

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microcontroladores
Clave de la asignatura:	IBF-1019
Créditos (Ht - Hp - créditos):	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Biomédica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Biomédico, los conocimientos y las habilidades para analizar y diseñar instrumentación de diagnóstico a través de adquisición y procesamiento de datos, utilizando al microcontrolador como dispositivo base para generar las competencias.

La importancia de esta asignatura radica en la aportación de los conocimientos para contribuir a la consolidación del diseño digital; permitirá que el estudiante conozca los elementos que componen un sistema de procesamiento, así como el análisis y diseño de sistemas digitales programables; de esta manera se prepara al estudiante con nuevas herramientas para el diseño digital, que permitan crear, simular, modificar e implementar sistemas digitales con aplicaciones en la Ingeniería Biomédica.

Los temas de esta asignatura, están estructurados en cuatro unidades.

La asignatura inicia con el conocimiento de la estructura interna y externa del microcontrolador, y continúa con la configuración y programación en lenguaje ensamblador y lenguaje C, de los periféricos integrados y se propone al estudiante desarrollar aplicaciones típicas de microcontroladores.

Esta asignatura requiere los conocimientos previos de lógica combinatorial y lógica secuencial síncrona incluidos en la asignatura de Electrónica Digital

La asignatura requiere que el estudiante cuente con bases sólidas en Diseño Digital así como nociones de programación, por lo tanto se relaciona con las siguientes asignaturas: Programación Orientada a Objetos, Fundamentos de Investigación, Electrónica Digital, Amplificadores de Bioseñales y todas aquellas en las que se realicen aplicaciones, tales como Sensores y Actuadores y Proyectos de Ingeniería Biomédica.

Intención didáctica

Se organiza el programa, en cuatro temas. En la primera, se comienza con los conceptos básicos de los microcontroladores; el estudiante comprenderá cómo se organizan internamente estos dispositivos, cómo se comunican entre si, las unidades internas y la

función específica de cada uno de ellos. Será capaz de localizar información del dispositivo y saber interpretarla y sabrá seleccionar el microcontrolador más adecuado para una aplicación.

En el segundo tema, se define y aplica la metodología para la programación de los microcontroladores con lenguaje C. Se recomienda que se realicen programas híbridos que contengan sentencia en C 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 tercer tema se considera que es de suma importancia tratar el tema de interfaces de comunicación, 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. Por ello es importante que el estudiante aprenda las formas en que un microcontrolador se puede comunicar con otros sistemas digitales., proporcionándole así un valor agregado a la aplicación.

En el cuarto y último tema, se hace hincapié en que el estudiante desarrolle una actividad integradora, utilizando como base de funcionamiento un microcontrolador para realizar interfaces con aplicaciones en la ingeniería biomédica, con la intención de consolidar los conocimientos adquiridos, así como desarrollar su potencial creativo y emprendedor.

El enfoque sugerido para la asignatura propicia que las actividades en el aula y en el laboratorio, desarrollen las habilidades en el estudiante para la investigación y experimentación, además del trabajo en equipo y las capacidades de análisis y síntesis en el diseño e implementación de circuitos digitales.

Se sugieren sobre todo que las actividades que se realicen en el curso de esta asignatura generen un aprendizaje significativo en el estudiante. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones debido a las prácticas hechas en el laboratorio. Se busca que a partir de experiencias de la vida diaria el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos y electrónicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula.

Para desarrollar la capacidad analítica del estudiante se encarga un proyecto que resuelva algún problema específico; esto le dará al estudiante más bases para reafirmar las competencias adquiridas durante el curso, desde luego sin soslayar el apoyo tanto humano como técnico del docente a cargo.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mérida del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Ensenada, La Paz, Mérida, Mexicali, Saltillo, San Luis Potosí, Tijuana, Pachuca y Veracruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Biomédica.
Instituto Tecnológico de Mérida del 1 al 3 de diciembre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Ensenada, La Paz, Mérida, Mexicali, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Tijuana y Veracruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Biomédica.
Instituto Tecnológico de Mérida del 26 y 27 de octubre de 2011.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Mérida, Pachuca y San Luis Potosí.	
Instituto Tecnológico de Hermosillo del 26 al 29 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Hermosillo, Mérida, Orizaba, Purhepecha, Saltillo, Tijuana.	Reunión de Seguimiento Curricular de la Carrera de Ingeniería Biomédica.
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.

4. Competencia(s) a desarrollar

Analiza, diseña, y construye sistemas digitales indispensables para el diseño de instrumental con ayuda de dispositivos microelectrónicos programables

5. Competencias previas

Competencias previas

- Diseña y construye circuitos combinacionales y secuenciales usando dispositivos SSI, MSI y PLD's.
- Desarrolla programas en lenguaje C.
- Opera equipo electrónico de medición.
- Interpretar diagramas esquemáticos eléctricos y electrónicos.

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Arquitectura de Microcontroladores	3.1 Introducción a los Microcontroladores. 3.1 Arquitectura interna del microcontrolador. 3.2 Buses 3.2 Registros 3.2 Memoria de Código 3.2 Memoria de Datos 3.2 Memoria de Pila 3.1 Arquitectura externa del microcontrolador. 3.2 Temporizador 3.2 Puertos
2.	Programación del microcontrolador	2.1. Programación en lenguaje ensamblador para microcontroladores. 2.2. Programación en lenguaje de Alto Nivel para microcontroladores.
3.	Interfaces de comunicación	3.1 Características de los dispositivos E/S del microcontrolador 3.2 Tipos de interfaces de comunicación 3.2.1. Características 3.2.2. Ventajas y desventajas 3.3. EIA232, SPI 3.4. I ² C, USB. 3.5. Circuitos típicos de aplicación

4.	Desarrollo y aplicaciones con microcontroladores	<p>4.1 Uso de los microcontroladores aplicaciones biomédicas.</p> <p>4.2. Adquisición de datos de variables físicas: temperatura, presión, humedad, entre otras</p> <p>4.3 Desarrollo del Proyecto de adquisición de datos en biomedica</p>
----	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Arquitectura de microcontroladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica.</p> <p>Comprende la organización interna y externa del Microcontrolador para interactuar con él a través de la programación.</p> <p>Competencia genérica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • • Investigar diferentes tipos de arquitecturas y estudiar el manual del fabricante la hoja de datos del microcontrolador que se verá durante el curso. • Discutir grupalmente el mapa de memoria haciendo énfasis en la funcionalidad de cada área del mismo. • Discutir grupalmente los periféricos del microcontrolador, utilizando los conocimientos adquiridos en asignaturas previas. • Exponer frente a grupo el mapa de memoria y periféricos del microcontrolador. • Realizar reportes escritos del mapa de memoria y periféricos del microcontrolador. • Discutir grupalmente las características de la unidad lógica aritmética (ALU) como 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 (pins) del microcontrolador.

Programación del microcontrolador	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <p>Conoce el entorno de programación para el microcontrolador de alto nivel y lenguaje Ensamblador para el desarrollo de aplicaciones en la ingeniería biomédica utilizando los puertos de entrada y salida.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir grupalmente los conceptos relativos a la programación en lenguaje C y Ensamblador. • Analizar el entorno de programación (IDE) específico del microcontrolador seleccionado y realizar un reporte sobre el funcionamiento de dicho software. • Investigar el uso de puertos digitales en aplicaciones en las diferentes áreas de la ingeniería biomédica • Investigar y exponer por equipos el uso de puertos digitales en el lenguaje C. • Utilizar los puertos digitales como entradas y salidas.
Interfaces de comunicación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comunica mediante distintas interfaces un microcontrolador con otros dispositivos empleando diferentes protocolos</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender a aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el uso de puertos digitales como interfaz de comunicación paralela y serial. • Exponer grupalmente el uso de los puertos digitales como interfaz de comunicación paralela y serial. • Desarrollar un canal de comunicación paralela entre dos microcontroladores, especificando la interfaz física y el protocolo. • Resolver los problemas asociados a la comunicación paralela y serial, tales como: alcance físico del canal, ancho de la palabra requerido y señales de sincronía requeridas.

Desarrollo de aplicaciones con microcontroladores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Desarrolla aplicaciones basadas en microcontroladores para el diseño de instrumental de diagnóstico y solución de problemas en ingeniería biomédica.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Capacidad de generar nuevos sistemas • Capacidad de liderazgo. • Habilidades de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación de campo sobre aplicaciones del microcontrolador en ingeniería biomédica • Analizar grupalmente el uso de los recursos del microcontrolador en las aplicaciones encontradas y realizar un ensayo con las conclusiones del análisis. • Desarrollar un proyecto con aplicación en el área biomédica principalmente en instrumental de diagnóstico.

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de los componentes de un microcontrolador ▪ Conocimiento del entorno de programación de un microcontrolador ▪ Programación de lectura y escritura en puertos ▪ Programación de escritura en LCD ▪ Comunicación con puertos a través de un teclado. ▪ Medición y visualización de voltajes con el convertidor analógico a digital. ▪ Medición y visualización de variables físicas: temperatura, presión, humedad ▪ Comunicación microcontrolador a microcontrolador utilizando protocolos de comunicación ▪ Comunicación del microcontrolador con otros dispositivos digitales.
--

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 (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

Aplicar los lineamientos para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

El proceso de evaluación debe ser continuo (utilizar evaluación diagnóstica, formativa y sumativa) por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en la obtención de evidencias de competencias adquiridas:

- Evidencias por conocimiento (exámenes exploratorios) .
- Evidencias por desempeño (responsabilidad y grado de cumplimiento, entre otros).
- Evidencias por producto (elaboración de prácticas, prototipos y reportes, entre otros) .
- Evidencias por conducta (actitud, disciplina, puntualidad y asistencia, entre otras).

Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolio de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El portafolio de evidencias puede ser electrónico.

Instrumentos sugeridos:

- Mapa conceptual
- Examen
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas

Herramientas sugeridas:

- Rúbrica.
- Diagrama y resolución de situación real.
- Portafolio de evidencia.
- Foro.

El docente establecerá la ponderación correspondiente a cada una de las evaluaciones para determinar si el estudiante alcanzó la competencia.

11. Fuentes de información (actuales)

Fuentes impresas (libros):

- 1.- García, Eduardo (2008) *Compilador C CCS y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*. Alfa omega, Marcombo. ISBN 978-970-15-1397-2
- 2.- Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, *El Lenguaje de Programación C*. (Segunda Edición) Pearson Educación. ISBN 978-968-880-205-2
- 3.- Lajara, J.; Pelegrí, J. (2012) *LABVIEW - Entorno Gráfico de Programación* (Segunda Edición) Alfaomega, Marcombo. ISBN 978-607-707-205-8
- 4.- Ceballos, Fco. Javier (2010) *Enciclopedia de Microsoft Visual C#* (Tercera Edición) Alfaomega, Ra-Ma. ISBN 978-607-707-024-5
- 5.- Martin P. Bates (2008) *Programming 8-bit PIC Microcontrollers in C with Interactive Hardware Simulation*. Newnes. ISBN: 978-075-068-960-1
- 6.- Martin P. Bates (2006) *Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation*. Newnes. ISBN: 978-075-068-028-8
- 7.- Palacios, Enrique; Remiro, Fernando; López, Lucas (2009) *Microcontrolador PIC16F84* (Tercera Edición) Alfaomega, Ra-Ma. ISBN 978-607-7686-37-8
- 8.- Galeano, G. (2009), *Programación de Sistemas Embebidos en C*, 1a. Edición., Alfa omega, Colombia.
- 9.- Pallás, R., Reverter, F. (2009), *Circuitos De Interfaz Directa Sensor-Microcontrolador*, 1a. Ed., Alfa omega, Marcombo, Colombia.
- 10.- Vesga, J. C. (2008) *Microcontroladores Motorola Freescale - Programación, Familias y sus distintas aplicaciones en la industria*, 1a. Reimpresión de la 1a. Edición., Alfa omega, Colombia.
- 11.- Muhammad Ali Mazidi, Sarmad Naimi (2013), *AVR microcontroller and Embedded System Using Assembly and C*, Ed. Pearson, ISBN-13: 9780138003319