

# LIBRO ELECTRÓNICO PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL DISEÑO LÓGICO CON VHDL

N. BLANCO<sup>1</sup> Y J. CARLOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Automática y Computación. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría” - ISPJAE, La Habana, Cuba.*

<sup>2</sup>*, Primeras Inversiones Internacional S.A., La Habana, Cuba.*

*En este artículo se presenta la versión 2.1 del CD ROM Circuitos Lógicos en el que se ha incluido un nuevo libro electrónico para la enseñanza y el aprendizaje del diseño lógico con el lenguaje de descripción de hardware VHDL. Se resume la metodología seguida en el diseño e implementación de un disco compacto (CD) multimedia para el aprendizaje de los Circuitos Lógicos y las características particulares del nuevo libro. En esta nueva versión el sistema contiene ocho libros electrónicos hipermedia soportado sobre un CD ROM. Éstos son: Introducción a los Circuitos Lógicos, Álgebra de Conmutación, Mapas de Karnaugh, Compuertas Lógicas, Circuitos Combinacionales, Circuitos Secuenciales, Diseño Lógico con Circuitos Integrados y Diseño Lógico con VHDL. Los libros han sido utilizados en la enseñanza de diferentes programas de las carreras del perfil de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática o de Computación en varias universidades de cuatro países diferentes, Cuba, Colombia, Venezuela, Brasil y Ecuador.*

## 1. Introducción

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación, del departamento de Automática y Computación del ISPJAE, con el objetivo de introducir las nuevas tecnologías de la información en la enseñanza de los sistemas digitales y los microprocesadores. El objetivo general de este proyecto (1) es la aplicación de tecnologías de avanzada, tales como los sistemas de autor y los sistemas multimedia en el proceso de enseñanza aprendizaje, que le permitan al estudiante una rápida asimilación de los conceptos básicos de la Electrónica Digital, los Microprocesadores y la Arquitectura de Computadoras, así como la mejor apropiación de los métodos de razonamiento y aplicación de conceptos a la solución de problemas y le permitan al profesor, por otra parte, la fácil actualización de los conocimientos impartidos. El objetivo de este trabajo es el diseño, producción y aplicación en la enseñanza de un sistema de libros electrónicos multimedia para el aprendizaje de los Circuitos Lógicos.

El CD en sus versiones anteriores, la 1.0 (1), estudiaba los métodos tradicionales de diseño lógico con componentes de baja y media escala de integración; en la versión 1.1 (2) se actualizó, incluyendo el diseño lógico con dispositivos lógicos programables, pero no abordaba el diseño con el lenguaje de descripción de hardware VHDL.

En esta nueva versión se incluye un último libro “Diseño Lógico con VHDL” donde se trata de una forma didáctica el tema utilizando de forma eficiente la computadora como un medio de enseñanza; se utiliza la enseñanza problémica en la presentación del contenido y se resuelven un total de 12 ejercicios, paso a paso, a través de pausas, con el uso del botón resolver.

## 2. Metodología seguida en el diseño del sistema

El diseño persigue el objetivo de lograr un sistema lo más flexible y versátil posible para permitir utilizar los libros tanto como medio de enseñanza en aulas especializadas, como facilitar al alumno el auto estudio. Los libros están elaborados para permitir una enseñanza

semi presencial. Se siguió un formato de hipermedia que facilita la navegación por las páginas de cada libro por lo que se escogió una herramienta de software en su materialización que posibilita de forma relativamente sencilla la construcción de aplicaciones hipermedias. Partiendo de los objetivos, contenidos y métodos de exposición utilizando la enseñanza problémica, característicos de la disciplina a enseñar, Circuitos Lógicos, éstos se conjugaron con los avances informáticos que permiten tomar ventajas de la potencia que los gráficos y animaciones, así como las ventanas de textos bien utilizadas pueden tener en una más rápida asimilación en el conocimiento de la materia objeto de estudio. A continuación se presenta un resumen de los pasos dados en el diseño y producción de estos libros electrónicos:

1. El diseño del prototipo o guión interactivo.
2. El diseño o creación de las páginas, edición de textos, creación de botones para la navegación y otros objetos simples.
3. El trabajo gráfico. Incluye el dibujo de los gráficos, diagramas, tablas, inserción de fotos y otros objetos más complejos.
4. La determinación de los enlaces de las páginas. Este paso consiste en la conversión del libro en una hipermedia con la creación de las conexiones correspondientes, creación de palabras calientes, despliegues de visores, cajas de diálogo o mensajes, posibilidad de ampliación de figuras y conexión entre las diferentes páginas del libro.
5. La realización de las animaciones.
6. Depuración y pruebas.
7. Obtención del software de instalación y su grabación en el CD ROM.

Se ha escogido un diseño donde se simplifica la información a presentar en cada página, lo que implica utilizar una menor cantidad de textos y explicaciones que un libro de texto tradicional. El uso adecuado y combinado con los textos de las figuras, tablas, circuitos y otras animaciones ha permitido la reducción y optimización de explicaciones con textos y lleva a una mejor comprensión de la materia tratada.

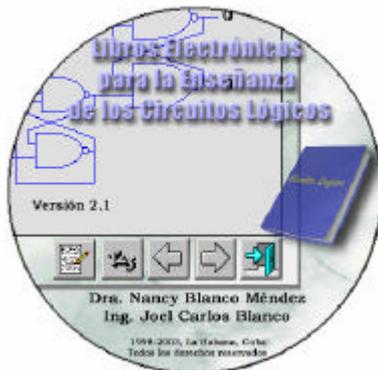
### **3. Características fundamentales del CD “Circuitos Lógicos”**

El equipamiento mínimo necesario para utilizar este software educativo es el siguiente: Computadora personal IBM o compatible (486 o superior), con 8 Megabytes de RAM y 25 Megabytes disponibles de disco duro. Monitor SVGA (Resolución 640x480, 24 bits). *Mouse* o ratón. Lector de CD ROM. Sistema operativo Windows 95 o superior. Para instalar estos libros en una computadora se suministra un CD ROM (figura 1). Se inserta el CD y se ejecuta el SETUP.EXE. Inmediatamente se pasa a ejecutar el programa de instalación el cual irá guiando al usuario de forma fácil con las instrucciones que aparecen en la pantalla, para que el conjunto de libros en el idioma deseado quede instalado en la carpeta que el usuario decida. Una vez realizado el proceso de instalación, ya no es necesario utilizar el CD y el alumno puede leer cada uno de los libros de forma independiente.

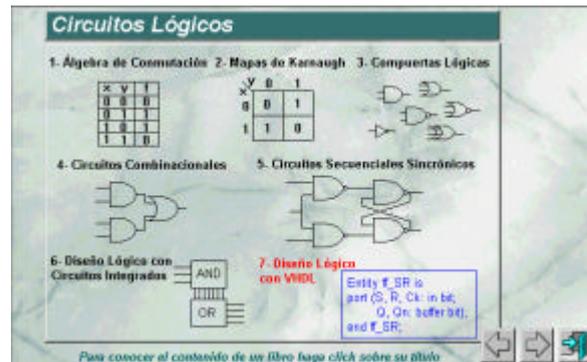
Este conjunto de libros tiene como objetivo presentar un curso completo de Circuitos Lógicos para utilizar como texto en la enseñanza universitaria. En su última versión, la 2.1, contiene los ocho libros electrónicos (figura 2), cuyos títulos aparecen en Español y en Portugués a continuación:

1. Introducción a los Circuitos Lógicos (Introdução aos Circuitos Lógicos).

2. Álgebra de Conmutación (Álgebra de Comutação).
3. Mapas de Karnaugh (Mapas de Karnaugh).
4. Compuertas Lógicas (Portas Lógicas).
5. Circuitos Combinacionales (Circuitos Combinacionais).
6. Circuitos Secuenciales Sincrónicos (Circuitos Sequenciais Síncronos).
7. Diseño Lógico con Circuitos Integrados (Desenho Lógico com Circuitos Integrados).
8. Diseño Lógico con VHDL (Desenho Lógico com VHDL).



**Figura 1:** CD “Circuitos Lógicos”



**Figura 2:** Contenido del CD “Circuitos Lógicos”

A continuación se presentará como ejemplo, de forma resumida, las características del nuevo libro incluido.

#### 4. Características fundamentales del libro “Diseño Lógico con VHDL”

El libro “Diseño Lógico con VHDL” se presenta en la pantalla durante pocos segundos a través de una agradable página (figura 3) que da paso a un índice donde el alumno puede seleccionar, haciendo uso del mouse el tema deseado, como se observa en la figura 4.



**Figura 3:** Presentación del libro “Diseño Lógico con VHDL”



**Figura 4:** Índice del libro “Diseño Lógico con VHDL”

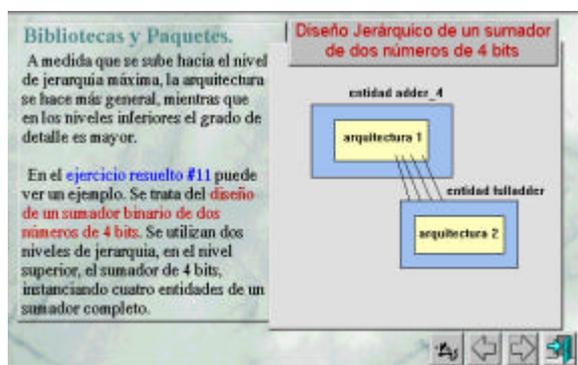
En la *Introducción* se exponen los objetivos y los pre-requisitos, así como se explica cómo se puede *navegar* a través de las páginas del libro, a través de los *botones*: Avance, Retroceso, Índice, Resolver, Ampliar, Repetir y Cerrar. De esta manera el sistema obtenido en forma de hipertexto ofrece un entorno interactivo, que puede ser explorado por el alumno, con el fin de buscar y seleccionar el tema deseado, navegando a través de las páginas del libro.

El objetivo de este libro es proporcionar los elementos básicos, para aprender a escribir programas en VHDL para diseñar sistemas digitales, de una forma rápida y efectiva. Al finalizar el estudio de este libro el alumno debe ser capaz de:

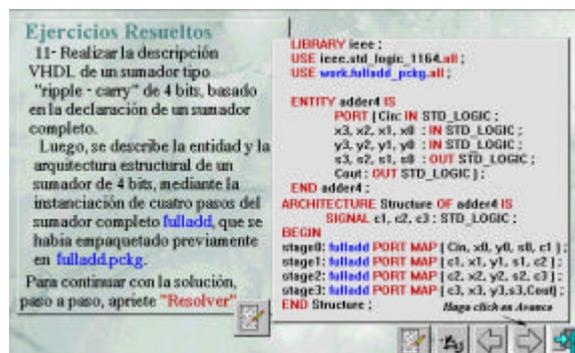
- 1- Saber las características generales de los lenguajes estructurados de descripción de hardware, y en particular del VHDL.
- 2- Saber la estructura de un programa escrito en VHDL.
- 3- Describir circuitos en el estilo estructural o lógico.
- 4- Describir circuitos por flujo de datos o transferencia de registros.
- 5- Describir circuitos por su comportamiento o funcionamiento.
- 6- Diseñar un sistema digital de forma jerárquica, utilizando cualquier tipo de descripción, incluyendo la descripción mixta.

Se ha escogido un diseño de página (figura 5) donde se presenta la pantalla dividida en dos cuadros, uno para texto a la izquierda y otro gráfico a la derecha. El cuadro blanco de la derecha representa la pizarra, donde se dibujan los circuitos, tablas, diagramas, se escriben los programas y se resuelven los ejemplos y ejercicios.

En el diseño de los libros se ha puesto especial énfasis en el trabajo gráfico dirigido a que el alumno vaya captando mejor los métodos estudiados. El alumno verá aparecer en la pantalla, a través de pausas, la realización de los ejemplos, de acuerdo a la metodología propuesta. En la mayoría de las pantallas el alumno dispone del botón *Resolver*, que permite ver cómo es la solución del ejemplo o ejercicio, paso a paso (figura 6).



**Figura 5:** Página del libro "Diseño Lógico con VHDL"



**Figura 6:** Ejercicio Resuelto # 11

En las *Conclusiones* se resume y enfatiza en los aspectos más importantes del contenido. El libro presenta doce *Ejercicios Resueltos* (figura 6) donde se aplican las metodologías estudiadas para la descripción con el lenguaje VHDL a varios ejercicios, paso a paso, con el uso del botón *Resolver*. Se ha hecho una selección de diseños con VHDL de circuitos combinacionales, circuitos secuenciales y sistemas digitales desde lo simple hacia lo complejo; con el objetivo de permitir una fácil asimilación del uso del lenguaje, empleando el diseño jerárquico y diferentes aproximaciones de las arquitecturas.

#### **4. Aplicación en la enseñanza universitaria**

Estos libros, desde sus versiones anteriores han sido utilizados con éxito en varias carreras universitarias del perfil eléctrico o informático en el ISPJAE: En Arquitectura de Computadoras de Ingeniería Informática, como medio de enseñanza en aulas especializadas con equipos de computación y televisor, y para el estudio independiente de los estudiantes. En las asignaturas Electrónica Digital I y II, de Ingeniería en Automática y Telecomunicaciones, en el estudio independiente.

También se han utilizado en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO), Venezuela, en la Universidad Industrial de Santander (UIS), Colombia y en la Universidad para el Desarrollo del Estado y la Región del Pantanal (UNIDERP), Brasil. La colección de libros, aparece como logro de la “Red Iberoamericana de Diseño Digital de Alto Nivel” y a disposición en su página web, (3), Uno de los libros “Mapas de Karnaugh”, resultó finalista en el “I Certamen Iberoamericano de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica” CITA 98, y se encuentra en el Centro de Recursos del TAAE, de la Universidad Politécnica de Madrid, (4).

A estas aplicaciones se ha sumado, en el último año, el uso del libro “Diseño Lógico con VHDL” en cursos y seminarios dictados por la autora, en la “Escuela Superior Politécnica del Litoral” (ESPOL) con resultados muy positivos y la adopción del CD Circuitos Lógicos, versión 2.1 como bibliografía básica de las asignaturas Sistemas Digitales I y II, en las carreras de Ingeniería Eléctrica y de Computación de la referida universidad, de Guayaquil, Ecuador.

#### **5. Conclusiones**

Se han presentado los resultados alcanzados en el diseño y producción de un CD multimedia para la enseñanza de los Circuitos Lógicos en dos idiomas, español y portugués. Los libros se utilizan en universidades de varios países y se han divulgado en la INTERNET en el ámbito hispanoamericano. La aplicación de este sistema representa un salto cualitativo en la enseñanza de la Electrónica Digital tanto en el contenido, como en la forma, permitiendo al profesor utilizar técnicas novedosas de enseñanza en aulas especializadas y facilita la enseñanza semi presencial.

Esta nueva versión, la 2.1, que se presenta en este artículo, permite ampliar la enseñanza de los Circuitos Lógicos al aprendizaje de una forma rápida y efectiva del lenguaje de descripción de hardware VHDL.

## Referencias

- [1] N. Blanco, J. Carlos. *The Teaching of the Digital Electronics and the Microprocessors through electronic books*. Proceedings of ICECE 99, International Conference on Engineering and Computer Education, CD-ROM: Rio de Janeiro, Brasil, (1999).
- [2] N. Blanco, J. Carlos. *Desarrollo de un CD Multimedia para el Aprendizaje de los Circuitos Lógicos*, TAAE 2002 Las Palmas de Gran Canaria, España, 2002.
- [3] Red Iberoamericana IX Diseño Digital de Alto Nivel: [http:// www.redixd.uniandes.edu.co](http://www.redixd.uniandes.edu.co).
- [4] Centro de Recursos, Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAAE), Universidad Politécnica de Madrid: <http://www.euitt.upm.es/taee>.