

**1. Datos Generales de la asignatura**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Diseño Digital Avanzado con FPGAs</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>SDJ – 1203</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>4 – 2 – 6</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Electrónica</b>

**2. Presentación**

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad de programar, diseñar y construir sistemas digitales avanzados empleando FPGAs.</p> <p>Para integrarla se ha hecho un estudio del campo de la electrónica digital, identificando los temas clásicos y actuales que tienen una mayor aplicación en el quehacer profesional del ingeniero electrónico.</p> <p>Esta materia se vincula a otras, estrechamente relacionadas con desempeños profesionales; se inserta en la última etapa de la trayectoria escolar como parte de la especialización de la carrera. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de la materia: Comunicaciones entre Sistemas Embebidos.</p> <p>La importancia de esta materia radica en la aplicación actual de los sistemas digitales y en la evolución que ha tenido el diseño de los mismos en la mayoría de las áreas de la ingeniería. El alumno; con esta materia, aprenderá conceptos fundamentales y diferentes arquitecturas de FPGAs, dispositivos disponibles y su programación</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El contenido de la materia está organizado en cuatro unidades. Es una asignatura fundamental para el conocimiento y aplicación de los sistemas digitales siendo importante que el alumno sea consciente de la importancia de ello, para que desarrolle las herramientas metodológicas de análisis, diseño y aplicación que se abordan, y utilice el software de simulación. El dominio del lenguaje VHDL es fundamental para el desarrollo de la asignatura.</p> <p>En la primera unidad se da la introducción a las FPGAs, para qué se usan y sus conceptos fundamentales. En la segunda unidad se trabaja con el diseño básico implementado en una tarjeta de desarrollo FPGA; además, se realiza la comprobación</p>

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

por medio de prácticas en software de simulación y en el laboratorio. En la unidad tres usando los conocimientos previos, los alumnos podrán segmentar diseños e implementar unidades de propiedad intelectual, ya sean diseñadas por ellos o mediante funciones preestablecidas. Finalmente, la cuarta unidad incluye la generación de un sistema dedicado, el cual este diseñado para una aplicación específica.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. 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. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Veracruz	Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Veracruz	Materia diseñada para módulo de especialidad
Instituto Tecnológico de Veracruz (17/Agosto/15)	Cuerpo Colegiado de Digitales perteneciente a la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Veracruz	Materia rediseñada para ajustarse mejor a las necesidades del módulo de especialidad

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<p>Aplica el lenguaje de descripción de hardware para diseñar sistemas de lógica digital avanzada en tarjetas de desarrollo FPGA's.</p> <p>Implanta la metodología para la elaboración de Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASICs).</p> <p>Simula y documenta el diseño de Controladores con apoyo de software de IPs para asimilar las diferentes herramientas, simuladores, sintetizadores, capturas de esquemáticos, editores de layouts, compiladores, etc.</p>

#### 5. Competencias previas

<p>Conoce, comprende, analiza, diseña y simula circuitos digitales básicos, combinacionales, secuenciales síncronos y asíncronos además conoce los fundamentos del lenguaje VHDL para circuitos combinacionales en sistemas digitales.</p> <p>Desarrolla y simula estructuras avanzadas de un programa en VHDL de circuitos lógicos secuenciales síncronos para la programación e implementación de FPGA's o CPLD's en aplicaciones reales.</p> <p>Conoce y explica el funcionamiento interno y externo del microcontrolador, realiza programas en lenguaje ensamblador y de alto nivel, utilizando los recursos del microcontrolador, para resolver problemas específicos en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, en el desarrollo de aplicaciones y equipos afines, para lo cual el estudiante realizará actividades de investigación, análisis, reflexión, observación, y diseño, apoyándose en el uso de herramientas computacionales.</p>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Arquitectura de las FPGAs	1.1 Estado del Arte de la FPGAs 1.2 Principales fabricantes de FPGAs 1.3 Capacidades de FPGAs 1.4 Aplicaciones de las FPGAs
2	Diseño Básico de Sistemas Digitales	2.1 Introducción al diseño con FPGAs 2.2 Diseño de sistemas combinacionales 2.2.1 Explicación y evaluación del diseño con HDL 2.3. Diseño de sistemas secuenciales

3	Diseño de unidades de Propiedad Intelectual	3.1 Bases del diseño por segmentación 3.2 Diseño por bloques 3.2.1 Empleo de funciones preestablecidas
4	Generación de Sistemas Dedicados	4.1 Empleo del Soft-processor 4.2 Arquitectura básica de los sistemas dedicados 4.2.1 Elementos básicos de los sistemas dedicados 4.3 Elaboración de los programas de control para los sistemas dedicados

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

<b>Unidad 1: Arquitectura de las FPGAs</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Conoce el estado del arte que guarda el desarrollo en el campo de las FPGAs y el desarrollo de aplicaciones ASIC para su uso.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>▪ Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>▪ Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Habilidades interpersonales</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Habilidades de investigación</li> <li>▪ Capacidad de aprender</li> <li>▪ Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas de los sistemas y códigos numéricos.</li> <li>• En pequeños grupos analizar la información y reflexionar sobre los sistemas y códigos numéricos.</li> <li>• Hacer un reporte de investigación de manera escrita, que contenga conceptos, datos y al final elaborar un mapa conceptual a manera de resumen.</li> </ul>
<b>Unidad 2: Diseño Básico de Sistemas Digitales</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se Familiariza con la tarjeta de desarrollo FPGA y aplica el lenguaje de Descripción de Hardware para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas acerca de una arquitectura específica de la</li> </ul>

<p>desarrollar y simular circuitos aritméticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia entre las diferentes formas de diseño con FPGAs para circuitos combinacionales y secuenciales.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>▪ Capacidad de organizar y planificar</li> <li>▪ Conocimientos generales básicos</li> <li>▪ Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>▪ Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>▪ Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> <li>▪ Solución de problemas</li> </ul> <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Habilidades interpersonales</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul> <p>Competencias sistémicas</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 adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>▪ Liderazgo</li> </ul>	<p>tarjeta de desarrollo a utilizar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la comunicación entre la Interface usuario FPGA.</li> <li>• Programar y compilar ejemplos básicos para el manejo y manipulación de datos.</li> <li>• Generar circuitos secuenciales capaces de recibir datos de manera asíncrona y síncrona.</li> </ul>
<p><b>Unidad 3:</b> Diseño de unidades de Propiedad Intelectual</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>

<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Analiza problemas en escenarios reales para segmentar el diseño en unidades más fáciles de implementar y comprobar</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>▪ Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> <li>▪ Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar en equipo programas en VHDL de ejercicios propuestos en clase.</li> <li>• Programar, compilar y simular ejemplos de controladores enfocados a atender una necesidad de investigación aplicada.</li> <li>• Investigar IPs (aplicaciones de propiedad intelectual) existentes por parte de fabricante.</li> </ul>
---	--

**Unidad 4: Desarrollo de Aplicaciones**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Desarrolla un sistema dedicado para una necesidad en alguna área de las ciencias o industria (Medicina, Ingeniería, Aeronáutica, etc.)</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar los conocimientos necesarios en materia de arquitectura de sistemas dedicados.</li> <li>• Generar la experiencia necesaria para la implementación de sistemas dedicados.</li> </ul>

<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 en su propia lengua</li> <li>▪ Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>▪ Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)</li> <li>▪ Solución de problemas</li> <li>▪ Toma de decisiones.</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>▪ Trabajo en equipo</li> <li>▪ Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>▪ Compromiso ético</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></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 adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>▪ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>▪ Liderazgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar en Equipo para analizar una necesidad de investigación aplicada y desarrollar un proyecto utilizando lo aprendido en la asignatura de Taller de Investigación y la asignatura de Diseño Digital Avanzado.</li> </ul>
--	--

## 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilación y simulación de programación en VHDL</li> <li>• Comunicación con la Tarjeta de Desarrollo</li> <li>• Diseño de un multiplicador secuencial “shift and add”.</li> <li>• Diseño de un Controlador Digital</li> <li>• Diseño de un filtro basado en Aritmética Distribuida</li> </ul>
---

- Simulación de un Microcontrolador con IP

## 9. Proyecto de asignatura

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:

- **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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Examen escrito para evaluación del trabajo en el aula.
- Desarrollo de prácticas en el laboratorio.
- Desarrollo de reporte escrito del trabajo práctico.
- Evaluación de trabajos de investigación.
- Evaluación de solución de problemas.
- Reporte de las simulaciones software.
- Desarrollo de un proyecto de ingeniería aplicada.

## 11. Fuentes de información

1.- Brown, Vranesic., **Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design**. Mc Graw Hill, 2000 ISBN: 0-07-012591-0

2.-Zoran, Salcic and Asim Smailagic., **Digital Systems Design and Prototyping using Field Programmable Logic** ISBN: 0-7923-9935-8

3.-Michael, John., Sebastian, Smith., **Application-Specific Integrated Circuits**. Addison Wesley, 1997 ISBN: 0-201-50022-1

4.-Duglas, L.Perry. **VHDL programming by examples** Mc Graw Hill 4ta edicion 2002 ISBN 0-07-140070-2

5.- Grough, Ian., **Digital system desing with FPAGs y CPLDs** Newness Oxford UK 2008 ISBN: 978-0-7506-8397-5