

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño Digital
Clave de la asignatura:	ETF-1014
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Aportación de la asignatura al perfil de egreso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos digitales para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales. • Comunicarse con efectividad en forma oral y escrita en el ámbito profesional tanto en su idioma como en un idioma extranjero. • Simular modelos de sistemas electrónicos lógicos que permitan predecir su comportamiento empleando plataformas computacionales. • Aplicar los conocimientos básicos en circuitos integrados en tecnologías SSI y MSI, para el análisis, adaptación, operación, mantenimiento y diseño de los sistemas digitales combinacionales y secuenciales. • Identificar y comprender el funcionamiento básico de los Dispositivos Lógicos Programables (CPLDs y FPGAs) y su aplicación en los circuitos electrónicos combinacionales y secuenciales. <p>Importancia de la asignatura:</p> <p>Esta asignatura es la base para la comprensión de cualquier sistema electrónico digital. Permite que el alumno conozca los principios básicos del funcionamiento de un sistema digital para que pueda relacionarlo con el diseño de sistemas digitales complejos. Establece el vínculo para el diseño de los circuitos electrónicos digitales con el uso de microcontroladores, FPGA's, CPLD's y la electrónica analógica.</p> <p>Descripción general del contenido de la materia:</p> <p>La asignatura presenta los fundamentos de diseño de los sistemas digitales, partiendo de las bases clásicas del diseño digital, para posteriormente implementar de circuitos combinacionales y secuenciales en SSI y MSI, hasta el uso los dispositivos lógicos programables y los fundamentos del lenguaje de descripción de hardware para circuitos combinacionales.</p> <p>Relación con otras asignaturas:</p> <p>Esta materia es la base de materias como Diseño Digital con VHDL, Micronroladores, y Controladores Lógicos Programables, en los temas de diseño e implementación de circuitos digitales, desarrollando las competencias específicas de análisis, diseño e implementación de circuitos digitales.</p> <p>Intención didáctica</p> <p>El temario se organiza en seis temas, con un nivel de abstracción creciente agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura, de manera que la teoría clásica en el diseño de circuitos lógicos (combinacionales y secuenciales) ofrezca una comprensión intuitiva de tales circuitos para</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

posteriormente ilustrar el diseño por medio de herramientas de software EDA basadas en lenguajes de descripción de hardware.

Los primeros cinco temas deben abordarse a profundidad, para que el estudiante sea capaz de desarrollar las competencias deseadas para la materia, a pesar de ser su primera aproximación a la teoría del diseño digital. El último tema, programación de descripción de hardware debe abordarse de manera introductoria, enfocándose únicamente al desarrollo de circuitos combinacionales, para que el alumno desarrolle competencias que le permitan abordar materias subsecuentes.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de competencias para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de la información relevante, 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 de manera que sean una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

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 y ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o reales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se realiza después de este proceso. Se sugiere que se diseñen problemas que promuevan la creatividad del estudiante.

En el desarrollo de las actividades programadas es importante que el estudiante aprenda a valorar que está construyendo su conocimiento y los hábitos de trabajo; y desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía

Durante el transcurso de la materia, es conveniente que el profesor se desempeñe sólo como un facilitador del conocimiento, siendo una guía para que el estudiante logre desarrollar las competencias deseadas, aclarando dudas, complementando información y encauzando al estudiante durante el desarrollo independiente de sus actividades de aprendizaje para que construya, de forma autónoma su propio conocimiento.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cuatla, Culiacán, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.

	Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa.	
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	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.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Orizaba, Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Alvarado, Cautitlán Izcalli, La Laguna y Lerdo.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida,	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	<p>Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	
--	--	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Construye prototipos con las bases de diseño digital para desarrollar su capacidad creativa y emprendedora.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Opera equipo de medición electrónica. • Elabora reportes técnicos. • Trabaja en equipo. • Interpreta y aplica especificaciones de manuales técnicos. • Maneja un lenguaje de programación estructurado.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de diseño digital.	<p>1.1. Diferencias entre sistemas digitales y sistemas analógicos.</p> <p>1.2. Sistemas numéricos.</p> <p>1.2.1. Binario.</p> <p>1.2.2. Octal.</p> <p>1.2.3. Hexadecimal.</p> <p>1.2.4. Conversión entre sistemas numéricos.</p> <p>1.3. Operaciones aritméticas básicas con sistemas numéricos.</p> <p>1.3.1. BCD.</p> <p>1.3.2. Gray.</p> <p>1.3.3. Exceso de 3.</p> <p>1.3.4. ASCII.</p> <p>1.3.5. Paridad.</p> <p>1.4. Códigos</p>

		<p>1.5. Compuertas lógicas. 1.6. Familias lógicas de circuitos integrados. 1.7. Álgebra booleana. 1.7.1. Postulados y teoremas booleanos. 1.7.2. Simplificación de funciones.</p>
2	Lógica Combinacional.	<p>2.1. Minimización de funciones. 2.1.1. Minitérminos y Maxitérminos. 2.1.2. Mapas de Karnaugh. 2.1.3. Métodos computacionales. 2.2. Implementación de funciones empleando compuertas NAND y NOR.</p>
3	Diseño combinacional en SSI.	<p>3.1. Sumadores/Restadores. 3.2. Codificadores. 3.3. Decodificadores. 3.4. Generadores/Detectores de paridad.</p>
4	Diseño Combinacional en MSI.	<p>4.1. Multiplexores/Demultiplexores. 4.2. Comparadores. 4.3. Sumadores BCD. 4.4. Multiplicadores.</p>
5	Lógica Secuencial.	<p>5.1. Fundamentos de elementos secuenciales. 5.2. Latch NAND y NOR. 5.3. Flip Flop R-S, J-K, D y T. 5.4. Contadores y registros. 5.5. Análisis de circuitos secuenciales síncronos. 5.6. Diseño de circuitos secuenciales síncronos.</p>
6	Introducción al lenguaje VHDL para circuitos combinacionales.	<p>6.1. Elementos del lenguaje VHDL. 6.1.1. Elementos sintácticos del VHDL. 6.1.2. Tipos de datos. 6.2. Declaraciones básicas de objetos. 6.2.1. Declaración de constantes. 6.2.2. Declaración de variables. 6.3. Declaraciones concurrentes. 6.3.1. Declaración de entidad. 6.3.2. Declaración de arquitectura. 6.3.3. Arquitecturas estructural y funcional. 6.4. Circuitos combinacionales en VHDL. 6.5. Dispositivos lógicos programables. (CPLD, FPGAs).</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Álgebra booleana, compuertas y familias lógicas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s):	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y diferenciar sistemas analógicos de sistemas digitales.

<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y resuelve operaciones aritméticas de diversos sistemas numéricos. • Identifica y compara las familias de las compuertas lógicas. • Realiza demostraciones de teoremas y postulados del álgebra de Boole. • Realizar reducciones de funciones lógicas mediante álgebra booleana <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para aprender. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, comprender y manejar los códigos BCD, Gray, Exceso de 3. • Identificar y diferenciar las características principales de las compuertas lógicas y sus aplicaciones. • Reconocer y utilizar los diferentes símbolos de las compuertas lógicas según el estándar ANSI / IEEEEE. • Buscar y seleccionar información general acerca del álgebra booleana. • Comprender los principales teoremas del álgebra de Boole. • Realizar demostraciones prácticas de los teoremas del álgebra de Boole. • Aplicar el álgebra de Boole para la simplificación de funciones lógicas. • Comprobar mediante la realización de prácticas de laboratorio los procesos de simplificación de funciones lógicas. • Utilizar software de simulación para comprobar la minimización de funciones booleanas. • Investigar en internet o en manuales los principales fabricantes de circuitos integrados digitales. • Interpretar las hojas de datos de las compuertas lógicas. • Comprender los parámetros eléctricos de las familias de compuertas lógicas. • Identificar las diferencias más significativas entre las familias TTL y CMOS. • Conocer la nomenclatura de los circuitos integrados TTL. • Identificar ventajas y desventajas de una familia con respecto de la otra. • Realizar prácticas de laboratorio donde se observe y compruebe el comportamiento de las compuertas básicas y se lleve a cabo la medición de sus parámetros eléctricos más representativos. • Exponer por equipos las familias lógicas.
<p>2. Lógica Combinacional</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza, desarrolla y resuelve minimización de funciones lógicas utilizando diferentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar minitérminos y maxitérminos para la simplificación de funciones lógicas

<p>métodos para optimizar la implementación de circuitos digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensambla circuitos digitales a partir de la minimización de funciones lógicas para adquirir la destreza en el armado de circuitos electrónicos digitales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad para aprender. • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar mediante la realización de prácticas de laboratorio los procesos de simplificación de funciones lógicas. • Utilizar software de simulación para comprobar la reducción de funciones lógicas. • Analizar y aplicar el proceso de simplificación de funciones lógicas mediante mapas de Karnaugh. • Comprender e implementar los métodos computacionales para la minimización de expresiones Booleanas. (Recomendando el uso de Quine-McCluskey).
<p>3. Diseño combinacional en SSI</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Implementa circuitos básicos combinacionales de baja escala de integración para el diseño de sistemas digitales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad para aprender. • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comprender circuitos lógicos como sumadores, restadores, codificadores y decodificadores mediante el empleo de circuitos integrados SSI. • Diseñar al menos un circuito combinacional SSI para una aplicación real. • Simular el funcionamiento de circuitos SSI en programas de cómputo.
<p>4. Diseño Combinacional en MSI</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Implementa circuitos básicos combinacionales de mediana escala de integración para el diseño de sistemas digitales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para aprender. • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y comprender circuitos lógicos como Multiplexores, Demultiplexores, Comparadores, Sumadores BCD y multiplicadores mediante el empleo de circuitos integrados MSI. • Diseñar al menos un circuito combinacional MSI para una aplicación real. • Simular el funcionamiento de circuitos MSI en programas de cómputo.
<p>5. Lógica Secuencial</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>



<p>Especifica(s): Conoce, identifica, analiza, diseña y ensambla circuitos de lógica secuencial asíncronos y síncronos, utilizando Flip-Flops en tecnologías SSI y MSI para comprender su aplicación en el funcionamiento de memorias.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para aprender. • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las diferencias entre los circuitos lógicos combinacionales y secuenciales. • Reconocer y utilizar los diferentes símbolos distintivos de los Flip-Flop según el estándar ANSI/IEEE. • Investigar y comprender la operación de los circuitos básicos de memoria (Latch). • Analizar las tablas de estado para comprender el funcionamiento de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Flip-Flop R-S. ○ Flip-Flop T. ○ Flip-Flop D. ○ Flip-Flop J-K. • Efectuar prácticas de laboratorio de contadores en casos prácticos. • Investigar las características de operación de los diferentes tipos de registros de corrimiento disponibles en el mercado. • Realizar el análisis y diseño de circuitos digitales donde se utilicen registros de corrimiento. • Investigar y analizar circuitos secuenciales síncronos y asíncronos.
<p>6. Introducción al lenguaje VHDL para circuitos combinacionales</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Especifica(s): Conoce y comprende los fundamentos del lenguaje de descripción de hardware con aplicación en circuitos combinacionales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad cognitiva para comprender y manipular ideas, pensamientos e información. • Capacidad de análisis, síntesis. • Capacidad para aprender y diseñar. • Capacidad crítica y autocrítica. • Habilidades de gestión de información, con la búsqueda y análisis de información de diferentes fuentes. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los diferentes tipos de PLDs (GAL, CPLD y FPGA). • Realizar una investigación documental. • Familiarizarse con los fundamentos de VHDL para circuitos combinacionales. • Desarrollar un programa en VHDL con arquitectura estructural para un circuito combinacional. • Desarrollar un programa en VHDL con arquitectura funcional para un circuito combinacional. • Simular en VHDL un circuito combinacional. • Implementar en un CPLD o un FPGA un circuito combinacional.

8. Práctica(s)

- Implementar en un lenguaje de programación estructurado un convertidor entre sistemas numéricos.
- Comprobar, empleando un software de simulación, las tablas de verdad de las compuertas lógicas.
- Comprobar experimentalmente las tablas de verdad de las compuertas lógicas: AND, NOT, OR, NOR, NAND, XOR, XNOR usando circuitos integrados TTL.
- Implementar en un lenguaje de programación estructurado el método de Quine-McCluskey para minimización de funciones.
- Implementar un circuito combinacional que demuestre las ventajas de la simplificación o reducción.
- Diseñar y simular un circuito combinacional de aplicación real con tecnología SSI.
- Diseñar y simular un circuito combinacional de aplicación real con tecnología MSI.
- Comprobar las tablas de verdad de los Flip-Flops mediante software de simulación.
- Comprobar experimentalmente las tablas de verdad de los Flip-Flops.
- Comprobar el funcionamiento de un contador o un registro empleando software de simulación.
- Comprobar, empleando un software de simulación, los resultados de un circuito secuencial de aplicación real.
- Diseñar e implementar un circuito secuencial de aplicación real empleando Flip-Flops.
- Simular un circuito combinacional de aplicación real empleando VHDL.
- Implementar en un CPLD o un FPGA un circuito de combinacional de aplicación real empleando VHDL.

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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Aplicación de exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas, donde se incluyan los procedimientos realizados y resultados obtenidos, así como las observaciones y conclusiones a las que se hayan llegado.
- Reportes escritos de las investigaciones efectuadas.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente (programación, simulación, entre otras).
- Informes escritos de las conclusiones y observaciones en otras actividades encomendadas.
- Exámenes prácticos, donde se tome en cuenta el desempeño durante el desarrollo de la práctica y los resultados obtenidos.
- Proyecto que resuelva un problema, donde se reflejen las competencias adquiridas durante el curso.
- Exposiciones evaluadas conforme a la tabla de verificación determinada por el maestro.
- Cumplimiento de las actividades siguientes:
 - Tareas y ejercicios.
 - Exposición de temas.
 - Asistencia.
 - Participación en grupos de discusión.
 - Participación en clases.
 - Participación en congresos o concursos.
 - Resolución de problemas.
 - Investigaciones realizadas.

11. Fuentes de información

1. Floyd, T. L. (2006). Novena edición. Pearson. México.
2. Tocci, R. (2006). Sistemas Digitales. Octava edición. Prentice – Hall, México.
3. Wakerly, J. F. (2001). Diseño Digital, Principios y Prácticas. Tercera edición. Pearson. México.
4. Morris Mano, M. (2003). Diseño Digital. Tercera edición. Pearson Educación. México.
5. Acha Alegre, S., Caballero, A. H., Pérez Martínez, J., Castro Gil, M. (2006). Electrónica Digital: Introducción a la Lógica Digital: Teoría, Problemas y Simulación. Segunda edición. Ra-ma. España.
6. Brown, S., Vranesic Z. (2007). Fundamentos de Lógica Digital con Diseño VHDL. Segunda edición. McGraw Hill. México.
7. Garza Garza, J. Á. (2006). Sistemas digitales y electrónica digital. Primera Edición. Pearson. México.
8. Nelson, V.P., Nagle, H.T., Irwin, J.D., Carroll, B.D. (1996). Análisis y diseño de circuitos lógicos digitales. Segunda edición. Pearson. México
9. Texas Instruments, Manuales de datos TTL y CMOS.
10. Lattice, Manuales de datos PLD's
11. Altera, Manuales de VHDL.
12. Xilinx, Manual de VHDL.