la memoria interna.</p>
4	Interfaces de Comunicación	<p>4.1. Comunicación paralela.</p> <p>4.2. Comunicación serial síncrona y asíncrona (RS-232, I2C, SPI, UART, USB, etc.).</p> <p>4.3. Redes de comunicación (CAN).</p>
5	Desarrollo de aplicaciones con microcontroladores.	5.1. Aplicaciones.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Arquitectura Interna y Externa del Microcontrolador.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Reconoce y explica el funcionamiento de la organización interna y externa del Microcontrolador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en el manual del fabricante la hoja de datos del microcontrolador que se verá durante el curso. • Discute grupalmente el mapa de memoria haciendo énfasis en la funcionalidad de cada área de este. • Discutir grupalmente los periféricos del microcontrolador. • Exponer frente a grupo el mapa de memoria y periféricos del microcontrolador. • Discutir grupalmente las características de la unidad lógica aritmética (ALU), enfatizando sobre ancho de palabra, tipo de datos, relación con registros, banderas, etc. • Discutir y realizar resúmenes de las características y capacidades de las diferentes funciones de las terminales del microcontrolador.
2. Programación del microcontrolador en lenguaje ensamblador.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
Realiza programas con las instrucciones y subrutinas en lenguaje ensamblador, para	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el funcionamiento y sintaxis de las instrucciones del microcontrolador.



<p>lograr una comprensión sólida de la arquitectura interna del dispositivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir grupalmente las diferentes instrucciones del microcontrolador. • Investigar la estructura básica de la programación en ensamblador. • Realizar programas en ensamblador donde ejercita los modos de direccionamiento. • Programar las instrucciones básicas en ensamblador; instrucciones aritméticas, lógicas y de control de flujo en el microcontrolador. • Explicar los diferentes tipos de saltos que se pueden ejecutar en un microcontrolador. • Realizar un algoritmo donde se apliquen saltos en la programación y comparaciones entre registros. • Simular programas mediante algún software especializado. • Investigar los diferentes tipos de programadores utilizables para el microcontrolador a usar. • Investigar la teoría de funcionamiento de los puertos digitales. • Seleccionar el programador a utilizar y programar una aplicación en la que se usen los puertos digitales del microcontrolador.
<p>3. Programación del microcontrolador en un lenguaje de alto nivel.</p>	
<p>Saberes, habilidades y destrezas</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Realiza programas en lenguaje de alto nivel, con sus aplicaciones de puertos digitales, los convertidores de analógico a digital, las interrupciones y los temporizadores del microcontrolador para el desarrollo de aplicaciones complejas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir grupalmente los conceptos relativos a la programación de alto nivel, realizando el rescate de los conocimientos adquiridos en la asignatura, programación estructurada y visual. • Analizar el entorno de programación (IDE) específico del microcontrolador seleccionado y realiza un reporte sobre el funcionamiento de dicho software. • Investigar y expone por equipos el uso de puertos digitales en lenguaje de alto nivel. • Practicar el uso de los puertos digitales como entradas y salidas. • Explorar y representar el concepto de interrupción de forma creativa. • Codificar y simular el efecto de una interrupción externa síncrona en el entorno del software seleccionado.



<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionar sobre la extrapolación del concepto de interrupción hacia el resto de los periféricos del microcontrolador. • Investigar y exponer el principio de funcionamiento y características generales de los convertidores de analógico a digital (ADC). • Investigar y exponer por equipos el uso del convertidor de analógico a digital en lenguaje de alto nivel. • Practicar el uso del ADC con y sin interrupciones. • Discutir grupalmente para rescatar el concepto de contador digital, haciendo énfasis en longitud de palabra, configuración ascendente – descendente, desborde del conteo, carga asíncrona, reset y tipo de activación (por flanco o nivel). • Simular y observar el efecto del periodo de la señal de excitación en la entrada del contador y su relación con el tiempo de desborde, y establece el concepto de temporizador. • Analizar la arquitectura, configuración y modos de funcionamiento de los temporizadores del microcontrolador. • Realizar un ensayo de los diferentes modos de operación del temporizador del microcontrolador (base de tiempo, contador, generador PWM, decodificador de QEP, medidor de intervalos de tiempo). • Reflexionar sobre la aplicación del concepto de interrupciones en temporizadores. • Simular y verificar los diferentes modos de operación del temporizador, con y sin interrupciones. • Simular programas en donde interactúen los periféricos entre sí mediante algún software especializado.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Interfaces de comunicación

Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Comunica mediante distintas interfaces un microcontrolador, así como maneja protocolos de comunicación básicos, y utiliza la memoria EEPROM para la comunicación y guardado de datos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el uso de puertos digitales como interfaz de comunicación paralela. • Desarrollar un canal de comunicación paralela entre dos Microcontroladores, especificando la interfaz física y un protocolo.



<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad de comunicación en un segundo idioma. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar y detectar los problemas asociados a la comunicación paralela, tales como alcance físico del canal, el ancho de la palabra requerido, señales de sincronía requeridas, implementación en circuito impreso, etc. • Analizar el principio de funcionamiento y la operación de la USART del microcontrolador, dando especial atención a los conceptos baud rate, bit de start, bit de stop, bit de datos, paridad y detección de errores. • Desarrollar un canal de comunicación serial RS232 entre dos microcontroladores y entre un microcontrolador y una computadora, especificando la interfaz física y un protocolo. • Desarrollar un canal de comunicación serial I2C para la comunicación entre dos microcontroladores, especificando la interfaz física y un protocolo. • Desarrollar un canal de comunicación serial SPI para la comunicación entre dos microcontroladores, especificando la interfaz física y un protocolo. • Desarrollar un canal de comunicación serial bus universal (USB) para la comunicación entre el microcontrolador, y una computadora. • Realizar un reporte y exponer por equipos el principio de funcionamiento y características más importantes del bus de red control área network (CAN).
5. Desarrollo de aplicaciones con Microcontroladores.	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<p>Desarrolla aplicaciones basadas en los microcontroladores para la solución de problemas en ingeniería electrónica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación de campo sobre aplicaciones del microcontrolador, para identificar aplicaciones en algunos de los siguientes campos de la electrónica y semiconductores: Comunicaciones, Automatización, control, Instrumentación y Potencia.



<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de comunicación en un segundo idioma. ● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. ● Capacidad de trabajo en equipo. ● Habilidades interpersonales. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizar en forma grupal el uso de los recursos del microcontrolador en las aplicaciones encontradas y ● Desarrollar una aplicación selecta como proyecto final, organizando esta actividad a través de un cronograma (se sugiere que este proyecto sea planteado desde el inicio de la unidad 2, y se realice un protocolo para tal fin).
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión y conocimiento del entorno de programación en ensamblador. ● Estados de operación y configuración del perro guardián (watchdog). ● Reubicación y manejo de los puertos de entrada/salidas digitales. ● Adquisición de conocimiento para la operación de los retardos. ● Reconocimiento del uso del display de 7 segmentos. ● Diseño y armado del display matricial. ● Operación del entorno de programación en C. ● Diseño y armado de teclados matriciales. ● Utilización y conocimiento del display de cristal líquido (LCD) ● Revisión y medición de voltajes con el convertidor analógico a digital. ● Adquisición y visualización de variables físicas: temperatura, presión, etc. ● Naturaleza de la generación de señales rectangulares con el temporizador. ● Medidas de generación de señales PWM. ● Estimación de bases de tiempo con el temporizador. ● Diseño de la sincronización del microcontrolador con las interrupciones. ● Relación de comunicación microcontrolador a microcontrolador. ● Aspectos para la comunicación microcontrolador a computadora. ● Nomenclaturas para la escritura de la memoria EEPROM. ● Operación de la lectura de la memoria EEPROM.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. ● Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros,



según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de los saberes, habilidades y destrezas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación de saberes, habilidades y destrezas

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Prácticas de laboratorio para observar si comprende el funcionamiento de los microcontroladores.
- Utilización de herramientas de desarrollo y programación.
- Realización de proyectos para la solución de problemas de su entorno con un enfoque digital basado en microcontroladores.
- Listas de verificación en prácticas de laboratorio.
- Proyecto individual.
- Resolución de problemas.
- Desarrollo de proyectos, donde elaboren un prototipo y el informe del mismo.
- Participación en eventos académicos.
- Investigación bibliográfica.
- Elaboración de material con base en tecnología de la información y comunicación.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de laboratorio, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Exámenes prácticos, donde se califique el desempeño durante la práctica.

11. Referencias

1. Barret, S.F., Pack, D. J., (2006). Microcontrollers Fundamentals for Engineers And Scientists (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems), 1ª Ed., Morgan and Claypool Publisher, Seattle, WA. U.S.A.
2. Angulo Amusastegui, J. (2006). Microcontroladores DSPic Diseño Práctico, 1ª. Ed., McGrawHill, Madrid, España.
3. Palacios, E., Remiro, F. & Lopez, L. (2009). Microcontrolador PIC16F84A: Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
4. Galeano, G.(2009). Programación de Sistemas Embebidos en C, 1a. Ed. , Alfaomega, Colombia.
5. Pallás, R., Reverter, F.(2009). Circuitos de Interfaz Directa Sensor-Microcontrolador, 1ª. Ed., Alfaomega, Marcombo.



6. Vesga, J. C. (2008). Microcontroladores Motorola Freescale - Programación, Familias y sus distintas aplicaciones en la industria, 1a. Reimpresión de la 1ª. Ed., Alfaomega.
7. Valdés, F., Pallás, R. (2007). Microcontroladores - Fundamentos y Aplicaciones con PIC, 1ª. Ed., Alfaomega.
8. Dogan, I. (2008). Advanced PIC Microcontroller Projects in C: From USB to RTOS with the PIC 18F Series, 1ª. Ed., Newness.
9. Gadre, D. V. (2000). Programming and Customizing the AVR Microcontroller, 1ª. Ed., McGrawHill.
10. Axelson, J. (1999). USB complete: Everything you need to develop custom USB peripherals, 1ª. Ed., Lakeview Research.
11. Hyde, J. (1999). USB design by example: A practical guide to building I/O devices, 1ª Ed., Wiley.
12. National Instruments. (2 de Febrero de 2011). Introducción a CAN. Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de <http://www.ni.com/white-paper/2730/es>