

SISTEMA PARA LA ENSEÑANZA DE VHDL BASADO EN WWW

Margarita Marrero Martín, Gustavo Marrero Callicó,
Pedro P. Carballo, Alfonso M. Escuela y Tomás Bautista

Dpto. de Electrónica y Automática y
División CAD del Centro de Microelectrónica Aplicada.
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Campus Universitario de Tafira. E-35017 Las Palmas de Gran Canaria

Tel. no.: +34 928 451271 Fax no.: +34 928 451243
E-mail: gustavo@cma.ulpgc.es

RESUMEN

Se presenta un sistema interactivo basado en WWW que pretende introducir al estudiante en el diseño de circuitos digitales usando el lenguaje estándar de descripción hardware VHDL. Entre sus principales ventajas cabe destacar su independencia tecnológica, lo que libera en primera instancia al estudiante de los detalles técnicos de la implementación física, y la capacidad de gestionar con gran eficiencia sistemas digitales de elevada complejidad. El uso del WWW proporciona a su vez cierta independencia de la plataforma de ejecución, y una disponibilidad permanente y a distancia de las herramientas, permitiendo al estudiante profundizar en función de su interés y conocimientos.

1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se ha desarrollado una aplicación educativa basada en el WWW que facilita al estudiante el aprendizaje del lenguaje de descripción hardware VHDL (*VHSIC -Very High Speed Integrated Circuits- Hardware Description Language*). VHDL es un lenguaje estándar IEEE (IEEE 1076-93) [1] para el diseño de circuitos digitales que permite describir un sistema desde diferentes niveles de abstracción que, junto con la posibilidad de introducir diseños de forma jerárquica, simplifican enormemente la tarea de diseño de sistemas digitales de muy alta complejidad. Una de las principales ventajas del VHDL es su independencia tecnológica, lo que libera al estudiante de ciertos detalles de la implementación física final, separando ésta de la etapa de diseño a nivel de comportamiento del circuito.

Para introducir al estudiante en el uso del VHDL se ha desarrollado un entorno basado en WWW. De esta forma se consigue que un estudiante sin conocimientos previos ni de la herramienta, en nuestro caso *Synopsys* [2], ni del lenguaje, pueda usar de una forma casi intuitiva todo el conjunto de herramientas para la compilación y simulación. Para ello se dispone de un amplio conjunto de ejemplos que el estudiante puede ir modificando para observar los cambios en el comportamiento del sistema, permitiendo en todo momento restablecer los modelos originales, recuperándose de los posibles errores cometidos durante las pruebas realizadas. En este trabajo se han aprovechado las principales ventajas de la tecnología WEB en lo que se refiere a la manipulación de documentos multimedia, la incorporación de hipertexto e hipermedia, la facilidad de creación de la documentación y el uso de protocolos estándares ampliamente soportados.

2 LENGUAJES DE DESCRIPCIÓN DE HARDWARE: VHDL

Los HDLs (*Hardware Description Languages*) se desarrollaron principalmente para poder gestionar diseños de complejidad cada vez mayor [3]. A menudo se establece una analogía con la historia de los lenguajes de programación. Los programas se hacían en un principio en código máquina (equivalente a descripciones de transistores) luego pasaron a describirse en lenguaje ensamblador (equivalente a *netlist*, descripción en puertas lógicas) y finalmente se usaron lenguajes de alto nivel (HDLs, como el VHDL).

Con los lenguajes de descripción de hardware se pueden realizar diseños donde las construcciones estructurales se mezclan con especificaciones algorítmicas o de comportamiento [4]. Gracias a esta capacidad de mezclar diferentes vistas se pueden describir sistemas desde un gran nivel de abstracción, para luego ir refinando el diseño. La metodología de diseño usando HDLs tiene varias ventajas fundamentales sobre la metodología de diseño tradicional a nivel de puertas. Entre estas ventajas podemos destacar las siguientes:

- Se puede verificar la funcionalidad del sistema en una etapa muy temprana del proceso de diseño, y simular inmediatamente un diseño descrito en VHDL.
- Gracias al uso de herramientas de síntesis y optimización lógica es posible obtener, desde una descripción en VHDL, una implementación a nivel de puertas reduciendo el tiempo de diseño y los posibles errores introducidos por la intervención humana.
- Las descripciones de un sistema electrónico en VHDL proporcionan información independiente de la tecnología de diseño, aumentando su legibilidad y comprensión.
- VHDL es un lenguaje en el que se hace mucho énfasis en los tipos (fuertemente tipado). Si una variable se define como entera en un rango del 1 al 15, se produciría un error si se le intenta asignar el valor 0. El uso incorrecto de tipos es la mayor fuente de errores en las descripciones, y es un aspecto muy conflictivo en el aprendizaje del lenguaje.

Debemos resaltar que para obtener un circuito sintetizable y de buenas prestaciones es necesario aplicar ciertas normas de diseño que se inculcarán al alumno a lo largo del curso. Estas normas de diseño van relacionadas con los estilos de descripción que mejores prestaciones obtienen para una tecnología determinada. No podemos olvidar en ningún momento que VHDL no es un lenguaje de programación, sino un método más de describir sistemas electrónicos. Si no tenemos este concepto presente en todo momento, podemos

obtener descripciones que ninguna herramienta de alto nivel sería capaz de sintetizar. Es muy importante inculcar este concepto a un estudiante que comienza a "programar" en VHDL, ya que, en primera instancia es eso lo que él cree estar haciendo: programando. A medida que el estudiante profundiza en el uso correcto del VHDL se encuentra con uno de los métodos más potente, fiable y sencillo de describir circuitos digitales. En cierta medida, para el diseñador hardware supone un salto comparable al que experimentaría un diseñador software cuando pasa de escribir en ensamblador a Ada o Java.

3 EL WORLD WIDE WEB

Comentaremos a continuación de forma muy breve aquellos aspectos más importantes del WWW relacionados con esta aplicación [5].

Internet. Se define Internet como una interconexión de redes informáticas que permite a los ordenadores conectados comunicarse directamente. El término suele referirse a una interconexión en particular, de carácter internacional y abierto al público, que conecta redes informáticas de organismos oficiales, educativos y empresariales. También existen sistemas de redes más pequeños llamados *intranet*, generalmente para el uso de una única organización.

WWW. El *World Wide Web* (también conocida como WEB) es una colección de ficheros, denominados lugares de WEB o páginas WEB, que incluyen información en forma de textos, gráficos, sonidos y videos (*hipermedia*), además de vínculos con otros ficheros (*hipertexto*).

Hipermedia/Hipertexto. Consiste en la integración de gráficos, sonido y vídeo en cualquier combinación para formar un sistema de almacenamiento y recuperación de información relacionada y de control de referencias cruzadas.

Servidores HTTP. Protocolo a nivel de aplicación orientado a objeto, que puede utilizarse para muchas tareas, tales como servidores y sistemas distribuidos de manejo de objetos, mediante la extensión de sus métodos de peticiones (comandos). Una característica del HTTP es que permite que se construyan los sistemas independientemente de los datos que van a ser transferidos.

Programas CGI. CGI (*Common Gateway Interface*), es una norma de interconexión de aplicaciones externas con servidores de información, tales como servidores HTTP o servidores WEB. Por otra parte, un programa CGI (*CGI script*) se ejecuta en tiempo real en el servidor, por lo que suministra información dinámica.

X-Window y clientes X. El sistema X-Window soporta interfaces gráficas de usuario. Una *interfaz gráfica de usuario*, permite manejar un ordenador utilizando además del teclado, un ratón u otro tipo de dispositivo apuntador. Un sistema X-Window implementa una jerarquía de ventanas de tamaño variable y soporta gráficos complejos, independientes del dispositivo, en un sistema cliente/servidor. Está basado en un protocolo de red asincrónico y no en procesos o llamadas al sistema.

PERL (*Practical Extraction and Report Language*). Es un lenguaje intérprete optimizado para examinar ficheros de texto, extraer la información de los mismos y con ella generar informes.

4 SISTEMA DE ENSEÑANZA DE VHDL SOBRE WWW

Como ya se ha apuntado, la aplicación desarrollada [6] consiste en un sistema interactivo programado en HTML y PERL que permite:

- a) Leer la documentación VHDL.
- b) Editar los modelos VHDL presentados, con lo que el estudiante puede probar codificaciones alternativas sobre las descripciones VHDL propuestas.
- c) Invocar el compilador VHDL sobre la descripción introducida.
- d) Recuperar la salida del compilador e invocar la ayuda *on-line* de la herramienta que está utilizando.
- e) Invocar el simulador, introducir estímulos y analizar los resultados.
- f) Añadir nuevos modelos a su entorno de trabajo desde un fichero local.
- g) Administrar de forma separada las áreas de usuarios, accesibles por contraseña.

Para acceder a la aplicación es necesario usar un visualizador HTML, como por ejemplo *Netscape*. Además es necesario tener disponible un servidor X local para las aplicaciones gráficas (*vhldbx* y *waves*), aunque no es necesario para la ejecución de las utilidades más básicas. Tal y como se ve en la Figura 1, la interacción cliente/software-educativo se realiza mediante un diálogo entre el cliente WWW y el servidor HTTPD.

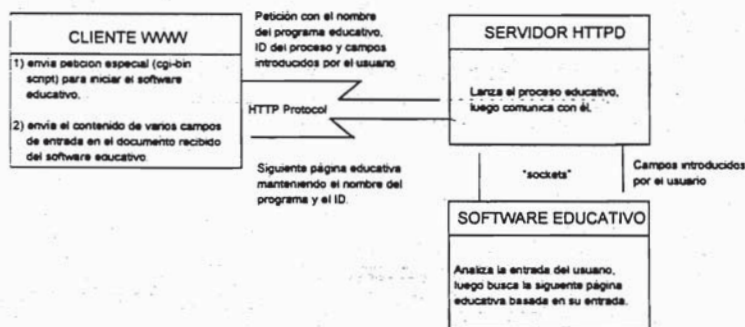


Figura 1. Diagrama de bloques de comunicación entre el usuario remoto y el *software* educativo vía WWW.

En la Figura 2 se muestra la arquitectura del sistema. Lo primero que necesita hacer el usuario es lanzar el navegador, para poder interactuar con el sistema. El visualizador HTML (*Netscape* en nuestro caso) mantendrá un diálogo constante con el servidor HTTPD (*Apache* sobre Unix SunOS/Solaris sobre SPARC) a través del protocolo HTTP, cada vez que envíe la petición de una nueva página WWW. La primera petición será la de la página de inicio, que contiene una breve introducción al VHDL y desde la cual el usuario puede acceder al formulario de alta o, si ya tiene dicha alta, conectarse a la página de entrada del tutorial. El servidor analiza la identificación del usuario, usando para ello las características de control de acceso que le proporciona el protocolo HTTP, y sólo podrá acceder a las áreas de trabajo para las que esté autorizado. Mediante la ejecución de programas CGI en el servidor HTTP es posible realizar la invocación de las herramientas de simulación de Synopsys, siendo éstas

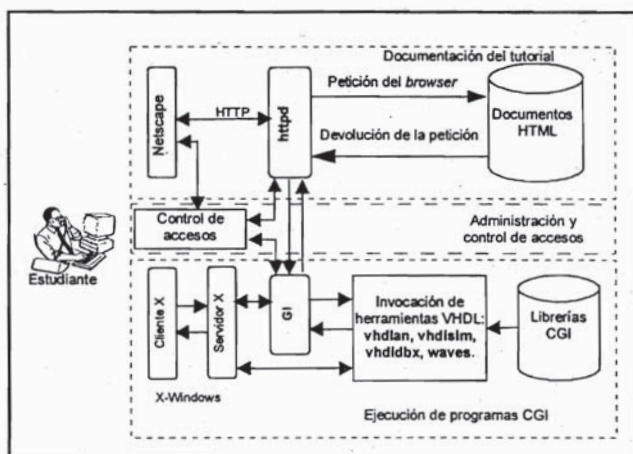


Figura 2: Arquitectura del sistema.

presentadas al usuario a través del visualizador WWW, si el resultado está en formato HTML, o a través de una ventana X-Windows.

En la Figura 3, puede verse a la derecha el visualizador HTML con los enlaces a las diferentes herramientas de compilación (vhdlan), simulación (vhdlsim), depuración (vhdldb) y visualización de formas de onda (waves) que proporciona Synopsys para VHDL. A la izquierda se ven las pantallas resultantes de llamar al depurador (arriba) y al visualizador de formas de onda (abajo).

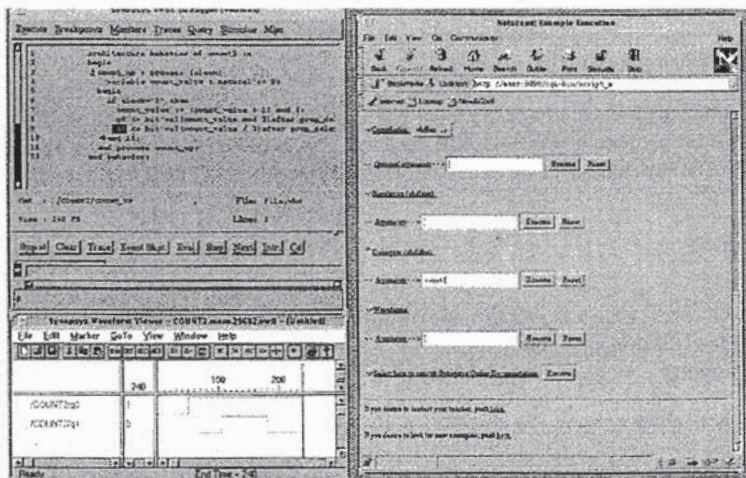


Figura 3: Ejemplo de la utilización del software educativo

Entre las principales características de la aplicación podemos destacar las siguientes:

- Incluye ejemplos prediseñados de VHDL, y está preparada para ampliar de forma muy sencilla la base de datos con nuevos ejemplos ya que la aplicación soporta la introducción de nuevos diseños, bien directamente, o bien mediante ficheros de texto ASCII.
- El uso de la aplicación es individualizado. Al existir un área de trabajo personalizada, los usuarios pueden realizar un trabajo continuado en diferentes días (multisesión) sin interferir entre ellos.
- Proporciona documentación *on-line* tanto sobre VHDL como sobre las herramientas de diseño.
- Incorpora enlaces con el conjunto de herramientas para VHDL de Synopsys: compilador, simulador, depurador y visualizador de formas de onda. Estas dos últimas aplicaciones requieren de algún entorno gráfico X-Window, ampliamente disponibles en dominio público.
- Añade facilidades para la supervisión del sistema: gestión de usuarios (altas y bajas), administración de las áreas de trabajo y otras funciones de administración.
- El entorno ha sido diseñado para facilitar al máximo su uso por parte de alumnos sin experiencia en el manejo de herramientas de diseño electrónico.

5 CONCLUSIONES

Con este sistema se ha pretendido, por un lado, desarrollar un entorno sencillo que integre la entrada de descripciones VHDL con las llamadas a las herramientas y con ayudas y ejemplos sobre el lenguaje y las herramientas, y por otro lado, dar al estudiante la flexibilidad de poder escoger el horario y la ubicación física que mejor se adecuen a sus necesidades, para que, fuera del horario lectivo pueda practicar cuanto desee, disponiendo de las mismas ayudas que en clase. Gracias a la gestión independiente que se realiza sobre las cuentas de usuarios, es posible mantener el trabajo realizado durante el tiempo que se estime oportuno a fin de que los estudiantes puedan realizar un trabajo incremental, enlazando así el trabajo de clase con el realizado en su tiempo libre.

Una vez desarrollado este sistema, y gracias a la ayuda económica aportada por la universidad a través de un proyecto de innovación docente, se prevee comenzar a usar este método de enseñanza a lo largo del curso académico que viene, tanto en la EUITT como en la ETSIT.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] IEEE. "IEEE Standard VHDL Language Reference Manual". IEEE Press, 1987.
- [2] Synopsys, Inc. www.synopsys.com.
- [3] J.M. Bergé, A. Fonkoua, S. Maginot y J. Rouillard. "VHDL Designer's Reference". Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [4] P.J. Ashenden. "The VHDL Cookbook". Univ. of Adelaide. 1990.
- [5] Harley Hahn. "INTERNET. Manual de referencia". Editorial Mc Graw-Hill. 1995.
- [6] A. García Mújica. "Sistema para la Enseñanza de VHDL basado en WWW". Proyecto Fin de Carrera de la EUITT de la ULPGC. Septiembre de 1997.