

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

MICROCONTROLADORES

Elaboró:	<u>Dr. Juan Carlos Pérez Merlos</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Jorge Rodríguez Arce</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Javier Salas García</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
Asesoría técnica:	<u>Lic. Araceli Rivera Guzmán</u>	<u>Dirección de Estudios Profesionales</u>
Fecha de aprobación:	<u>H. Consejo Académico</u> 10 de enero de 2022	<u>H. Consejo de Gobierno</u> 12 de enero de 2022

Facultad de Ingeniería



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	8
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	9
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	10
VII. Acervo bibliográfico.	13





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="8"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Formación común No presenta





II. Presentación del programa de estudios.

La formación universitaria del Ingeniero Electrónico en la actualidad es un hecho que presenta grandes retos ya que la dinámica con que esta área se desarrolla es a un ritmo acelerado. De aquí la necesidad de contar con programas actuales y que sean sostenibles con dicho avance. La electrónica digital en la cual los llamados circuitos integrados son de vital importancia para el Ingeniero Electrónico ya que la mayoría de los equipos existentes cuentan con un mínimo de ellos, no se diga del dispositivo que vino a revolucionar las computadoras, el microprocesador, sino también el microcontrolador elementos que son el corazón de muchos de los equipos más complejos, capaces de realizar un sinnúmero de tareas que apoyan al beneficio del hombre.

Con este marco de ideas acerca de la electrónica digital se desea clarificar la importancia de que el Ingeniero Electrónico con el conocimiento obtenido, sea capaz de integrarse a un mundo dinámico en cuanto su área laboral, que pueda incrementar su conocimiento, pueda mantenerse actualizado en él y pueda aprovecharlo para el desarrollo de nuevos y novedosos sistemas que permitan mejorar su quehacer, así como su entorno.

Como se ha mencionado el área de Electrónica en la actualidad avanza rápidamente, si se habla del tema de las comunicaciones electrónicas, potencia, automatización etc., necesariamente se tiene que hablar de los microprocesadores y microcontroladores, ya que son el fundamento para entender cómo se diseñan y generan estos equipos automáticos complejos de función específica en muchas áreas de ingeniería y el hogar.

Los microprocesadores y microcontroladores delinearon el camino de la época moderna en lo que refiere a, la revolución tecnológica, cambiando radicalmente las formas de controlar y supervisar o monitorear procesos de comunicación y de transformación lo que ha cambiado la forma de vida de la humanidad en todos los sentidos favoreciendo incluso el desarrollo de otros espacios del conocimiento con la implementación de equipos complejos específicos para todas las áreas desde la medicina hasta el control de comunicaciones vía satélite.

En la unidad de aprendizaje de Microcontroladores, se analizan y aplican los circuitos integrados microcontroladores usando técnicas de programación con lenguajes de bajo y alto nivel para la manipulación de los recursos básicos y avanzados con los que suelen contar para realizar aplicaciones específicas en la resolución de problemas.

La unidad de aprendizaje de Microcontroladores se encuentra ubicada en el 7^{mo} periodo lo cual asegura que ya se han adquirido los conocimientos necesarios de electrónica básica y sistemas digitales mismas que le anteceden, y le permitirá sentar las bases para las unidades de aprendizaje de aplicación posteriores, es una UA elemental para la carrera de Ingeniería en Electrónica, enfocada principalmente a la integración de conocimientos para la aplicación ingenieril en el desarrollo de equipos de aplicaciones específicas.





Por lo anterior, esta unidad de aprendizaje pretende brindar al estudiante, conocimientos básicos de los microcontroladores que le permitan aplicar dichos conocimientos en el diseño de equipos electrónicos de aplicación especial con técnicas de programación usando lenguajes de bajo y alto nivel para manipular los recursos básicos y avanzados de dichos dispositivos. Los conocimientos de este curso le servirán al alumno para enriquecer sus habilidades de diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de comunicación, automatización y control analógicos o digitales.

Esta unidad de aprendizaje está formada por seis unidades temáticas. En la unidad 1 se presenta un panorama histórico de evolución de los microprocesadores y microcontroladores, que permitió llegar a las arquitecturas ampliamente extendidas Von Newman y Harvard, así como las instrucciones CISC y RISC. En la unidad 2 se presenta la arquitectura interna del microcontrolador de 8 bits, que fue el primero vendido masivamente y que sigue vigente en el mercado. En la unidad 3 se analizan las instrucciones en lenguaje ensamblador para el microcontrolador de 8 bits para generar subrutinas y macros. En la unidad 4 se trabaja con la configuración y empleo de los recursos periféricos básicos del microcontrolador de 8 bits. La unidad 5 contiene la información y métodos empleados para programar microcontroladores en lenguaje de alto nivel, con el propósito de aprovechar la tendencia de los ambientes de desarrollo de presentar herramientas que minimicen los tiempos de diseño de aplicaciones. Por último, en la unidad 6 se trabaja con los periféricos que cuentan los microcontroladores modernos como convertidores analógicos digitales y digitales analógicos y algunos de los protocolos de comunicación serial más comunes.

Cabe mencionar que estos contenidos se complementan con el uso de herramientas tecnológicas, el desarrollo y presentación de proyectos, que promuevan en el alumno un análisis crítico científico y tecnológico y aporte soluciones a problemas actuales que suceden en su entorno.

Para que el objetivo de la Unidad de Aprendizaje de Microcontroladores se cumpla, es recomendable que el alumno presente una actitud proactiva y curiosa para que por su cuenta profundice en la información de las hojas de datos de los microprocesadores que se empleen, además se da por hecho que tiene experiencia de las unidades de aprendizaje anteriores como las de Electrónica I y II así como de Sistemas Digitales que le permitan un adecuado manejo de herramientas de medición electrónica así como de ambientes de desarrollo y simulación. El profesor debe estar comprometido en mantenerse actualizado en el uso de los nuevos ambientes de desarrollo y en los microprocesadores que van saliendo al mercado.





III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	Programación básica 2 2 4 6	Epistemología 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Métodos numéricos 1 3 4 5	Modelado de sistemas dinámicos aplicados 3 1 4 7	Control analógico y digital I 4 2 6 10	Control analógico y digital II 4 2 6 10	Instrumentación 2 4 6 8	Filtrado de señales 3 3 6 9		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Metrología 2 4 6 8	Circuitos eléctricos 3 3 6 9	Sistemas lineales y señales 4 2 6 10	Sistemas digitales 2 4 6 8	Microcontroladores 2 4 6 8	Programación paralela y sistemas operativos en tiempo real 2 3 5 7	Sistemas embebidos 6 4 4 4		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Cálculo avanzado 3 1 4 7	Electrónica I 3 3 6 9	Electrónica II 3 3 6 9	Electrónica de potencia I 2 3 5 7	Electrónica de potencia II 2 3 5 7	Redes de comunicación 2 3 5 7		
	Cálculo I 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Ciencia, tecnología y sociedad 1 2 4 4	Administración de la producción 2 1 3 5	Instalaciones eléctricas 3 1 4 7	Costos y evaluación de proyectos 2 2 4 6	Mantenimiento industrial 3 1 4 7			
	Expresión oral y escrita 0 3 3 3	Estática 3 1 4 7	Física de semiconductores 3 1 4 7	Dibujo electrónico 1 3 4 5	Máquinas eléctricas 2 2 4 6	Física de ondas 3 1 4 7	Ética profesional 2 2 4 6	Calidad 3 1 4 7			
	El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Química 3 1 4 7	Termodinámica 3 1 4 7	Teoría electromagnética I 4 2 6 10	Teoría electromagnética II 4 2 6 10	Radiación y propagación electromagnética 2 3 5 7	Comunicación I 3 2 5 8	Comunicación II 3 2 5 8			
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6			Integrativa profesional** -- -- -- --	Control de procesos industriales 2 4 6 8		
O P T A T I V A S									Optativa 1 3 1 4 7		
									Optativa 2 3 1 4 7		
	HT 14 HP 9 TH 23 CR 37	HT 20 HP 8 TH 28 CR 48	HT 19 HP 11 TH 30 CR 48	HT 15 HP 16 TH 31 CR 46	HT 20 HP 13 TH 33 CR 53	HT 17 HP 14 TH 31 CR 48	HT 15 HP 15 TH 30 CR 45	HT 15 HP 14+** TH 28+** CR 52	HT 13 HP 16 TH 28 CR 42	HT -- HP ** TH ** CR 38	





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica
Reestructuración, 2019
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10								
								<table border="1"> <tr><td>Bioelectrónica¹</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Bioelectrónica ¹	3		1		4		7	
Bioelectrónica ¹	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Ingeniería de audio</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Ingeniería de audio	3		1		4		7	
Ingeniería de audio	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Robótica</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Robótica	3		1		4		7	
Robótica	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Electrónica de potencia en sistemas sustentables</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Electrónica de potencia en sistemas sustentables	3		1		4		7	
Electrónica de potencia en sistemas sustentables	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Electrónica de los sistemas de transporte</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Electrónica de los sistemas de transporte	3		1		4		7	
Electrónica de los sistemas de transporte	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Telefonía</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Telefonía	3		1		4		7	
Telefonía	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Control avanzado</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Control avanzado	3		1		4		7	
Control avanzado	3																
	1																
	4																
	7																

SIMBOLOGÍA	
Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas HP: Horas Prácticas TH: Total de Horas CR: Créditos
→ 24 líneas de selección.	
Créditos mínimos 22 y máximos 56 por periodo escolar.	
*Actividad académica.	
**Las horas de la actividad académica.	
1 UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.	
	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo Integral obligatorio.
	Núcleo Integral optativo.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS			
Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 22 UA	56 31 87 143	Total del núcleo básico: acreditar 22 UA para cubrir 143 créditos	
Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	58 47 105 163	Total del núcleo sustantivo acreditar 21 UA para cubrir 163 créditos	
Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 13 UA + 2*	28 88** 84** 130	Total del núcleo Integral acreditar 13 UA + 2* para cubrir 144 créditos	
Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 2 UA	8 2 8 14		

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	56 + 2 Actividades académicas
UA optativas	2
UA a acreditar	56 + 2 Actividades académicas
Créditos	450

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica formar profesionales, críticos, creativos, dispuestos a adquirir el espíritu universitario, interesados por resolver problemas técnicos relacionados con el diseño, ensamble, instalación, evaluación, validación y mantenimiento de sistemas electrónicos contemplando aspectos éticos, humanísticos, de inclusión, en armonía con el medio ambiente para contribuir al progreso, económico y cultural del país y satisfacer las necesidades de la sociedad.

Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

Particulares

- Ensamblar sistemas electrónicos analógicos y digitales evaluando el tipo, costo, propósito y características de montaje de componentes utilizando los fundamentos de la teoría de los semiconductores, electrónica y teoría electromagnética para contribuir en diversos ámbitos de la sociedad tales como la salud, la educación, la industria y los servicios.





- Instalar sistemas electrónicos analógicos y digitales ponderando los requerimientos técnicos, de espacio, normativos, de prueba y de seguridad empleando el conocimiento de los estándares nacionales e internacionales para solucionar problemas técnicos en el área de automatización, telecomunicaciones, energía sustentable, sistemas de transporte, bioelectrónica y electrónica entre otras dentro de las organizaciones.
- Evaluar sistemas electrónicos analógicos y digitales caracterizando su funcionamiento a partir de sus parámetros de operación y uso para establecer su óptimo desempeño en su vida útil.
- Organizar inspecciones sobre los sistemas electrónicos analógicos y digitales utilizando técnicas analíticas tales como indicadores estadísticos de fiabilidad y disponibilidad para pronosticar fallas y extender la vida útil de los equipos.

Objetivos del núcleo de formación:

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular o disciplinaria

Evaluar las condiciones, requerimientos técnicos, alcances y limitaciones de problemas prácticos de la electrónica a través de técnicas y métodos de diseño que aplican los conocimientos de redes de comunicación, electrónica de potencia, mantenimiento industrial, sistemas embebidos, instrumentación y control de procesos industriales para responder técnicamente a las necesidades de las organizaciones productivas, industriales y de servicios.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Diseñar sistemas digitales mediante el uso de los recursos de los microcontroladores como puertos, memorias, ADC, DAC temporizadores, interrupciones y protocolos de comunicación tomando en cuenta los sistemas de desarrollo propios del fabricante del dispositivo para proponer soluciones a los problemas presentes en otras disciplinas de la electrónica aplicada.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Introducción y evolución de los microprocesadores y microcontroladores.

Objetivo: Comparar las diferentes arquitecturas de los microprocesadores, a través de estudio de la evolución del hardware que lo compone y el set de instrucciones que conforman su software, con el fin de identificar la más adecuada para una aplicación determinada.

Temas:

- 1.1 Introducción y evolución histórica del microprocesador y microcontrolador.
- 1.2 Arquitectura básica de un microprocesador y un microcontrolador.
- 1.3 Comparación de las diferencias de sistemas electrónicos basados en microprocesador y sistemas basados en microcontrolador.
- 1.4 Arquitecturas Von Newman y Harvard.
- 1.5 Tecnología de conjunto de instrucciones CISC y RISC.

Unidad temática 2. Arquitectura interna y externa de microcontroladores de 8 bits.

Objetivo: Evaluar la arquitectura interna de microcontroladores de 8 bits, a través de la operación de su ciclo máquina y las definiciones de su CPU, ALU, memoria y elementos periféricos que integran su hardware, a fin de proponer soluciones a problemas de diseño electrónico acordes a sus características.

Temas: 2.1 Diagrama a bloques de una arquitectura mínima de un microcontrolador de 8 bits (CPU, memoria, periféricos y buses).

2.2 Ciclos de máquina.

- 2.2.1 Ciclo Fetch y de ciclo de ejecución
- 2.2.2 Ciclo de lectura de memoria y escritura de memoria
- 2.2.3 Ciclo de escritura y de memoria de puertos
- 2.2.4 Ciclo de manejo de interrupciones

2.3 Estructura, elementos y función del CPU

2.3.1 Unidad aritmética y lógica ALU

2.4 Estructura, elementos y función de la Memoria

- 2.4.1 Registros de propósito especial
- 2.4.2 Registros de propósito general.
- 2.4.3 Registro de banderas (Flags)

2.5 Periféricos en un microcontrolador (puertos, timers, etc.)

2.6 Modos de direccionamiento.

2.7 Reloj (Oscilador)



- 2.8 Reset
- 2.9 Concepto de interrupción

Unidad temática 3. Lenguaje nativo (ensamblador) del microcontrolador.

Objetivo: Diseñar scripts para microcontroladores específicos, usando el conjunto de sus instrucciones y directivas nativas, para solucionar problemas de diseño electrónico que requieran subrutinas y macros en programación de bajo nivel.

Temas:

- 3.1 Conjunto de instrucciones y directivas.
- 3.2 Instrucciones de transferencia
- 3.3 Instrucciones aritméticas
- 3.4 Instrucciones lógicas
- 3.5 Instrucciones de salto
- 3.6 Instrucciones orientadas a byte e instrucciones orientadas a bit
- 3.7 Programas en lenguaje ensamblador
- 3.8 Subrutinas
- 3.9 Macros
- 3.10 Manejo de tablas

Unidad temática 4. Recursos básicos de un microcontrolador.

Objetivo: Diseñar programas para microcontroladores de 8 bits en donde se gestionen sus periféricos básicos como puertos, temporizadores, contadores e interrupciones, a fin de solucionar problemas de diseño electrónico.

Temas:

- 4.1 Puertos entrada salida
- 4.2 Temporizadores
 - 4.2.1 Modo temporizador
 - 4.2.2 Modo contador
- 4.3 Interrupciones
 - 4.3.1 Interrupciones de los puertos
 - 4.3.1.1 Interrupciones externas
 - 4.3.1.2 Interrupciones por cambio de estado
 - 4.3.2 Comparación entre interrupciones por polling y por disparo (trigger)
 - 4.3.3 Interrupciones del temporizador



Unidad temática 5. Programación del microcontrolador de 8 bits con lenguaje de alto nivel

Objetivo: Diseñar programas para microcontroladores usando un lenguaje de alto nivel, a través de las definiciones de variables, estructuras de control, uso de librerías e instrucciones para interrupciones, con el fin de disminuir el tiempo de desarrollo de soluciones a problemas de diseño electrónico.

Temas:

- 5.1 Estructura de un programa en lenguaje de alto nivel
- 5.2 Tipos de variables
- 5.3 Estructuras de decisión
- 5.4 Estructuras de control (lazos de control)
- 5.5 Librerías
- 5.6 Instrucciones para control recursos básicos y avanzados
- 5.7 Instrucciones para control de interrupciones

Unidad temática 6. Periféricos avanzados de un microcontrolador: ADC, DAC, PWM, USART

Objetivo: Diseñar programas para microcontroladores de 8 bits que gestionen sus recursos periféricos avanzados, a través del uso de lenguaje de alto nivel, con el propósito de dar soluciones a problemas de diseño electrónico.

Temas:

- 6.1 Convertidor analógico a digital (ADC)
- 6.2 Convertidor digital a analógico (DAC)
- 6.3 Comparadores
- 6.4 Modulador ancho de pulso (PWM)
- 6.5 Protocolos de comunicación serial
 - 6.5.1 Comunicación serial (RS232)
 - 6.5.2 Comunicación I2C
 - 6.5.3 Comunicación SPI





VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Abel P., (1996), *Lenguaje Ensamblador y Programación para PC IBM y compatibles*, Pearson Educación.

Angulo U.J.M, Angulo M. I., Etxebarria R. A., (2007), *Microcontroladore PIC Diseño práctico de aplicaciones primera parte*, Mc. Graw Hill.

Angulo U.J.M, Romero Y. S., Angulo M. I., (2007), *Microcontroladore PIC Diseño práctico de aplicaciones segunda parte*, Mc. Graw Hill.

Barián C., Corres J.M., Ruiz C., (2018), *Programación de microcontroladores PIC en Lenguaje C*, Alfaomega-Marcombo.

Brey B., (2007), *Los Microprocesadores de Intel: 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium, Procesador Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Pentium 4, arquitectura programación e interfaz*, Prentice Hall.

García B. E., (2008), *Compilador C CCS y simulador Proteus para Microcontroladores PIC*, Alfaomega-Marcombo.

Mazidi A., (2000), *The 8051 Microcontroller and embedded systems*, Prentice Hall.

Palacios M. E., Remiro D. F., López P. L. J., (2006), *Microcontrolador PIC 16F84 Desarrollo de proyectos*, Alfaomega Ra-Ma.

Paredes M. E., (2018), *Curso práctico para programación de AVR*, Alfaomega.

Scott M. I., Raphael C.W., (2007), *Microcontrolador 8051*, Pearson /Prentice Hall.

Shen J. P., Hulipasti M., (2006), *Modern processor desing spa*, Mc. Graw Hill.

Stalling W., (2000), *Organización y Arquitectura de computadores: Diseño para Optimizar prestaciones*, Prentice Hall.

Stalling W., (2006), *Organización y Arquitectura de Computadoras*, Pearson / Prentice Hall.

Stalling W., (2007), *Organización y Arquitectura de Computadoras*, Pearson Educación.

Tabak D., (1996), *Risc Systems and Application*, Wiley & Sons

Vesga F J.C., (2007), *Microcontroladores Motorola-Freescale*, Alfaomega.