

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



PROGRAMA DE ESTUDIOS

SISTEMAS DIGITALES

<b>Elaboró:</b>	M. en C. Judith Moreno Jiménez	Facultad de Ingeniería
	M. en C.C. Juan Carlos Matadamas Gómez	Facultad de Ingeniería
	M. en Doc. Benjamín Pérez Clavel	Facultad de Ingeniería
	Dr. Rodolfo Zolá García Lozano	C.U. UAEM Ecatepec
	Dr. Jorge Bautista López	C.U. UAEM Zumpango
<b>Asesoría técnica:</b>	Lic. Araceli Rivera Guzmán	Dirección de Estudios Profesionales
<b>Fecha de aprobación:</b>	H. Consejo Académico 06 de diciembre de 2021	H. Consejo de Gobierno 08 de diciembre de 2021

Facultad de Ingeniería



Departamento de Desarrollo Curricular

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



## Índice

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





### I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte	<b>Facultad de Ingeniería</b> <b>Centro Universitario UAEM Atlacomulco</b> <b>Centro Universitario UAEM Ecatepec</b> <b>Centro Universitario UAEM Texcoco</b> <b>Centro Universitario UAEM Valle de Chalco</b> <b>Centro Universitario UAEM Valle de México</b> <b>Centro Universitario UAEM Valle de Teotihuacán</b> <b>Centro Universitario UAEM Zumpango</b> <b>Unidad Académica Profesional Tianguistengo</b>
------------------------------------	---

Estudios profesionales	<b>Licenciatura de Ingeniería en Computación, 2019</b>
------------------------	--

Unidad de aprendizaje	<b>Sistemas digitales</b>	Clave	<b>LINC40</b>
-----------------------	---------------------------	-------	---------------

Carga académica	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter	<b>Obligatoria</b>	Tipo	<b>Curso</b>	Periodo escolar	<b>Séptimo</b>
----------	--------------------	------	--------------	-----------------	----------------

Área curricular	<b>Ciencias de la Ingeniería</b>	Núcleo de formación	<b>Sustantivo</b>
-----------------	----------------------------------	---------------------	-------------------

Seriación	<b>Ninguna</b>	<b>Sistemas embebidos</b>
-----------	----------------	---------------------------

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta	<b>X</b>
-------------	----------





## II. Presentación del programa de estudios.

En función de la forma en que se procesan, almacenan o transmiten datos o señales, los sistemas electrónicos pueden ser clasificados en sistemas analógicos o digitales. Sin duda, la irrupción de estas tecnologías ha impactado notablemente el modo de vida de nuestra sociedad, más de lo que se observa a simple vista. En particular, el caso de los sistemas digitales es de gran relevancia, debido a que son la base de aplicaciones que van desde teléfonos móviles, computadoras, televisores, sistemas de transmisión de señales, equipos médicos, sistemas de información, entre otros. La cotidianidad con la que interactuamos con estos dispositivos, la gran diversidad de aplicaciones, la simplificación de las tareas de procesamiento y comunicación, así como la dependencia que las sociedades actuales tenemos de los sistemas digitales, se establecen como razones de peso para incluir su estudio en la formación de las y los Ingenieros en Computación.

Desde la perspectiva de la Licenciatura de Ingeniería en Computación se considera de vital importancia que las y los ingenieros en computación dominen las técnicas de diseño, análisis y síntesis de los sistemas digitales. En la actualidad el ciclo de diseño de sistemas digitales está fuertemente ligado a ambientes de desarrollo que permiten la simulación y posteriormente generan, a través de lenguaje de descripción de hardware (HDL por sus siglas en inglés), la síntesis del sistema digital en dispositivos lógicos programables (PLD por sus siglas en inglés). La UA Sistemas digitales está diseñada para seguir esta tendencia y todos los conceptos tratados serán materializados haciendo uso de estas herramientas. Las más comunes son ambientes de desarrollo integrales que abarcan PLDs (CPLD, FPGA, etc.), lenguajes de descripción de hardware (VHDL, VERILOG, etc.) y tarjetas de desarrollo y evaluación. Este conjunto de tecnologías permite al desarrollador realizar diseños y ejecutar las pruebas necesarias para una mejor implementación en los dispositivos finales.

En este programa de estudios el alumno, retoma los conceptos de la UA Sistemas analógicos, donde analizó la formulación de compuertas lógicas a partir de arreglos de transistores, y algunos otros conceptos básicos utilizados en el lenguaje de descripción de hardware; llevándolo desde la síntesis de compuertas lógicas, pasando por el análisis de sistemas digitales periféricos y máquinas de estado, hasta la síntesis de sistemas mínimos.

El programa se compone de siete unidades temáticas, cuyo nivel de complejidad ira incrementándose y que además será acumulativo. El estudio iniciará desde sistemas lógicos combinatorios, como funciones lógicas de múltiples entradas y salidas, codificadores, comparadores, operadores aritméticos y transformaciones de base numéricas, para después abordar sistemas combinacionales desde el elemento fundamental Flip-Flop pasando por contadores registros de corrimiento hasta máquinas de estado finito y a partir de este punto analizar diversas aplicaciones formuladas de ellas como diseño de PWM y protocolos de comunicación. Por último, se presentará el concepto de un sistema mínimo y su síntesis en un lenguaje de descripción de hardware.





Con estos conocimientos las y los alumnos serán capaces, no solo de implementar sistemas digitales de alta complejidad, sino también de elegir la mejor herramienta de desarrollo de sistemas digitales, acorde con las necesidades específicas del proyecto.

Esta UA busca que el alumno tenga la capacidad de desarrollar sistemas digitales complejos capaces de funcionar en forma autónoma, y con la posibilidad de llevarlos a un desarrollo comercial. Así mismo, siendo el microcontrolador un sistema que también puede ser descrito por HDL, al término de esta UA las y los alumnos tendrán las bases teóricas y metodológicas necesarias para cursar la UA subsecuente Sistemas embebidos, en donde se analizarán los temas relacionados con el diseño y desarrollo de aplicaciones con este tipo de dispositivos programables.





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

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN, 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		Epistemología 3 1 4 7	Comunicación y relaciones humanas 3 1 4 7	Arquitectura de computadoras 3 1 4 7	Circuitos eléctricos y electrónicos 4 2 6 10	Sistemas analógicos 3 1 4 7	<b>Sistemas digitales</b> 3 1 4 7	Sistemas embebidos 2 4 4 6		
	Física 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Métodos estadísticos 3 1 4 7	Transmisión de datos 3 1 4 7	Protocolos de comunicación de datos 3 1 4 7	Arquitectura de redes 1 1 4 5	Seguridad de la información 3 1 4 7	Proyecto integral de comunicación de datos 1 3 4 5	
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Matemáticas discretas 3 1 4 7	Métodos numéricos 1 3 4 5	Investigación de operaciones 3 1 4 7	Administración de recursos informáticos 3 1 4 7	Administración de proyectos informáticos 3 1 4 7	Gestión de proyectos de investigación 0 4 4 4		
	Programación I 3 1 4 7	Programación II 3 1 4 7	Paradigmas de programación I 1 3 4 5	Paradigmas de programación II 1 3 4 5	Ingeniería de software I 3 1 4 7	Ingeniería de software II 3 1 4 7	Ciencia de los datos 1 3 4 5		Proyecto integral de ingeniería de software 1 3 4 5	
	Geometría analítica 3 1 4 7	Química 3 1 4 7	Bases de datos I 3 1 4 7	Bases de datos II 1 3 4 5	Ensambladores 3 1 4 7	Compiladores 3 1 4 7	Sistemas operativos 3 1 4 7	Tecnologías computacionales I 1 3 4 5	Tecnologías computacionales II 1 3 4 5	
	Cálculo I 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Electromagnetismo 3 1 4 7	Inteligencia artificial 3 1 4 7	Procesamiento de imágenes digitales 3 1 4 7	Robótica 3 1 4 7	Integrativa profesional ** ** 8		
El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6		Graficación computacional 1 3 4 5	Ética profesional y sustentabilidad 2 2 4 6			
O P T A T I V A S								Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5	
									Optativa 3 1 3 4 5	
	HT 18 HP 6 TH 24 CR 42	HT 20 HP 8 TH 28 CR 48	HT 18 HP 10 TH 28 CR 46	HT 14 HP 14 TH 28 CR 42	HT 21 HP 9 TH 30 CR 51	HT 18 HP 6 TH 24 CR 42	HT 15 HP 13 TH 28 CR 43	HT 9 HP 15+** TH 24+** CR 41	HT 5 HP 15 TH 20 CR 25	HT -- HP ** TH ** CR 30





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Computación  
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>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Análisis y diseño de redes	1	3	4	5	<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Gestión de redes	1	3	4	5	
1																	
3																	
4																	
5																	
1																	
3																	
4																	
5																	
								<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Computing in industry <sup>1</sup>	1	3	4	5					
1																	
3																	
4																	
5																	
							<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Visión artificial	1	3	4	5	<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Interacción hombre-máquina	1	3	4	5	
1																	
3																	
4																	
5																	
1																	
3																	
4																	
5																	
								<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Tecnologías emergentes	1	3	4	5					
1																	
3																	
4																	
5																	
							<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Reconocimiento de patrones	1	3	4	5	<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Tópicos de tecnologías de datos	1	3	4	5	
1																	
3																	
4																	
5																	
1																	
3																	
4																	
5																	
								<table border="1"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table> Sistemas interactivos	1	3	4	5					
1																	
3																	
4																	
5																	

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 18 líneas de seriación.  
Créditos mínimos 21 y máximos 51 por periodo escolar.

\* Actividad académica.

\*\* Las horas de la actividad académica.

<sup>1</sup> UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo básico optativo
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

PARAMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 20 UA	56
	24
	80
	136

Total del núcleo básico: acreditar 20 UA para cubrir 136 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	70
	40
	110
	180

Total del núcleo sustantivo: acreditar 27 UA para cubrir 180 créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 8 UA + 2*	9
	23+**
	32+**
	79

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 3 UA	3
	9
	12
	15

Total del núcleo integral: acreditar 11 UA + 2\* para cubrir de 94 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	55 + 2 Actividades académicas
UA optativas	3
UA a acreditar	58 + Actividades académicas
Créditos	410



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 la Licenciatura de Ingeniería en Computación, formar profesionistas que sean capaces de proveer soluciones computacionales innovadoras y sustentables a los problemas, requerimientos y necesidades específicas de la sociedad con responsabilidad ética y mediante la aplicación de metodologías y normas adecuadas en el desarrollo, implantación, optimización, administración y mantenimiento de sistemas de cómputo, que impliquen el uso o la integración de hardware, software y comunicación en diferentes plataformas y dispositivos y desarrollar los aprendizajes y competencias para:

##### 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.
- Convivir con las reglas de comportamiento socialmente aceptables, y contribuir en su evolución.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Cuidar su salud y desarrollar armoniosamente su cuerpo; ejercer responsablemente y de manera creativa el tiempo libre.
- Ampliar su universo cultural para mejorar la comprensión del mundo y del entorno en que vive, para cuidar de la naturaleza y potenciar sus expectativas.
- 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.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas del idioma inglés.
- Evaluar el progreso, integración e incertidumbre de las ciencias, ante la creciente complejidad de las profesiones.

##### Particulares

- Crear proyectos de sistemas computacionales a través de la identificación de necesidades, metodologías ad hoc, teorías de la computación, empleo de sistemas de programación, mejores prácticas, sistemas electrónicos, comunicaciones y de sistemas, señales y control, para mejorar la cobertura y calidad de los servicios de cómputo de la sociedad y en sectores prioritarios como la educación, salud y seguridad social.
- Evaluar redes de cómputo a través del análisis, el diseño y la administración de la interconexión de dispositivos en redes de computadoras de área local y abierta, considerando estándares y modelos internacionales, para garantizar el rendimiento óptimo en la transmisión de datos.







- Crear nuevas tecnologías computacionales, empleando tecnologías emergentes tales como la inteligencia artificial, la visión computacional, el reconocimiento de patrones, la graficación por computadora, los sistemas embebidos y la ciencias de los datos; para resolver problemas específicos de la sociedad y en sectores prioritarios como la educación, salud y seguridad social.

### **Objetivos del núcleo de formación:**

Desarrollar en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprender unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Analizar los fundamentos de las ciencias de la ingeniería mediante el estudio de las teorías de las ciencias de la computación, la ingeniería de software y programación, hardware y los sistemas electrónicos, las comunicaciones, los sistemas, señales y control que permita el desarrollo de tecnología.

### **V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Construir sistemas digitales combinatoriales y secuenciales mediante el análisis y diseño de circuitos utilizando dispositivos SSI, MSI y VLSI para la automatización de procesos y/o tratamiento de datos y señales.



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

### Unidad temática 1. Ambientes de desarrollo basados en HDL

**Objetivo:** Analizar los principales elementos que constituyen el lenguaje de descripción de hardware (HDL), utilizando diversos tipos y ambientes de desarrollo, para implementar circuitos LSI empleando software y equipo especializado.

**Temas:**

- 1.1 Definición de Lenguaje de Descripción de Hardware (HDL)
- 1.2 Tipos de Lenguajes (VHDL y/o VERILOG)
- 1.3 Descripción de Ambientes de desarrollo
- 1.4 Descripción de Tarjetas de Desarrollo
- 1.5 Cabecera, entidad y arquitectura
- 1.6 Síntesis de circuitos con compuertas lógicas básicas
- 1.7 Comunicación entre el controlador y el hardware del PLD

### Unidad temática 2. Síntesis de lógica combinacional en HDL

**Objetivo:** Diseñar los principales circuitos MSI, programando en lenguaje de descripción de hardware (HDL), para la implementación de sistemas combinacionales.

**Temas:**

- 2.1 Tipos de síntesis de lógica combinacional: datos booleanos, funcional y por librerías
- 2.2 Multiplexores y demultiplexores
- 2.3 Codificadores y Decodificadores
- 2.4 Comparadores de magnitud
- 2.5 Uso de librerías para el cálculo aritmético
- 2.6 Uso de Librerías para el cambio de base y transformación de binario a entero y decimal en HDL



### Unidad temática 3. Latches, flip-flop y registros de desplazamiento en HDL

**Objetivo:** Diseñar sistemas digitales secuenciales empleando la teoría de su funcionamiento, utilizando lenguaje de descripción de hardware (HDL) y software/hardware especializado, para implementar circuitos básicos de tipo secuencial.

**Temas:**

- 3.1 Sintaxis en HDL para sistemas que dependen de eventos.
- 3.2 Síntesis de un Flip-Flop tipo D y latch en HDL.
- 3.3 Registro de corrimientos de una señal y de un bus.
- 3.4 Diseño de contadores.
- 3.5 División de conteo y frecuencia.
- 3.6 Priorización de señales.
- 3.7 Almacenamiento y transferencia de datos.

### Unidad temática 4. Diagramas y máquinas de estado asíncronas en HDL

**Objetivo:** Diseñar máquinas de estado asíncronas, utilizando lenguaje de descripción de hardware (HDL), software y hardware especializado, a fin de implementar sistemas lógico-secuenciales.

**Temas:**

- 4.1 Diseño de una máquina de estados en HDL.
- 4.2 Máquinas de estado de Mealy y de Moore.
- 4.3 Detección de secuencia de entrada.
- 4.4 Contadores de registro de desplazamiento.
- 4.5 Síntesis de un sistema de Transmisión de datos asíncrono en HDL.

### Unidad temática 5. Máquinas de estado síncronas en HDL

**Objetivo:** Diseñar máquinas de estado síncronas, utilizando lenguaje de descripción de hardware (HDL), para la creación de hardware específico con diferentes entradas y salidas.

**Temas:**

- 5.1 Diseño de máquina de estados síncrona.
- 5.2 Diseño de PWM con máquina de estados en HDL.
- 5.3 Diseño de un controlador de entrada por teclado.
- 5.4 Diseño de un controlador de salida gráfico.



### Unidad temática 6. Diseño Jerárquico en HDL

**Objetivo:** Diseñar bloques y componentes, utilizando lenguaje de descripción de hardware (HDL), para su reutilización en el diseño, actualización y mantenimiento a sistemas digitales.

**Temas:**

- 6.1 Metodología del diseño jerárquico.
- 6.2 Descomposición en bloques. individuales de la estructura global.
- 6.3 Diseño de componentes.
- 6.4 Diseño de un programa Top Level.

### Unidad temática 7. Sistemas mínimos en HDL

**Objetivo:** Diseñar arquitecturas simples de sistemas mínimos en lenguaje de descripción de hardware (HDL), utilizando plantillas de diseño, para la creación de hardware con base en especificaciones.

**Temas:**

- 7.1 Definición de sistema mínimo y sus componentes.
- 7.2 Diseño de los componentes de un sistema mínimo en HDL.
- 7.3 Diseño de lista de instrucciones.
- 7.4 Implementación de un sistema mínimo en un PLD.



## VII. Acervo bibliográfico

### Básico:

- Floyd Thomas L., (2016), *Fundamentos de sistemas digitales*, Pearson.
- Maxinez David G., (2013), *Programación de sistemas digitales con VHDL*, Grupo editorial patria.
- Pardo F., (2012), *VHDL Lenguaje para síntesis y modelado de circuitos*, 3a edición, Ra-Ma S. A.
- Tocci, Ronald J., (2017), *Sistemas digitales: principios y aplicaciones*, 11a edición, México: Pearson Education.

### Complementario:

- Fernández Gómez S., (2006), *Diseño de sistemas digitales con VHDL*, Paraninfo.
- Morris M. M., (2015), *Diseño Digital*, 5a edición, Pearson.
- Roffe Samaniego N. F., (2021), *Sistemas digitales a través de diseños esquemáticos y VHDL*, 1a edición, Editorial digital del tecnológico de Monterrey.

### Literatura en inglés:

- Ashenden P., (2008), *VHDL-2008 Just the New Stuff. Peter Ashenden, Jim Lewis*, 1st edition, Morgan Kaufmann.
- Chu Pong, (2006), *RTL hardware design using VHDL. Coding for efficiency, portability, and scalability*, Wiley-Interscience.
- Deschamps, Jean-Pierre, (2012), *Guide to FPGA Implementation of Arithmetic Functions*, Springer eBooks.
- Grout I., (2008), *Digital Systems design with FPGAs and CPLDs*, Elsevier/Newnes.
- Woods R., (2017), *FPGA- bases Implementation of Signal Processing*, Wiley.