



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**PROGRAMA SINTÉTICO**

**UNIDAD ACADÉMICA:** Escuela Superior de Cómputo

**PROGRAMA** Ingeniería en Sistemas Computacionales

**ACADÉMICO:**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los microcontroladores

**NIVEL:** III

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE :**

Programa los recursos periféricos de un microcontrolador usando lenguajes ensamblador y de alto nivel.

**CONTENIDOS:**

- I. Arquitectura del microcontrolador
- II. Periféricos básicos del microcontrolador
- III. Interfaces de comunicación síncronas del microcontrolador
- IV. Interfaces de comunicación asíncronas y convertidor analógico digital

**ORIENTACIÓN DIDÁCTICA:**

La presente unidad se abordará a partir de la estrategia aprendizaje basada en casos y el método de enseñanza heurístico, de tal forma que el alumno ponga en práctica los conocimientos adquiridos y desarrollen las habilidades de abstracción, análisis, propuesta de solución e implementación de dicha propuesta. Se usarán herramientas teóricas y prácticas, tal es el caso de la realización de programas de cómputo mediante simuladores que muestren el funcionamiento de los recursos periféricos de un microcontrolador. Así mismo, la implementación de dichos programas usando un microcontrolador definido por el docente. El microcontrolador elegido y los casos a resolver estarán orientados a la creación de sistemas embebidos y procesamiento digital de señales. Las actividades que se realizarán en clase fomentarán en los estudiantes algunas técnicas, tales como: trabajo colaborativo, participativo, lluvia de ideas, indagación documental, exposición de temas complementarios y discusión dirigida.

**EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN**

La presente Unidad de Aprendizaje se evaluará a partir del portafolio de evidencias, el cual se conforma de: evaluación formativa, sumativa y rúbricas de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

Esta unidad de aprendizaje también se puede acreditar mediante:

- Evaluación de saberes previamente adquiridos, con base en los lineamientos establecidos por la academia.
- Acreditación en otra UA del IPN u otra institución educativa ó internacional. que cumpla con al menos el 70% del contenido de este programa.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Axelson, J. (2007). *Serial Port Complete: The Developer's Guide*. (Second Edition). USA: Lakeview Research LLC. **ISBN-13:** 978-1-931448-06-2.
- Axelson, J. (2009). *USB Complete: The Developer's Guide*. (Fourth Edition). USA: Lakeview Research LLC. **ISBN-13:** 978-1-931448-08-6.
- Manual de referencia de la familia del microcontrolador a utilizar en la unidad de aprendizaje.
- Manual de referencia del programador del microcontrolador a utilizar en la unidad de aprendizaje.
- NXP Semiconductors. (2007). *I<sup>2</sup>C Bus Specification and user manual*. Versión 3.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**UNIDAD ACADÉMICA:** Escuela Superior de  
Cómputo

**PROGRAMA ACADÉMICO:** Ingeniería en Sistemas  
Computacionales

**SALIDA LATERAL:** Analista Programador de  
Sistemas de Información

**ÁREA DE FORMACIÓN:** Profesional

**MODALIDAD:** Presencial

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los  
microcontroladores

**TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Teórico – práctica  
Obligatoria.

**VIGENCIA:** Agosto 2011

**NIVEL:** III

**CRÉDITOS:** 7.5 TEPIE – 4.39 SATCA

**INTENCIÓN EDUCATIVA**

Esta unidad de aprendizaje contribuye al perfil del egresado de Ingeniería en Sistemas Computacionales, al desarrollar las habilidades de abstracción, análisis, diseño e implementación de algoritmos eficientes usando un microcontrolador para el desarrollo de sistemas embebidos y de algoritmos de procesamiento digital de señales. Así mismo, se desarrolla el pensamiento creativo y crítico, el trabajo colaborativo y participativo y la comunicación asertiva.

Requiere de las unidades de aprendizaje Arquitectura de computadoras, diseño de sistemas digitales y teoría de comunicaciones y señales.

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

Programa los recursos periféricos de un microcontrolador usando lenguajes ensamblador y de alto nivel.

**TIEMPOS ASIGNADOS**

**HORAS TEORÍA/SEMANA:**3.0

**HORAS PRÁCTICA/SEMANA:**1.5

**HORAS TEORÍA/SEMESTRE:**54

**HORAS PRÁCTICA/SEMESTRE:**27

**HORAS DE APRENDIZAJE  
AUTÓNOMO:**

**HORAS TOTALES/SEMESTRE:**81

**UNIDAD DE APRENDIZAJE DISEÑADA  
POR:** Academia de sistemas digitales

**REVISADA POR:**

Dr. Flavio Arturo Sánchez Garfias  
Subdirección Académica

**APROBADA POR:**

Ing. Apolinar Francisco Cruz Lázaro  
Presidente del CTCE.

**AUTORIZADO POR:** Comisión de  
Programas Académicos del Consejo  
General Consultivo del IPN. 2011

Ing. Rodrigo de Jesús Serrano  
Domínguez  
Secretario Técnico de la Comisión  
de Programas Académicos

N° UNIDAD TEMÁTICA: I		NOMBRE: Arquitectura del microcontrolador				
UNIDAD DE COMPETENCIA						
Descubre los elementos del microcontrolador con base en su arquitectura.						
No.	CONTENIDOS	HORAS con docente		HORAS (Aprendizaje Autónomo)		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
1.1	Definición de un microcontrolador	0.5		0.5		1B, 7B, 8B, 9B
1.2	Estructura básica de un microcontrolador	0.5				
1.3	Características de la Arquitectura	0.5				
1.3.1	Arquitectura RISC					
1.3.2	Arquitectura Harvard					
1.3.3	Segmentación (pipeline)					
1.4	Familias y subfamilias de microcontroladores	1.5				
1.4.1	Memoria de programa					
1.4.2	Memoria de datos					
1.4.3	Recursos periféricos					
1.5	Modelo de programación	1.0				
1.6	Conjunto de instrucciones	1.0				
1.7	Modos de direccionamiento	1.5				
1.8	Ambiente de desarrollo de programación Estructura de un programa en ensamblador Manejo del simulador Ejemplos de programas	3.0				
	Subtotales:	9.5		2.0		
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE						
Encuadre del curso y formación de equipos. La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje basado en casos y método heurístico, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: lluvia de ideas, indagación documental, discusión dirigida, resolución de problemas, exposición en equipo de temas complementarios y realización de programas.						
EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES						
Evaluación diagnóstica Portafolio de evidencias: Mapa conceptual 5% Problemario 15% Rúbricas de autoevaluación 5% Rúbricas de coevaluación 5% Evidencia de aprendizaje 70%						



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los microcontroladores

**HOJA:** 4 **DE** 10

**N° UNIDAD TEMÁTICA:** II **NOMBRE:** Periféricos básicos del microcontrolador

**UNIDAD DE COMPETENCIA**

Programa los recursos periféricos básicos del microcontrolador por medio de distintas configuraciones de la arquitectura.

No.	CONTENIDOS	HORAS con docente		HORAS (Aprendizaje Autónomo)		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
2.1 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4	Sistema de E/S Registros asociados Configuración de puertos Programación de puertos Aplicaciones	1.5	1.0	6.0	5.0	7B, 8B, 9B
2.2 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.2.5	Sistema de interrupciones Definición y tipos de interrupciones Ejecución de una interrupción Tabla de vectores de interrupción Registros asociados Programación	1.5	0.5	1.5	1.5	
2.3 2.3.1 2.3.2 2.3.3 2.3.4 2.3.5	TIMER Definición y clasificación Registros asociados Configuración del sistema de interrupciones Programación Aplicaciones	1.5		3.0	3.0	
Subtotales:		4.5	1.5	10.5	9.5	

**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**

La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientada a casos y método heurístico, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: indagación documental, discusión dirigida, resolución de problemas, exposición en equipo de temas complementarios y realización de prácticas.

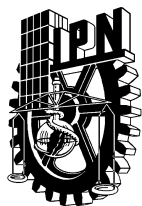
**EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES**

Portafolio de evidencias:

Diagramas de flujo de algoritmos	5%
Problemario	5%
Prácticas	25%
Rúbricas de autoevaluación	2%
Rúbricas de coevaluación	3%
Evidencia de aprendizaje	60%

N° UNIDAD TEMÁTICA: III		NOMBRE: Interfaces de comunicación síncronas del microcontrolador.				
UNIDAD DE COMPETENCIA						
Programa las interfaces de comunicación síncronas del microcontrolador por medio de distintos protocolos.						
No.	CONTENIDOS	HORAS con docente		HORAS (Aprendizaje Autónomo)		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
3.1	Bus USB	2.0	1.0	5.0	3.0	7B, 8B, 9B
3.1.1	Características					
3.1.2	Protocolo de comunicación					
3.1.3	Tipos de transferencias					
3.1.4	Registros asociados					
3.1.5	Programación en el microcontrolador					
3.1.6	Devices drivers para el manejo de USB					
3.1.7	Funciones de comunicación					
3.1.8	Ambiente de desarrollo					
3.1.9	Programa de aplicación					
3.2	Interfaz SPI	1.5		3.0	3.0	
3.2.1	Características					
3.2.2	Protocolo de comunicación					
3.2.3	Topología de bus lineal y anillo					
3.2.4	Registros asociados					
3.2.5	Programación					
3.2.6	Aplicaciones					
3.3	Interfaz I2C	1.5		3.0	3.0	
3.3.1	Características					
3.3.2	Protocolo de comunicación					
3.3.3	Registros asociados					
3.3.4	Programación					
3.3.5	Aplicaciones					
3.4	Otras interfaces síncronas	0.5				
	Subtotales:	5.5	1.0	11.0	9.0	
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE						
La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientada a casos y método heurístico, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: indagación documental, discusión dirigida, resolución de problemas, exposición en equipo de temas complementarios y realización de prácticas.						
EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES						
Evaluación diagnóstica						
Portafolio de evidencias:						
Diagramas de flujo de algoritmos 5%						
Problemario 5%						
Prácticas 35%						
Rúbricas de autoevaluación 2%						
Rúbricas de coevaluación 3%						
Evidencia de aprendizaje 50%						

<b>N° UNIDAD TEMÁTICA:</b> IV		<b>NOMBRE:</b> Interfaces de comunicación asíncronas y convertidor analógico-digital.				
<b>UNIDAD DE COMPETENCIA</b>						
Programa las interfaces de comunicación asíncronas y el convertidor analógico digital del microcontrolador por medio de distintos protocolos y modos de configuración.						
No.	CONTENIDOS	HORAS con docente		HORAS (Aprendizaje Autónomo)		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
4.1	Transmisor Receptor Asíncrono Universal	1.5		3.0	3.0	5B, 6B, 7B, 8B, 9B
4.1.1	Características de la comunicación					
4.1.1	Estándar RS-232					
4.1.2	UART					
4.1.3	Registros asociados					
4.1.4	Programación					
4.1.5	Otras interfaces de comunicación asíncronas					
4.2	Otras interfaces asíncronas	0.5				
4.3	Convertidor analógico digital	3.0		3.0	3.0	
4.3.1	Teorema de muestreo					
4.3.2	Sistemas de conversión A/D					
4.3.3	Registros asociados					
4.3.4	Modos de conversión A/D					
4.3.5	Programación					
4.3.6	Aplicaciones					
Subtotales:		5.0	0.0	6.0	6.0	
<b>ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE</b>						
La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientada a casos y método heurístico, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: indagación documental, discusión dirigida, resolución de problemas, exposición en equipo de temas complementarios y realización de prácticas.						
<b>EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES</b>						
Evaluación diagnóstica						
Portafolio de evidencias						
Diagramas de flujo de algoritmos 5%						
Problemario 5%						
Prácticas 25%						
Rúbricas de autoevaluación 2%						
Rúbricas de coevaluación 3%						
Evidencia de aprendizaje 60%						



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los microcontroladores

**HOJA:** 7 **DE** 10

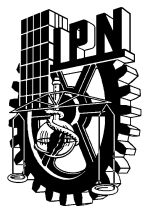
**RELACIÓN DE PRÁCTICAS**

PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	UNIDADES TEMÁTICAS	DURACIÓN	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Manejo de puertos, rutinas de retardo, instrucciones condicionales y arreglos en el microcontrolador mediante lenguaje ensamblador y/o C.	II	3.0	Laboratorios de sistemas digitales
2	Programación de un display de cristal líquido (LCD) mediante las configuraciones de 4 y 8 bits.	II	3.0	
3	Programación de una de las interrupciones externas mediante de la configuración del sistema de interrupciones usando el LCD.	II	2.0	
4	Programación de los TIMERS del microcontrolador para el desarrollo un piano musical y un reloj de tiempo real.	II	3.0	
5	Programación del protocolo USB en el microcontrolador y en la PC mediante las diferentes transacciones que maneja el BUS.	III	4.0	
6	Programación del protocolo SPI en el microcontrolador mediante los diferentes modos de operación.	III	3.0	
7	Programación del protocolo I2C en el microcontrolador mediante los diferentes modos de operación.	III	3.0	
8	Programación de la interfaz UART en el microcontrolador y en la PC mediante los parámetros de comunicación.	IV	3.0	
9	Programación del ADC del microcontrolador mediante distintos modos de operación.	IV	3.0	
		<b>TOTAL DE HORAS</b>	27.0	

**EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:**

Las prácticas aportan el 25% de la calificación en las unidades temáticas 2 y 4. En la unidad temática 3 aportan el 35% de la calificación y en la unidad 1 no tienen aporte.

Las prácticas se consideran requisito indispensable para acreditar esta unidad de aprendizaje.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**UNIDAD DE APRENDIZAJE:**      Introducción a los microcontroladores

**HOJA:**    8      **DE**      10

PERÍODO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	
1	I	Evaluación continua	30%
		Evidencia de aprendizaje	70%
2	II	Evaluación continua	40%
		Evidencia de aprendizaje	60%
3	III	Evaluación continua	50%
		Evidencia de aprendizaje	50%
4	IV	Evaluación continua	40%
		Evidencia de aprendizaje	60%
<p>La Unidad I aporta el 10% de la calificación final. La Unidad II aporta el 25% de la calificación final. La Unidad III aporta el 40% de la calificación final. La Unidad IV aporta el 25% de la calificación final.</p> <p>Esta unidad de aprendizaje también se puede acreditar mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de saberes previamente adquiridos.</li><li>• Acreditación en otra UA del IPN ú otra institución educativa ó internacional que tenga convenio con el IPN y con base en los lineamientos establecidos por la academia.</li></ul> <p>Si esta unidad de aprendizaje se acredita en Evaluación Extraordinaria o a Título de Suficiencia se realizará de acuerdo a los lineamientos establecidos en la reunión de academia que para tal efecto se realice.</p>			





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los microcontroladores

**HOJA:** 9 **DE** 10

CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		Anderson D., MindShare, I (2001). <i>USB System Architecture</i> . (Second Edition). USA: Addison-Wesley. ISBN-10: 0-201-46137-4
2	X		Axelson, J. (2007). <i>Serial Port Complete: The Developer's Guide</i> . (Second Edition). USA: Lakeview Research LLC. ISBN-13: 978-1-931448-06-2.
3	X		Axelson, J. (2009). <i>USB Complete: The Developer's Guide</i> . (Fourth Edition). USA: Lakeview Research LLC, 2009. ISBN-13: 978-1-931448-08-6.
4	X		Electronics Industries Association Engineering Department. <i>Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange</i> , TIA/EIA-232-F Standards.
5	X		Manual de referencia de la familia del microcontrolador a utilizar en la unidad de aprendizaje.
6	X		Manual de referencia del Ambiente de desarrollo del microcontrolador.
7	X		Manual de referencia del programador del microcontrolador a utilizar en la unidad de aprendizaje.
8	X		NXP Semiconductors (2007), <i>I<sup>2</sup>C Bus Specification and user manual</i> . V 3.
9	X		Patterson, D., Hennessy, J. (2008). <i>Computer organization and design</i> . (Fourth Edition). USA: The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design, 2008. ISBN-10: 0123744938, ISBN-13: 978-0123744937.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



**PERFIL DOCENTE POR UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**1. DATOS GENERALES**

**UNIDAD ACADÉMICA:** Escuela Superior de Cómputo

**PROGRAMA ACADÉMICO:** Ingeniería en Sistemas Computacionales

**NIVEL**

III

**ÁREA DE FORMACIÓN:**

Institucional	Científica Básica	Profesional	Terminal y de Integración
---------------	-------------------	-------------	---------------------------

**ACADEMIA:** Sistemas Digitales

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Introducción a los microcontroladores

**ESPECIALIDAD Y NIVEL ACADÉMICO REQUERIDO:**

Nivel académico: Maestría en sistemas digitales o Doctor en sistemas digitales o en área a fin.

**2. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

Programa los recursos periféricos de un microcontrolador usando lenguajes ensamblador y de alto nivel.

**3. PERFIL DOCENTE:**

CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño de sistemas digitales</li><li>• Arquitectura de computadoras</li><li>• Microprocesadores y microcontroladores</li><li>• Comunicaciones</li><li>• Programación en lenguaje estructurado y orientado a objetos</li><li>• Modelado con UML</li><li>• Conocimiento de sistemas embebidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Experiencia en la docencia.</li><li>• Experiencia en la industria (preferencia no indispensable).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de diseñar aplicaciones en microcontroladores</li><li>• Capacidad para programar protocolos de comunicación en microcontroladores</li><li>• Capacidad para el manejo de grupos</li><li>• Fluidez verbal de ideas</li><li>• Capacidad de transmitir conocimiento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Responsabilidad</li><li>• Tolerancia</li><li>• Honestidad</li><li>• Respeto</li><li>• Ética profesional</li><li>• Analítico</li><li>• Crítico</li></ul>

**ELABORÓ**

**REVISÓ**

**AUTORIZÓ**

Victor Hugo García Ortega  
Juan Carlos Morales Cruz  
José Juan Perez Perez  
Héctor Manuel Paz  
Julio Cesar Sosa Savedra

Dr. Flavio Arturo Sánchez Garfias  
Subdirector Académico

Ing. Apolinar Francisco Cruz Lázaro  
Director

**Fecha:** 2011