

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Diseño Digital con VHDL</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Electrónica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ETF-1015</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3- 2- 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Electrónico, los conocimientos y las habilidades para:

Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos digitales para la solución de problemas en su entorno profesional.

Simular modelos que permitan predecir el comportamiento de sistemas electrónicos empleando plataformas computacionales.

Utilizar lenguaje de descripción de hardware (HDL) como una herramienta de programación para desarrollar y diseñar sistemas digitales para su aplicación en la solución de problemas comerciales e industriales específicos aplicados en la industria electrónica actual.

La importancia de esta materia radica en la aportación de los conocimientos para contribuir a la consolidación del diseño digital; permitirá que el alumno 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, al hacer uso de descripción de hardware (HDL) que permita crear, simular, modificar e implementar sistemas digitales, sin la necesidad de generar desechos electrónicos durante las etapas de diseño.

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

La unidad uno inicia con el estudio del lenguaje VHDL. Se identifican las características principales, como son: modelado estructural, programación de PLD's y FPGA's, diseño y comportamiento del hardware de un sistema digital desde un nivel estructural de compuertas hasta un alto nivel de abstracción.

La unidad dos se plantea el diseño y la simulación de máquinas de estado finito

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

aplicando modelos de Moore y Mealy, se utiliza el lenguaje VHDL para modelar, simular e implementar este tipo de sistemas digitales

La unidad tres aborda el estudio de memorias semiconductoras y se inicia la unidad estudiando los fundamentos de los sistemas numéricos realizando conversiones entre bases, haciendo énfasis en el sistema hexadecimal para una mejor comprensión del direccionamiento de la memoria; posteriormente se estudian los conceptos generales, funcionamiento, programación y aplicación de memorias semiconductoras.

En la unidad cuatro se estudia el funcionamiento de una ALU así como las operaciones que realiza y su implementación en VHDL. También se explican los principios básicos de la operación y arquitectura de los microprocesadores, realizando operaciones entre datos provenientes de la memoria, registros, puertos de entrada/salida.

Esta materia requiere los conocimientos previos de lógica combinacional y lógica secuencial síncrona incluidos en la materia de diseño digital.

Esta materia esta liga a la materia de Microcontroladores ya que proporciona las bases de ésta en el tema siguiente: Arquitectura de procesadores

#### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cuatro unidades. En la primera unidad se comienza con la programación de circuitos digitales en VHDL. Considerando que el alumno ya tiene las nociones del uso del mismo, en esta unidad se debe lograr el diseño de circuitos secuenciales síncronos utilizando PLD's y FPGA's, finalizando con una aplicación para poner en práctica los recursos aprendidos basados en VHDL.

En la unidad dos, se realizan los procesos para el diseño y simulación de máquinas de estados finitos síncronas. Se desarrollan e implementan sistemas secuenciales en VHDL comprobando el estudiante la ventaja del desarrollo de sistemas con VHDL.

La unidad tres aborda el estudio de memorias semiconductoras e inicia la unidad retomando los fundamentos de los sistemas numéricos en el sistema hexadecimal para una mejor comprensión del direccionamiento de la memoria; posteriormente se estudian los conceptos generales, funcionamiento, programación y aplicación de memorias semiconductoras como una preparación para el estudio de la arquitectura de un procesador.

En la unidad cuatro, se estudia un procesador con arquitectura Harvard y Arquitectura Von Neumann. Se desarrollan por separado los componentes de un Microcontrolador básico implementando prácticas independientes para finalmente integrarlos en un sistema Microcontrolador.

Se sugiere una actividad integradora, en cada unidad, que permita aplicar los conceptos estudiados. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores.

El enfoque sugerido para la materia propicia en el alumno que las actividades en el aula y en el laboratorio, desarrollen las habilidades 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 materia tengan un aprendizaje significativo y efectivo en el alumno. 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 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.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos los siguientes aspectos para el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

El profesor debe:

- Conocer la disciplina que está bajo su responsabilidad, su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas.
- Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones.
- Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.
- Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.
- Enfatizar en trabajo en el laboratorio para descubrir las habilidades de los alumnos.
- Detecte debilidades y fortalezas de los alumnos al inicio del curso.
- Propicia en el alumno el uso de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Además como reforzamiento y para desarrollar la capacidad analítica del alumno se encarga un proyecto que resuelva algún problema específico; esto le dará al alumno 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.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Diseñar y programar circuitos secuenciales síncronos, estructurar sistemas digitales utilizando lenguaje VHDL, conocer y desarrollar los componentes que conforman las arquitecturas básicas de un procesador.</p>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo interdisciplinario.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li><li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li><li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad.</li><li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral.</li><li>• Compromiso ético.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de generar nuevos sistemas.</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li><li>• Búsqueda del logro.</li><li>• Capacidad de liderazgo.</li><li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li><li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li></ul>
---	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacan, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Electrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electrónica de los Institutos Tecnológicos de:  Aquí va los tec</p>	<p>Elaboración del programa de Estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>
<p>Reunión Nacional de Consolidación del Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del 25 al 29 de enero del 2010 en el Instituto Tecnológico de Mexicali.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electrónica</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Diseñar y programar circuitos secuenciales síncronos, estructurar sistemas digitales utilizando lenguaje VHDL, conocer y desarrollar los componentes que conforman las arquitecturas básicas de un procesador.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Realizar demostraciones de teoremas y postulados del algebra de Boole.
- Realizar reducciones de funciones lógicas.
- Identificar y comparar las familias de las compuertas lógicas.
- Diseñar y construir circuitos combinacionales usando dispositivos SSI , MSI y PLD's.
- Analizar y diseñar circuitos secuenciales utilizando Flip- Flop's.
- Buscar y seleccionar información acerca de PLD's.
- Analizar y diseñar circuitos secuenciales síncronos utilizando Flip- Flop's.
- Analizar y diseñar circuitos secuenciales síncronos con PLD's.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Programación VHDL	<ul style="list-style-type: none"><li>1.1 Elementos del lenguaje VHDL<ul style="list-style-type: none"><li>1.1.1 Elementos sintácticos del VHDL.</li><li>1.1.2 Operadores y expresiones en VHDL</li><li>1.1.3 Tipos de datos.</li><li>1.1.4 Subtipos de datos</li></ul></li><li>1.2 Declaraciones básicas de objetos<ul style="list-style-type: none"><li>1.2.1 Declaración de constantes</li><li>1.2.2 Declaración de variables</li><li>1.2.3 Declaración de señales</li><li>1.2.4 Declaración de ficheros.</li></ul></li><li>1.3 Declaraciones concurrentes.<ul style="list-style-type: none"><li>1.3.4 Declaración de entidad.</li><li>1.3.5 Declaración de arquitectura.</li><li>1.3.6 Diferentes tipos de arquitecturas(Estructural, Flujo de datos y Funcional).</li><li>1.3.7 Ejemplos de descripción flujo de datos</li></ul></li><li>1.4 Ejemplos de declaraciones secuenciales<ul style="list-style-type: none"><li>1.4.1 Ejemplos de diagramas de máquinas de estado.</li></ul></li></ul>

		<p>1.5 Funciones y subprogramas</p> <p>1.5.1 Declaración de procedimientos y funciones</p> <p>1.5.2 Subprogramas</p> <p>1.5.3 Paquetes</p> <p>1.5.4 Bibliotecas</p> <p>1.6 Programación de FPGA's o CPLD'S en una aplicación.</p>
2	Máquinas de Estados Finitos	<p>2.1 Modelo de Mealy y Modelo de Moore.</p> <p>2.2 Representación de los modelos Mealy y Moore en diagramas de estado y diagrama ASM.</p> <p>2.3 Diseño de máquinas de estados finitos tipo Mealy y tipo Moore utilizando VHDL.</p> <p>2.3.1 Obtención de la tabla de estados.</p> <p>2.3.2 Obtención de la tabla de excitación.</p> <p>2.3.3 Obtención de las ecuaciones de excitación.</p> <p>2.3.4 Programación de archivo .vhd.</p> <p>2.3.5 Simulación del archivo .vhd</p> <p>2.3.6 Obtención del archivo .jed.</p> <p>2.3.7 Programación del PLD o FPGA.</p>
3	Memorias	<p>3.1 Fundamentos de sistemas numéricos.</p> <p>3.1.2 Sistema de numeración hexadecimal.</p> <p>3.1.8 Operaciones aritméticas en el sistema hexadecimal.</p> <p>3.2 Conceptos de memorias.</p> <p>3.2.1 Terminología de memorias</p> <p>3.2.2 Operación general de memorias</p> <p>3.2.3 Tipos de memorias</p> <p>3.2.4 Estructura interna de una celda memorias</p> <p>3.2.5 Ciclos de lectura/escritura</p> <p>3.2.6 Interconexión de memorias</p> <p>3.2.7 Aplicaciones de memorias en la lógica combinacional y secuencial</p>
4	Arquitectura de Procesadores	<p>4.1 Estructura y funcionamiento de una ALU.</p> <p>4.1.1 Registro de estado.</p> <p>4.1.2 Operaciones con datos de memoria y registros.</p>



		<p>4.1.2 Operaciones con punto flotante y fijo.</p> <p>4.2 Descripción de una ALU con VHDL.</p> <p>4.3 Arquitectura Von Neumann.</p> <p>4.3.1 Arquitectura de los Microprocesadores.</p> <p>4.4 Arquitectura Harvard.</p> <p>4.4.1 Arquitectura de los Micro-controladores.</p>
--	--	---

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de sistemas digitales.
- Propiciar la planeación y organización de proyectos basados en sistemas digitales
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.

- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar una actitud de liderazgo para estimular la competencia de proyectos creativos de sistemas digitales.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Exámenes escritos u orales para comprobar el manejo de aspectos teóricos y de programación.
- Examen práctico (En el laboratorio y/o frente a la computadora).
- Desarrollo de mapas conceptuales de actividades realizadas en clase.
- Desarrollo de prácticas que incluyan simulación e implementación de circuitos digitales.
- Desarrollo de actividades extra clase.
- Participación y exposición en clase.
- Desarrollo de un proyecto final del curso.
- Cumplimiento de las actividades asignadas.
- Realización de actividades de investigación documental.
- Participación en eventos de eventos de ciencia y tecnología.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Programación VHDL

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollar estructuras avanzadas de un programa en VHDL.</li><li>• Simular circuitos lógicos secuenciales síncronos por medio de la programación de PLD's o FPGA's.</li><li>• Construir sistemas digitales avanzados utilizando VHDL.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar, reflexionar y entender el uso de software para el desarrollo de programas de descripción de circuitos digitales en VHDL.</li><li>• Realizar prácticas en computadora para edición, compilación de los programas desarrollados en VHDL.</li><li>• Discutir los fundamentos del lenguaje de VHDL, para el desarrollo circuitos digitales combinatorios y secuenciales.</li><li>• Utilizar un software de aplicación en VHDL para la simulación y programación de circuitos secuenciales síncronos.</li></ul>

### Unidad 2: Máquinas de Estados Finitos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollar estructuras</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reflexionar y discutir las características y</li></ul>

<p>avanzadas de un programa en VHDL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el funcionamiento de maquinas de estados finitos.</li> <li>• Simular circuitos lógicos secuenciales síncronos por medio de la programación de PLD's o FPGA's.</li> <li>• Construir sistemas digitales avanzados utilizando VHDL.</li> </ul>	<p>funcionamiento de las máquinas de estados finitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar un software de aplicación en VHDL para la simulación y programación de máquinas de estados finitos.</li> </ul>
---	--

### Unidad 3: Memorias

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir sistemas digitales avanzados utilizando VHDL.</li> <li>• Clasificar y comparar los tipos de memorias utilizadas en sistemas digitales.</li> <li>• Comprender el direccionamiento de memorias utilizando el sistema numérico hexadecimal.</li> <li>• Construir una aplicación en base a memorias semiconductoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar operaciones aritméticas entre sistemas base binaria y hexadecimal.</li> <li>• Investigar la clasificación de memorias semiconductoras.</li> <li>• Realizar una investigación documental para cada una de las diferentes memorias semiconductoras.</li> <li>• Utilizar un programador para validar el proceso de lectura y escritura en memorias semiconductoras.</li> <li>• Consultar la hoja de datos para conocer la capacidad de almacenamiento y temporización.</li> <li>• Desarrollar ejemplos en clase de interconexión de memorias, direccionamiento, escritura y lectura de las mismas.</li> <li>• Realizar prácticas y aplicaciones que incluyan memorias semiconductoras.</li> </ul>

### Unidad 4: Arquitectura de Procesadores

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el funcionamiento de la ALU.</li> <li>• Comprender y resolver operaciones con punto fijo y punto flotante.</li> <li>• Conocer las diferentes arquitecturas de un procesador.</li> <li>• Desarrollar los elementos que componen un procesador utilizando VHDL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la estructura, funcionamiento y tipos de operaciones que una ALU puede realizar.</li> <li>• Realizar una práctica en VHDL sobre el funcionamiento de la ALU.</li> <li>• Discutir la diferencia entre memoria de programa y memoria de datos.</li> <li>• Investigar por diferencia entre arquitectura Von Neumann y Harvard</li> <li>• Realizar una presentación en computadora de los elementos que conforman un procesador.</li> <li>• Utilizar un software de aplicación en VHDL para la simulación y programación de unidad de control.</li> <li>• Desarrollar un proyecto que ejemplifique el funcionamiento de un procesador.</li> </ul>

Haga clic aquí para escribir texto.

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Morris M. Mano, **Fundamentos de Diseño Lógico y de Computadoras**, Ed. Pearson, Tercera edición, México, 2005.
2. Ronald J. Tocci, **Sistemas digitales Principios y Aplicaciones CD**, Ed. Pearson, 10ª edición, México, 2007
3. Alan B. Marcovitz , **Diseño Digital**, Segunda Edición, Mc Graw Hill, 2005
4. John F. Wakerly, **Diseño Digital Principios y Aplicaciones**, s/e, Pearson, México, 2002
5. David G. Maxinez, **VHDL: El Arte de Programar Sistemas Digitales**, CECSA, 2002
6. Fernando Pardo, José A. Boluda, **VHDL Lenguaje para Síntesis y modelado de Circuitos**. 2ª Edición Editorial RA-MA, Impreso en México, 2003
7. Brown S. y Vranesic Z.G. **Fundamentos de lógica digital con diseño VHDL**, Segunda Edición, Mc Graw Hill, México, 2006.
8. Michael D. Ciletti, **Advanced Digital Design with the Verilog HDL**, s/e Ed. Prentice Hall, s/f
9. [Peter J. Ashenden](#), **The Designer's Guide to VHDL**, Volume 3, Third Edition, Morgan Kaufmann Publishers, Australia, 2008
10. [Pong P. Chu](#), **FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan-3**, Primera Edición, Wiley & Sons, 2008
11. Perry Douglas L., **VHDL Programming by example**, Cuarta Edición, McGraw Hill, USA, 2002.
12. Nelson, B; Nagle, T.; Carroll, B. **Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales**, Segunda Edición, Pearson, 1996
13. Roth, Charles H. **Digital System Desing Using VHDL**, Segunda Edición, Thomson, 2008.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Diseño y simulación de circuitos secuenciales síncronos con PLD's o FPGA's.
- Direcccionamiento de Memoria.
- Desarrollo de aplicaciones basadas en memorias semiconductoras.
- Operaciones con datos de memoria y registros utilizando una ALU en VHDL.
- Diseño y desarrollo de un circuito secuencial basadas en VHDL.