

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microcontroladores
Clave de la asignatura:	MTF-1021
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecatrónico la capacidad para analizar, diseñar, simular y construir prototipos para sistemas mecatrónicos, con una actitud investigadora, de acuerdo a las necesidades tecnológicas y sociales actuales y emergentes, impactando positivamente en el entorno global.

La mecatrónica abarca varias disciplinas, la mecánica para el movimiento, la electrónica para el manejo de la energía y la computación para ejecutar programas. En la automatización se emplean los microcontroladores para programar una tarea o un proceso, por lo que el saber programar un microcontrolador es una capacidad muy importante para un Ingeniero en Mecatrónica.

En esta asignatura se abordan los diferentes tipos de microcontroladores, la arquitectura interna de microcontroladores de 8 bits; sus características eléctricas, puertos de entrada-salida, módulos internos, manejo de interrupciones y herramientas de desarrollo, con el fin de mostrar al alumno el poder y la versatilidad que tienen los microcontroladores para desarrollar sistemas de control.

Esta asignatura está relacionada con las competencias específicas:

Asignatura	Temas	Competencia específica
Programación avanzada	Manejo de puertos	Domina y aplica las tecnologías actuales y emergentes de manejo de puertos de la computadora y su interconexión con sistemas electrónicos para el control de sistemas mecatrónicos.
Análisis de circuitos eléctricos	Técnicas para el análisis de circuitos de CD Técnicas de análisis de circuitos de CA	Aplica los diferentes métodos y técnicas de análisis para la solución de problemas de circuitos eléctricos en CD. Aplica los diferentes métodos y técnicas de análisis para la solución de problemas de circuitos eléctricos en CA.
Electrónica analógica	Transistor bipolar y de efecto de campo.	Selecciona los transistores considerando sus valores nominales para utilizarlos de acuerdo a la aplicación requerida.
Instrumentación	Sensores y transmisores	Selecciona y aplica técnicas de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

	Actuadores	caracterización de sensores en relación al tipo de proceso. Clasifica los tipos de actuadores y aplica técnicas de caracterización para utilizarlos en la instrumentación de los procesos industriales.
Electrónica de potencia aplicada	Circuitos de disparo	Analiza y comprende el funcionamiento de los circuitos de disparo con tiristores de potencia usados en dispositivos mecatrónicos.

Intención didáctica

Para elegir los temas que integran esta asignatura se han seleccionado los contenidos apropiados para que el estudiante pueda desarrollar aplicaciones de automatización basadas en la programación de microcontroladores y sus interfaces. Se sugiere utilizar microcontroladores de Microchip, reconociendo que hay una amplia disponibilidad de modelos y herramientas de desarrollo que son muy accesibles para los estudiantes.

En el Tema 1, se aborda el estudio de las diferentes arquitecturas de microcontroladores, su estructura interna y sus aplicaciones. También se analizan los entornos de desarrollo y las herramientas que se utilizan para desarrollar aplicaciones con microcontroladores, cuestiones que serán el fundamento para que el estudiante se inicie en el estudio de los microcontroladores.

El Tema 2 introduce al estudiante en la forma de programar los microcontroladores, haciendo énfasis en la configuración del microcontrolador, particularmente en el manejo de entradas y salidas. Se pretende realizar aplicaciones que controlen dispositivos comunes utilizados en la automatización.

El Tema 3 aborda un concepto fundamental en la programación de microcontroladores: El manejo de interrupciones. Aquí se pretende que el estudiante comprenda y aplique el mecanismo de interrupciones para desarrollar aplicaciones, utilizando los diferentes tipos de interrupciones disponibles en el microcontrolador seleccionado.

En el Tema 4, se pretende que el estudiante aprenda a programar los diferentes dispositivos periféricos con que cuenta el microcontrolador seleccionado. Entre ellos se consideran el convertidor analógico digital, los temporizadores/contadores y las diferentes formas de comunicación serie. Se recomienda que pueda desarrollar aplicaciones utilizando estos periféricos.

En el Tema 5, se incluye el estudio del módulo CCP con que cuentan muchos modelos de microcontroladores. Configurando este módulo en sus diferentes usos (como Comparador, o Captura o Modulación de ancho de pulso) el estudiante puede desarrollar aplicaciones para el manejo de dispositivos.

El énfasis fundamental de la asignatura es brindar el conocimiento existente para el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores. Se pretende que en todo momento se involucre a los estudiantes para que desarrollen las competencias de búsqueda y análisis de información, trabajo en equipo y la capacidad de aplicar los conocimientos en el desarrollo de aplicaciones de automatización.

Es importante que, durante el desarrollo del curso, en todos los temas, el docente fomente el papel activo de los estudiantes para desarrollar los temas, resolver ejercicios en el aula y fuera de ella, utilice el software disponible para simular y comprobar los resultados, así como desarrolle las prácticas acordadas.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Zacapoaxtla.	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.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Chapala, Cd. Cuauhtémoc, Colima, Culiacán, Huixquilucan, La Laguna, León, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de Hidalgo, Querétaro, Tlalnepantla, Uruapan, Veracruz y Zacapoaxtla.	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.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

<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, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, 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. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Programa y aplica sistemas basados en microcontroladores y sus interfaces, en la automatización y control de procesos.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Analiza, simula e implementa circuitos eléctricos de corriente directa y alterna con elementos pasivos y activos lineales (fuentes lineales) para su aplicación en sistemas eléctricos. • Analiza, diseña, simula e implementa físicamente circuitos con dispositivos semiconductores básicos para el desarrollo de circuitos electrónicos utilizados en los sistemas mecatrónicos. • Diseña e implementa circuitos digitales para el control de diferentes sistemas mecatrónicos. • Construye programas utilizando estructuras condicionales y repetitivas para aumentar su funcionalidad

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Arquitectura de microcontroladores.	1.1 Diferencia entre microcomputadora, microprocesador y microcontrolador. 1.2 Características y aplicaciones de los microcontroladores. 1.3 Tipos de arquitecturas computacionales. 1.4 Tipos de microcontroladores y sus fabricantes. 1.5 Componentes del microcontrolador 1.5.1 Registros internos. 1.5.2 Tipos y distribución de las memorias internas.

		<ul style="list-style-type: none"> 1.5.3 Periféricos 1.5.4 Instrucciones del microcontrolador. 1.5.5 Distribución de terminales. 1.5.6 El reset y sus posibles fuentes. 1.6 Características de la fuente de alimentación y consumo de potencia del microcontrolador. 1.7 Ambiente integrado de desarrollo (IDE) <ul style="list-style-type: none"> 1.7.1 Ensamblador y compilador. 1.7.2 Simulador, debugger y emulador. 1.7.3 Equipos programadores (downloaders). 1.8 Herramientas de desarrollo.
2	Programación de entradas y salidas del microcontrolador.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Arquitectura de los puertos de E/S. 2.2 Configuración y características eléctricas de los puertos de E/S. 2.3 Estructura de los programas para microcontrolador. 2.4 Programación de puertos con interfaces para el manejo de dispositivos periféricos sin manejo de potencia. <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1 Displays de 7 segmentos. 2.4.2 Displays LCD 2.4.3 Teclados (lineal y matricial). 2.5 Programación de puertos con interfaces de potencia con: <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1 Transistores. 2.5.2 Relevadores. 2.5.3 Optoacopladores. 2.5.3 Puentes H discretos e integrados. 2.6 Desarrollo de aplicaciones para el manejo de: <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1 Lámparas. 2.6.2 Zumbadores, vibradores piezoeléctricos, bocinas, etc 2.6.3 Motores de CD 2.6.4 Motores a pasos. 2.6.5 Servomotores.
3	Interrupciones en un microcontrolador.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Concepto de interrupción en un microcontrolador. 3.2 Manejo de interrupciones <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 Tipos de interrupciones. 3.2.2 Los vectores de interrupción. 3.2.3 Acciones del microcontrolador para el tratamiento de

		<p>interrupciones.</p> <p>3.2.4 Características de la rutina manejadora de interrupción.</p> <p>3.3 Las interrupciones externas.</p> <p>3.3.1 Características y configuración.</p> <p>3.3.2 Programación y uso.</p> <p>3.4 Fuentes internas de interrupción</p> <p>3.4.1 De los Temporizadores y Contadores.</p> <p>3.4.2 Del convertidor analógico digital.</p> <p>3.4.3 De la comunicación serial (USART, SPI, TWI, etc.)</p> <p>3.4.4 Del comparador analógico.</p> <p>3.4.5 De la EEPROM.</p> <p>3.4.6 De otras fuentes internas de interrupción.</p> <p>3.5 Desarrollo de aplicaciones con manejo de interrupciones.</p>
4	Programación de periféricos del microcontrolador.	<p>4.1 El convertidor analógico digita (ADC).</p> <p>4.1.1 Arquitectura interna</p> <p>4.1.2 Configuración y programación.</p> <p>4.1.3 Desarrollo de aplicaciones con el ADC</p> <p>4.2 Temporizador/Contador</p> <p>4.2.1 Configuración y programación como temporizador.</p> <p>4.2.2 Configuración y programación como contador.</p> <p>4.2.3 Desarrollo de aplicaciones</p> <p>4.3 Comunicación serie</p> <p>4.3.1 Configuración y programación como USART</p> <p>4.3.2 Configuración y programación como TWI (I2C)</p> <p>4.3.3 Configuración y programación como SPI.</p> <p>4.3.4 Desarrollo de aplicaciones</p>
5	Programación del módulo CCP del microcontrolador.	<p>5.1 Descripción del módulo CCP.</p> <p>5.2 Configuración y programación como Comparador.</p> <p>5.3 Configuración y programación como Captura.</p> <p>5.4 Configuración y programación como PWM</p> <p>5.5 Desarrollo de aplicaciones.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Arquitectura de microcontroladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Identifica los elementos que integran un microcontrolador, sus diferentes configuraciones, las herramientas para el desarrollo de aplicaciones para la programación de sistemas basados en microcontroladores.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad de análisis y síntesis. • Trabajo en equipo, • Comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación de los conceptos de microcomputadora, microprocesador y microcontrolador, así como las aplicaciones de cada uno de ellos. • En plenaria contrastar la investigación realizada para establecer las diferencias entre una microcomputadora, microprocesador y microcontrolador e identificar las aplicaciones de los microcontroladores. • Investigar los diferentes tipos de arquitectura utilizadas para implementar los microcontroladores, ventajas y desventajas de cada arquitectura, identificar los diferentes fabricantes de microcontroladores y su clasificación. • Por equipos de trabajo, realizar una síntesis de lo investigado y presentarla en una plenaria. • Investigar por equipos, la arquitectura interna de un microcontrolador de 8 bits (el profesor puede sugerir un modelo diferente a cada equipo) describiendo su estructura y características eléctricas. • En plenaria, mostrar la información obtenida por cada equipo. • El profesor mostrará y demostrará las herramientas de desarrollo disponibles en el instituto, haciendo énfasis en el proceso para el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores.
2. Programación de entradas y salidas del microcontrolador.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Desarrolla aplicaciones para el manejo automático de diversos dispositivos, mediante la programación de los puertos de entrada y salida de un microcontrolador.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la arquitectura, configuración y características eléctricas de los puertos de E/S del microcontrolador elegido. • Investigar la estructura de los programas de microcontrolador para el ambiente de desarrollo disponible. • Elaborar programas para el manejo de dispositivos con bajo consumo de potencia, mediante la programación de los puertos de E/S del microcontrolador. • Elaborar programas para el manejo de

<p>la práctica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Capacidad para diseñar proyectos. 	<p>dispositivos con consumo de potencia, mediante la programación de los puertos de E/S del microcontrolador con diferentes interfaces de potencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar aplicaciones prácticas para la automatización de tareas secuenciales.
---	---

3. Interrupciones en un microcontrolador.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Desarrolla aplicaciones de automatización mediante la programación de las interrupciones de un microcontrolador para el control de procesos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Capacidad para diseñar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el concepto de interrupción, los tipos de interrupción y el manejo en general de las interrupciones por parte de los microcontroladores. • Investigar las características de las interrupciones externas, su configuración y utilización. • Investigar las características de las diferentes interrupciones internas, su configuración y utilización. • Desarrollar aplicaciones donde se utilicen interrupciones.

4. Programación de periféricos del microcontrolador.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Desarrolla aplicaciones de automatización mediante la programación de los periféricos de un microcontrolador para el control de procesos donde se utilicen convertidores ADC, temporizadores, contadores y protocolos de comunicación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Capacidad para diseñar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la arquitectura interna y la configuración del convertidor analógico digital (ADC) del microcontrolador a utilizar. • Desarrollar aplicaciones utilizando la programación del ADC. • Investigar el funcionamiento de los temporizadores del microcontrolador a utilizar, su configuración y aplicaciones posibles. • Desarrolla aplicaciones utilizando temporizadores. • Investiga el funcionamiento de los contadores del microcontrolador a utilizar, su configuración y aplicaciones posibles. • Desarrolla aplicaciones utilizando contadores. • Investiga las características de los diferentes protocolos de comunicación serie (USART, I2C, SPI) implementados en el microcontrolador a utilizar, su configuración y usos. • Desarrollar aplicaciones donde se utilice comunicación serie.

5. Programación del módulo CCP del microcontrolador.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Desarrolla aplicaciones de automatización mediante la programación del módulo CCP del microcontrolador para establecer la interface en modo de captura, comparador y modulador de ancho de pulso (PWM).</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Capacidad para diseñar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las características del módulo CCP del microcontrolador a utilizar. • Investigar las características, configuración y uso del módulo como comparador. • Investigar las características, configuración y uso del módulo como captura. • Investigar las características, configuración y uso del módulo como modulador por ancho de pulso (PWM)- • Desarrollar aplicaciones donde se utilice el módulo CCP.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Programación de un semáforo. • Programación de un contador BCD con salida a display de 7 segmentos. • Lectura de datos de un teclado matricial y su visualización en un display LCD. • Control del sentido de giro de un motor de CD. • Control del sentido de giro de un motor a pasos. • Control del sentido de giro de un servomotor. • Control de velocidad de un motor con PWM. • Uso de interrupciones para controlar una aplicación. • Controlar la posición de un motor a través de la retroalimentación con el ADC. • Control de la velocidad de un motor con encoders. • Generación de señales de pulsos con frecuencia controlada con el temporizador. • Configuración y programación de una comunicación serie. • Control de motores utilizando el módulo CCP como PWM. • Medición de frecuencias con el módulo CCP.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(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 las competencias genéricas y específicas 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”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Mapa conceptual
- Examen
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas
- Resúmenes
- Rúbrica
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

11. Fuentes de información

1. García Breijo, Eduardo. (2009) Compilador C CCS y simulador PROTEUS para microcontroladores PIC 2ª Edición. Ed. Marcombo
2. Verle, Milan. (2009) PIC microcontrollers-programing in C 1ª Edición. Ed. mickroElektronika.
3. Palacios, Enrique. (2006) Microcontrolador PIC16F84. Desarrollo de proyectos. 2ª Edición. Ed. Alfaomega
4. Ángulo, J. (2007) Microcontroladores PIC 4ª Edición. Ed. McGraw-Hill
5. Ibrahim, Dogan (2008) Advanced PIC microcontroller projects in C. 1ª Edition. Ed. Newnes.
6. Ángulo Usategui, José María. (2010) Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones: Segunda parte, PIC16F87X, PIC18FXXXX. Ed. McGraw-Hill