

ASIGNATURA DE GRADO: INGENIERÍA DE COMPUTADORES III

UNED

Curso 2017/2018

(Código de asignatura : 71012018)

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	INGENIERÍA DE COMPUTADORES III
CÓDIGO	71012018
CURSO ACADÉMICO	2017/2018
DEPARTAMENTO	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA
TÍTULOS EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (grado seleccionado)
CURSO	SEGUNDO CURSO
TIPO	OBLIGATORIAS
Nº ECTS	6
HORAS	150
PERIODO	SEMESTRE 2
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Ingeniería de Computadores III se imparte en el segundo semestre, del segundo curso, del grado en Ingeniería Informática. Se trata de una asignatura obligatoria, de 6 créditos ECTS.

Esta asignatura es la tercera del grupo de tres asignaturas que componen la materia del grado denominada *Ingeniería de Computadores*. Con esta asignatura se completa, por tanto, el estudio de la materia. Tras haber estudiado en las dos anteriores asignaturas cómo funcionan los computadores y qué componentes los integran, en esta asignatura el alumno aprenderá a diseñar por sí mismo el hardware digital y a programar bancos de prueba para la verificación funcional del hardware que ha diseñado.

El alumno aprenderá a diseñar circuitos combinatoriales, tales como multiplexores, buffers, codificadores y decodificadores, detectores de paridad, comparadores, sumadores y restadores, y unidades aritmético lógicas, así como diferentes tipos de registros, buses, memorias RAM y ROM, y máquinas de estado finito de Moore y Mealy. Con ello, el alumno aprenderá los fundamentos del diseño de los componentes básicos del computador. Además, el alumno aprenderá a diseñar circuitos que implementan sistemas de control, tales como los empleados en sistemas de alarma, máquinas expendedoras, electrodomésticos, semáforos que regulan el tráfico, etc.

El diseño de los circuitos y la programación de los bancos de prueba se realizará empleando el lenguaje para la descripción del hardware VHDL. El lenguaje VHDL (VHSIC Hardware Description Language) es usado muy ampliamente en el ámbito académico e industrial. Está concebido para realizar la descripción de sistemas digitales, empleando diferentes representaciones (comportamiento y estructura) y diferentes niveles de abstracción, existiendo una amplia variedad de herramientas software basadas en VHDL que facilitan el diseño, simulación y síntesis de los sistemas digitales.

Esta asignatura, que forma parte de la materia *Ingeniería de Computadores*, guarda relación no sólo con las otras dos asignaturas de la materia (*Ingeniería de Computadores I y II*), sino también con la asignatura de primer curso *Fundamentos de sistemas digitales*. Los conocimientos explicados en las asignaturas *Ingeniería de Computadores I y Fundamentos de sistemas digitales* constituyen la base para entender los fundamentos del diseño y análisis de hardware digital explicados en esta asignatura.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Se recomienda al alumno que antes de iniciar el estudio de esta asignatura curse las dos asignaturas de primer curso siguientes:

- Fundamentos de sistemas digitales
- Ingeniería de Computadores I

Los conocimientos explicados en esas dos asignaturas constituyen la base para entender los fundamentos del diseño y análisis de hardware digital explicados en esta asignatura.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	ALFONSO URQUIA MORALEDA
Correo Electrónico	aurquia@dia.uned.es
Teléfono	91398-8459
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA
Nombre y Apellidos	CARLA MARTIN VILLALBA
Correo Electrónico	carla@dia.uned.es
Teléfono	91398-8253
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE Y TUTORIZACIÓN

Las consultas pueden dirigirse al Equipo Docente de las tres maneras siguientes:

- La comunicación escrita se realizará preferiblemente a través de los foros del curso virtual de la asignatura. También puede contactarse con el Equipo Docente escribiendo a la dirección de correo electrónico de la asignatura (ic3@dia.uned.es), o mediante correo postal, que debe dirigirse a la dirección: "Alfonso Urquía, Dpto. de Informática y Automática, ETS de Ingeniería Informática, UNED, Juan del Rosal 16, 28040, Madrid".
- Llamando a los números de teléfono 91 398 84 59 / 82 53 cualquier lunes lectivo, entre las 16:00h y las 20:00h.
- Acudiendo personalmente a la E.T.S. de Ingeniería Informática de la UNED. En este caso, el alumno debe previamente concertar una cita con el Equipo Docente, mediante comunicación telefónica o escribiendo un correo electrónico.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

La metodología, los materiales didácticos y el contenido de esta asignatura contribuyen al desarrollo de competencias genéricas propuestas por la UNED y de competencias específicas del grado en Ingeniería Informática. Entre las

competencias genéricas, cabe destacar las siguientes:

- El material docente de la asignatura está especialmente concebido para su uso dentro del modelo educativo a distancia de la UNED. Esto facilita que el alumno pueda estudiar de manera autónoma, potenciando su iniciativa y motivación. El alumno, guiado por la planificación temporal propuesta por el Equipo Docente, desarrolla su capacidad para la gestión y planificación de su propio trabajo, y el manejo adecuado del tiempo.
- Los ejercicios resueltos de autocomprobación permiten al alumno desarrollar su capacidad para realizar el seguimiento y evaluación de su propio trabajo.
- Los trabajos prácticos evaluables permiten al alumno desarrollar su capacidad para la comunicación y expresión escrita en el ámbito científico y tecnológico. Además, por tratarse de trabajos que deben realizarse individualmente (sin plagios), su realización permite al alumno desarrollar su capacidad para el desempeño profesional ético.
- Las herramientas de comunicación, proporcionadas en el Curso Virtual de la asignatura, permiten al alumno desarrollar su capacidad para la comunicación adecuada y eficaz con otras personas, empleando medios tecnológicos.
- El estudio de la materia y la realización de las actividades propuestas en la asignatura contribuyen al desarrollo de capacidades cognitivas superiores del alumno, como son la capacidad de analizar y resolver problemas, de razonar de manera crítica y tomar decisiones en el contexto del diseño de hardware digital, y de aplicar los conocimientos a la práctica.

Asimismo, el contenido de la asignatura contribuye a que el alumno desarrolle las siguientes competencias específicas del grado en Ingeniería Informática:

- Capacidad de discutir los conceptos básicos de la matemática lógica y saber aplicarlos a la resolución de problemas propios de la Ingeniería.
- Capacidad para emplear programas informáticos con aplicación en Ingeniería.
- Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, todo ello en el contexto del diseño de hardware digital.
- Capacidad para conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.
- Capacidad para interpretar, valorar, modelar y crear nuevos desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.
- Capacidad de diseñar sistemas digitales, incluyendo computadores, procesadores específicos y sistemas empotrados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Como resultado del aprendizaje, se pretende que el alumno adquiera fundamentalmente las capacidades enumeradas a continuación.

1. El alumno debe adquirir la capacidad de discutir las diferentes etapas del ciclo de diseño de circuitos digitales y el uso en cada una de ellas de los lenguajes para la descripción del hardware (HDL).
2. El alumno debe adquirir la capacidad de discutir qué características fundamentales deben tener los HDL para poder describir circuitos digitales y qué características fundamentales deben tener los entornos de simulación que soportan este tipo de lenguajes.
3. El alumno debe adquirir la capacidad de aplicar el lenguaje VHDL al diseño para síntesis de circuitos digitales combinatoriales y secuenciales, tanto mediante la descripción de su comportamiento como de su estructura.
4. El alumno debe adquirir la capacidad de aplicar el lenguaje VHDL a la programación de bancos de prueba para testear los circuitos diseñados.

A continuación se detallan los resultados del aprendizaje que el alumno debe alcanzar tras estudiar cada uno de los temas.

TEMA 1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DEL HARDWARE DIGITAL

- Discutir la finalidad de los lenguajes para la descripción del hardware (HDL) y algunas de las principales ventajas que presenta su uso.
- Discutir el ciclo de diseño del hardware digital y el papel que desempeñan en el ciclo de diseño los HDL.
- Discutir y comparar las características de las siguientes tecnologías de fabricación de circuitos integrados: full-custom ASIC, standard cell ASIC, gate array ASIC, dispositivos programables en campo (FPGA, CPLD, PROM, PAL y PLA), y componentes estándar de pequeño y medio tamaño.

- Discutir las siguientes propiedades de los circuitos digitales: el retardo de los dispositivos, su ejecución concurrente, la marginalidad en el diseño y la fortaleza de las señales.
- Discutir el propósito y los fundamentos del test en diseño y manufactura, así como los conceptos: modelo de fallos, cobertura del test y calidad del test.
- Discutir la utilidad y composición de los bancos de pruebas.
- Discutir y comparar los niveles de abstracción y representación de los sistemas digitales.
- Realizar las operaciones básicas de manejo de algún entorno de simulación de VHDL'93 de su elección. Estas operaciones básicas incluyen al menos la edición de modelos VHDL, su depurado usando el debugger, su simulación y la visualización de los resultados.

TEMA 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE VHDL

- Discutir la finalidad de las unidades de diseño de VHDL entity, architecture, package y configuration.
- Describir la interfaz de los circuitos digitales mediante unidades de diseño entity. Discutir las características y las diferencias entre los modos in, out e inout de los puertos.
- Discutir la sintaxis y la finalidad de las sentencias concurrentes simple, condicional y de selección. Dibujar el diagrama conceptual del hardware a que da lugar la síntesis de estas sentencias y el correspondiente circuito al nivel de puertas lógicas.
- Discutir la sintaxis y la finalidad de la sentencia generate.
- Discutir la sintaxis y la finalidad de los bloques process y de las sentencias secuenciales de asignación a señal, a variable, if, case y del bucle for. En casos sencillos, dibujar el diagrama conceptual del hardware a que da lugar la síntesis del bloque process, y el correspondiente circuito compuesto de puertas lógicas y biestables.
- Discutir cómo se realiza el modelado del retardo en VHDL.
- Definir en VHDL la estructura de un circuito mediante instanciación y conexión de otros circuitos. Asimismo, discutir la utilidad de la parametrización en la descripción de un circuito.
- Discutir las principales características de las señales, variables y constantes en VHDL. Discutir la diferencia entre señales y variables en lo que respecta al retardo en la asignación de los nuevos valores.
- Discutir cuáles son los tipos predefinidos de VHDL y sus operadores básicos. Asimismo, discutir la finalidad, los operadores básicos y las funciones de conversión de los tipos de dato std_logic, std_logic_vector, unsigned y signed. Finalmente, discutir las características de los tipos de dato time y string, así como de los tipos enumerados.
- Discutir qué son los atributos en VHDL y la finalidad de algunos de ellos.
- Discutir qué finalidad tienen las librerías en VHDL y conocer las librerías más comúnmente usadas.
- Discutir la utilidad de los procedimientos y funciones de VHDL.
- Discutir la finalidad de las sentencias assert y report.

TEMA 3. SIMULACIÓN DEL CÓDIGO VHDL

- Discutir las etapas análisis, elaboración y ejecución, de que consta el procesamiento y simulación del código VHDL realizado por las herramientas de CAD.
- Discutir el orden en el cual debe compilarse el código VHDL, atendiendo a las relaciones existentes entre las diferentes unidades de diseño.
- Discutir los conceptos driver y función de resolución.
- Discutir en qué consiste la inicialización y cómo se realiza.
- Discutir qué son los atributos de las señales y los conceptos evento, señal activa, transacción y señal implícita.
- Discutir cómo se realiza la simulación de las asignaciones con retardo ?, y cómo se combina la simulación de asignaciones con retardo explícito y asignaciones con retardo ?.
- Discutir cómo se gestionan las colas de transacciones de los drivers.
- Realizar manualmente, paso a paso, la simulación de diseños sencillos, indicando cómo se realiza la inicialización, cómo va avanzando el reloj de la simulación, qué eventos se producen y cómo se gestionan las colas de transacciones planificadas. Saber comprobar el resultado de las simulaciones realizadas manualmente, usando para ello algún simulador de VHDL.

TEMA 4. DISEÑO DE LÓGICA COMBINACIONAL

- Discutir qué características debe reunir un diseño para que el circuito resultante de su síntesis sea combinacional.
- Diseñar circuitos lógicos combinacionales empleando VHDL, tales como funciones lógicas, multiplexores, sumadores y restadores binarios, y ALUs, describiendo el comportamiento y/o la estructura del circuito.

- Describir un mismo circuito combinacional usando diferentes representaciones (comportamental, estructural o mixta) y empleando diferentes tipos de sentencias, tanto concurrentes como secuenciales.
- Programar y simular bancos de prueba para circuitos combinacionales, y analizar los resultados de la simulación.

TEMA 5. REGISTROS Y MEMORIAS

- Discutir la diferencia conceptual entre la operación de reset síncrono y asíncrono. Describir ambas usando VHDL.
- Diseñar usando VHDL registros con las funcionalidades siguientes: reset, carga serie y paralelo, lectura serie y paralelo, y desplazamiento de 1 bit hacia la derecha e izquierda. Programar usando VHDL bancos de pruebas para los registros que testeen las funcionalidades anteriores.
- Discutir las características de los registros siguientes: registro de desplazamiento, registro multifunción, register file y registro triestado.
- Realizar el diseño comportamental y estructural usando VHDL de un register file.
- Programar bancos de pruebas que lean los vectores de test de fichero.
- Diseñar usando VHDL el acceso al bus de varios componentes mediante buffers triestado.
- Diseñar en VHDL memorias RAM y ROM, y buses bidireccionales.

TEMA 6. DISEÑO DE LÓGICA SECUENCIAL

- Diseñar usando VHDL distintos tipos de flip-flop y sus bancos de prueba. Diseñar usando VHDL el circuito latch. Discutir la diferencia entre un flip-flop y un latch.
- Discutir buenas prácticas aplicables al diseño para síntesis de circuitos secuenciales síncronos.
- Diseñar en VHDL máquinas de estado finito de Moore y de Mealy sintetizables, realizando el diseño tanto en base a la descripción de su estructura al nivel de puertas lógicas y flip-flops, como en base a su comportamiento.
- Diseñar y programar en VHDL bancos de pruebas de circuitos secuenciales síncronos. Discutir diferencias conceptuales entre los bancos de pruebas para circuitos secuenciales síncronos y para circuitos combinacionales.
- Discutir qué son las máquinas de estado finito seguras y realizar el diseño de este tipo de máquinas usando VHDL.

TEMA 7. METODOLOGÍA DE TRANSFERENCIA ENTRE REGISTROS

- Discutir los conceptos siguientes: operaciones RT, notación RT, programa RT y metodología RT.
- Discutir el ciclo de ejecución de una operación RT.
- Discutir los principios fundamentales de la programación RT.
- Dado un algoritmo, traducirlo a un programa RT.
- Describir usando VHDL programas RT sencillos y programar bancos de pruebas para testear estos diseños.
- Discutir los conceptos fundamentales de la síntesis de programas RT mediante FSMD. En particular, discutir la estructura general de la FSMD, cómo se realiza la síntesis del camino de datos y por qué la unidad de control puede sintetizarse como una FSM.

CONTENIDOS

TEMA 1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DEL HARDWARE DIGITAL

TEMA 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE VHDL

TEMA 3. SIMULACIÓN DEL CÓDIGO VHDL

TEMA 4. DISEÑO DE LÓGICA COMBINACIONAL

TEMA 5. REGISTROS Y MEMORIAS

TEMA 6. DISEÑO DE LÓGICA SECUENCIAL

TEMA 7. METODOLOGÍA DE TRANSFERENCIA ENTRE REGISTROS

METODOLOGÍA

El **texto base** de la asignatura es una Unidad Didáctica editada por la UNED. Este texto está adaptado para la educación a distancia y cubre totalmente el temario de la asignatura. En el CD que acompaña a la Unidad Didáctica puede encontrarse el código VHDL de todos los ejemplos y soluciones a los ejercicios.

En la **página web de la asignatura** (<http://www.uned.es/71012018/>) están disponibles los **objetivos docentes** de cada tema y el **temario detallado**, de modo que aquellos alumnos que lo deseen puedan preparar la asignatura empleando otros recursos diferentes al texto base.

Se recomienda al alumno que aprenda a manejar algún **simulador** de VHDL'93 y que realice por sí mismo la simulación de los diseños explicados en el texto base, así como que emplee dicho simulador para resolver los ejercicios y las actividades propuestas. En la página web de la asignatura y en el texto base puede encontrarse información acerca de varios simuladores gratuitos.

En la página web de la asignatura hay **ejercicios resueltos de autoevaluación**. También pueden encontrarse los **trabajos y exámenes resueltos** de anteriores convocatorias, y enlaces a **recursos de uso opcional** que pueden ser útiles para aquellos alumnos que voluntariamente deseen profundizar en la materia más allá de los objetivos planteados en la asignatura.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	4
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	Ninguno
Criterios de evaluación	La puntuación de cada pregunta se especifica en el enunciado del examen.
% del examen sobre la nota final	60
Nota del examen para aprobar sin PEC	0
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	0
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5
Comentarios y observaciones	El examen presencial escrito obligatorio se celebrará en todos los Centros Asociados, de manera coordinada, según el calendario previsto. El examen tendrá una duración de 2 horas, no se permitirá el uso de ningún material y constará de varios ejercicios, que el alumno deberá resolver de manera argumentada. El examen será calificado con una nota comprendida entre 0 y 10. Para

aprobar el examen debe obtenerse una nota igual o superior a 5.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

Descripción El trabajo práctico obligatorio consistirá en la realización y verificación de varios diseños de hardware digital propuestos por el Equipo Docente. Se propondrá un trabajo para convocatoria ordinaria y otro trabajo diferente para convocatoria extraordinaria.

El trabajo propuesto para convocatoria ordinaria será corregido por los profesores tutores y, en aquellos casos en que esto no sea posible, por el equipo docente.

En convocatoria ordinaria, la evaluación del trabajo se hará en la modalidad de evaluación continua formativa: la fecha límite de entrega coincidirá aproximadamente con la mitad del cuatrimestre, lo cual permitirá entregar al alumno la calificación a su trabajo y la solución antes de las pruebas presenciales.

El trabajo propuesto para convocatoria extraordinaria será corregido por el equipo docente y no se seguirá la modalidad de evaluación continua formativa: la fecha límite de entrega del trabajo coincidirá con la fecha en que se realiza la prueba presencial de la asignatura y el alumno recibirá la calificación al trabajo junto con su calificación al examen presencial. El enunciado de los trabajos, incluyendo información acerca de los plazos y la forma de entrega, se publicará en el curso virtual y en la página web de la asignatura.

Criterios de evaluación El trabajo práctico será calificado con una nota comprendida entre 0 y 10. Para aprobar el trabajo práctico debe obtenerse una nota igual o superior a 5. Para aprobar la asignatura es necesario aprobar el trabajo práctico.

Ponderación de la PEC en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega 16 de abril (conv. ordinaria) y 10 de septiembre (conv. extraordinaria)

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

Descripción La participación en los foros del curso virtual no es obligatoria. No obstante, se valorará positivamente la participación constructiva en los foros del curso virtual, entendiendo como tal la contribución a la resolución de dudas planteadas por otros alumnos, proporcionar información o comentarios útiles para que otros alumnos comprendan la materia, etc.

Criterios de evaluación La participación constructiva en los foros se valorará con una nota comprendida entre 0 y 1.

Ponderación en la nota final 0

Fecha aproximada

de entrega

Comentarios y
observaciones

¿Cómo se obtiene la nota final?

La nota de aquellos alumnos que hayan aprobado el examen y el trabajo práctico se calculará, como se indica a continuación, de las notas obtenidas en el examen y en el proyecto, y de la evaluación de la actividad del alumno en los foros:

$$\text{Nota} = \min(10, 0.6 * \text{notaExamen} + 0.4 * \text{notaTrabajo} + \text{actividadForos})$$

La nota del examen o del trabajo, obtenida en convocatoria ordinaria, se guardará para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico. Sin embargo, no se guardarán notas de un curso académico al siguiente.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788436262742

Título: DISEÑO Y ANÁLISIS DE CIRCUITOS DIGITALES CON VHDL (septiembre de 2011)

Autor/es: Alfonso Urquia ; Carla Martin ;

Editorial: UNED Col. Grado

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:

La Unidad Didáctica recomendada como bibliografía básica cubre totalmente el temario y es suficiente para preparar la asignatura. En la Unidad Didáctica se explican metodologías básicas para el diseño de circuitos digitales y para la programación de bancos de pruebas, todo ello empleando VHDL. A lo largo del texto se muestran diferentes ejemplos completamente desarrollados de diseño y test de circuitos digitales, y se plantean ejercicios prácticos, proporcionándose en todos los casos el código VHDL completo, el cual también se encuentra disponible en el CD-ROM que acompaña al texto.

El alumno puede emplear el software de CAD para VHDL'93 que desee, con el fin de simular los diseños en su propio ordenador. En la Unidad Didáctica y en la página web de la asignatura se dan indicaciones adicionales a este respecto.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780071400701

Título: VHDL: PROGRAMMING BY EXAMPLE (2002)

Autor/es: Douglas L. Perry ;

Editorial: McGraw Hill

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780262162241

Título: CIRCUIT DESIGN WITH VHDL (2004)

Autor/es: Volnei A. Pedroni ;

Editorial: MIT PRESS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780471720928

Título: RTL HARDWARE DESIGN USING VHDL: CODING FOR EFFICIENCY, PORTABILITY, AND SCALABILITY (2006)

Autor/es: Pong P. Chu ;

Editorial: : JOHN WILEY & SONS INC.

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780534466022

Título: ADVANCED DIGITAL LOGIC DESIGN: USING VHDL, STATE MACHINES, AND SYNTHESIS FOR FPGAS (2006)

Autor/es: Sunggu Lee ;

Editorial: NELSON THOMSON LEARNING

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:

Dado que VHDL es un lenguaje usado muy ampliamente, en Internet puede encontrarse abundante documentación sobre VHDL, ejemplos de diseño de circuitos, libros, herramientas de simulación, etc. En la página web de la asignatura (<http://www.uned.es/71012018>) hay algunos enlaces de interés.

A continuación se realizan algunos comentarios sobre los cuatro libros recomendados como bibliografía complementaria y su relación con el contenido de la asignatura. La consulta de estos libros es opcional, ya que el texto base cubre completamente el temario de la asignatura.

El Capítulo 1 de (Chu, 2006) proporciona información adicional acerca de los niveles de abstracción en la representación de los sistemas digitales, y acerca del ciclo de diseño del hardware digital y el papel de los HDL. Acerca de las características de los lenguajes para la descripción del hardware, se recomienda la consulta del Capítulo 2 de (Chu, 2006). El Capítulo 2 de (Lee, 2006) es una buena referencia acerca del diseño de lógica digital usando lenguajes para la descripción del hardware.

Existe gran cantidad de bibliografía en la cual se describen las capacidades y uso de VHDL'93. Los Capítulos 1 a 8 de (Perry, 2002) constituyen una exposición paso a paso, muy didáctica, de los conceptos básicos de VHDL. Los Capítulos 3 y 4 de (Pedroni, 2004) contienen muchos ejemplos de definición de nuevos tipos, conversión entre tipos, operaciones y atributos.

El Capítulo 6 de (Chu, 2006) es una excelente referencia acerca de la síntesis del código VHDL. En el Capítulo 7 de este mismo texto se dan recomendaciones y guías valiosas acerca del diseño con VHDL para síntesis de circuitos combinatoriales eficientes. En los Capítulos 9 y 10 de (Perry, 2002) se discute el diseño para síntesis usando VHDL.

Los Capítulos 8 y 9 de (Chu, 2006) contienen varios ejemplos de diseño de registros y memorias. En el Capítulo 7 de (Pedroni, 2004) se encuentra el código VHDL de diferentes registros descritos de diferentes formas y se discute el número de registros inferidos en cada descripción. Asimismo, se comentan algunos de los errores de diseño más comunes. En el Capítulo 9 de (Pedroni, 2004) se describe el diseño de diferentes elementos de memoria, tales como la memoria ROM y la RAM.

Los Capítulos 8 y 9 de (Chu, 2006) contienen también información útil y variedad de ejemplos acerca del diseño para síntesis de circuitos secuenciales. El Capítulo 10 está dedicado por completo al diseño de máquinas de estado finito con VHDL a partir de diagramas ASM. El Capítulo 8 de (Pedroni, 2004) es una buena referencia sobre las máquinas de estado finito y tiene varios ejemplos interesantes descritos en VHDL.

El Capítulo 11 de (Chu, 2006) describe el diseño de circuitos siguiendo la metodología RT, mediante el empleo de diagramas ASMD (diagrama ASM con camino de datos), y en el Capítulo 12 se desarrollan varios casos de estudio. En el Capítulo 5 de (Lee, 2006) puede encontrarse información adicional acerca del diseño aplicando la metodología RT, así como ejemplos de diseño detallados, como es el caso de un controlador LCD. En (Perry, 2002) puede encontrarse un ejemplo de diseño de relativa complejidad usando VHDL: una pequeña CPU, compuesta de un array de registros, una ALU, varios registros (de desplazamiento, contador de programa, de dirección y de instrucción), un comparador y una unidad de control. También en (Lee, 2006) pueden encontrarse diseños completos de relativa complejidad: un analizador de protocolo USB, varias unidades aritméticas rápidas y un microprocesador RISC.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el **curso virtual** de la asignatura en la plataforma Alf puede encontrarse:

- Los foros, que proporcionan un medio de comunicación entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesorado.
- El enunciado de los trabajos obligatorios: el de convocatoria ordinaria y el de convocatoria extraordinaria. La entrega y evaluación del trabajo se realiza también a través del curso virtual.
- Lista de preguntas más frecuentes.

En la **página web** de la asignatura (<http://www.uned.es/71012018>) puede encontrarse:

- Información detallada acerca del contenido y los objetivos docentes de la asignatura.
- Ejercicios de autoevaluación resueltos.

- Soluciones a los exámenes de las convocatorias anteriores.
- Soluciones a los trabajos prácticos planteados en convocatorias anteriores.
- Enlaces a sitios de descarga de software gratuito de simulación, enlaces a cursos y otros recursos relacionados con el diseño de circuitos digitales, etc.

Recomendaciones

Se recomienda visitar periódicamente la página web de la asignatura (<http://www.uned.es/71012018>), así como el Curso Virtual de la asignatura.

Orientaciones para la realización del plan de trabajo

ESTUDIO DE LOS CONTENIDOS TEÓRICOS

Al finalizar el estudio del Tema 1, sería recomendable que usted ya hubiera usado algún entorno de simulación de VHDL'93 para editar, simular y depurar código VHDL, así como para visualizar los resultados de la simulación. En el texto base se dan algunas instrucciones para la instalación y el manejo de los dos simuladores gratuitos VeriBest y ModelSim PE Student Edition. De entre estos dos simuladores, se recomienda el uso de ModelSim PE Student Edition, ya que es una herramienta más moderna y con mayores capacidades. En la página web de la asignatura, se proporcionan enlaces para la descarga de estos dos y de otros simuladores también gratuitos. Asimismo, los alumnos que no dispongan de acceso a Internet pueden utilizar el simulador VeriBest, que se encuentra en el CD que acompaña al texto base de la asignatura.

En el Tema 2 se abordan los fundamentos básicos de VHDL y se discuten múltiples ejemplos de diseños de circuitos, cuya finalidad es ilustrar el empleo de diferentes recursos del lenguaje VHDL'93. Puesto que se muestran los diseños de los circuitos, pero no los bancos de pruebas que ejercitan sus entradas, los ejemplos de este tema no están listos para ser simulados, y por ello este tema puede estudiarse sin necesidad de emplear el ordenador. En los ejercicios del Tema 2, sí se propone la programación de algún pequeño diseño y banco de pruebas, con lo cual sí es conveniente utilizar el ordenador para realizar algunos de los ejercicios del Tema 2. Por regla general, los ejemplos mostrados en los Temas 3 a 7 están completamente desarrollados. Es decir, cada diseño está acompañado de su banco de pruebas. Es muy recomendable que usted realice las simulaciones de estos diseños por sí mismo, familiarizándose de esta forma con el manejo del entorno de simulación y con la interpretación de los resultados de las simulaciones.

Como actividad complementaria se sugiere que introduzca variaciones en los diseños y en los bancos de pruebas propuestos en la parte teórica de los temas, realizando por sí mismo las simulaciones y la interpretación de los resultados.

En el epígrafe correspondiente de esta guía se han detallado los resultados de aprendizaje de cada tema. Un buen procedimiento de autoevaluación consiste en repasar los resultados de aprendizaje una vez completado el estudio del tema, analizando en cada caso si se ha alcanzado o no el objetivo.

EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN

Al final de cada tema del texto base se plantean ejercicios de autocomprobación y se explican sus soluciones. La forma en que usted debería trabajar es la siguiente. En primer lugar, debería estudiar la parte de teoría del tema. A continuación, debería intentar resolver por sí mismo los ejercicios de ese tema, sin consultar para ello la parte de teoría. Una vez haya desarrollado su solución al ejercicio, debería compararla con la solución propuesta en el texto base.

TRABAJO PRÁCTICO OBLIGATORIO

En esta asignatura el alumno debe realizar individualmente un trabajo práctico obligatorio. Se propondrán dos trabajos: uno para la convocatoria ordinaria y otro para la convocatoria extraordinaria.

- Convocatoria ordinaria. Al comienzo del cuatrimestre, se publicará el enunciado del trabajo en el Curso Virtual. En dicho enunciado se especificarán las tareas a realizar, la fecha y forma de entrega del trabajo, y los criterios que se aplicarán para su valoración. Es conveniente que el alumno se planifique de manera que haya estudiado los cuatro primeros temas antes de abordar la resolución del trabajo práctico. El trabajo será corregido por los tutores y, en aquellos casos en que esto no sea posible, por el equipo docente. La fecha de entrega del trabajo coincidirá aproximadamente con la mitad del cuatrimestre. Esto posibilitará que se informe al alumno del resultado de la evaluación de su trabajo con la antelación suficiente a la prueba presencial, de manera que este resultado pueda servirle como indicación acerca de si debe reorientar el estudio de la asignatura.

- Convocatoria extraordinaria. Una vez concluidos los exámenes ordinarios, se publicará en el curso virtual el enunciado del trabajo para la convocatoria extraordinaria. En dicho enunciado se especificarán las tareas a realizar, la fecha y forma de entrega del trabajo, y los criterios que se aplicarán para su valoración. El trabajo será corregido por el equipo docente. Las calificaciones del trabajo en esta convocatoria se publicarán junto con las calificaciones de la prueba presencial.

EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN: PREPARACIÓN DE LA PRUEBA PRESENCIAL

En la página web de la asignatura están disponibles ejercicios de autoevaluación resueltos, así como trabajos y exámenes resueltos de convocatorias anteriores. Cada uno de estos ejercicios es similar a la prueba presencial de la asignatura. Es recomendable que el alumno realice estos ejercicios durante la actividad "Preparación de la prueba presencial". Es decir, una vez haya estudiado los 7 temas.

Asimismo, es recomendable que realice cada ejercicio de autoevaluación en las mismas condiciones en que realizará la prueba presencial. Es decir, sin usar ningún material y midiendo el tiempo, de manera que dedique 2 horas a la