

APLICACIONES DE LA RED INTERNET EN LA DOCENCIA DE LA ELECTRÓNICA: DEL DISEÑO VLSI A LA LÓGICA PROGRAMABLE.

A. Rosado, M. Bataller, J. Guerrero, J.V. Francés, J. Espí.
GPDS. Dpto. Electrónica e Informática. Universidad de Valencia.
C/ Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot. VALENCIA.
Tno.(96)3864300 ext. 3397. Fax: (96)3864568.
e-mail: alfredo.rosado@uv.es

RESUMEN.- La obtención de información a través de la red Internet es una opción que se emplea cada vez con más frecuencia y donde existe la posibilidad de ampliar conocimientos referentes a cualquier tema imaginable.

En esta comunicación se describe la forma en la que se pueden utilizar todos estos recursos para dotar un laboratorio docente de diseño VLSI a coste prácticamente nulo en cuanto a software se refiere, se enumeran las amplias posibilidades para conseguir una actualización continua de la información suministrada a los alumnos así como las herramientas de consulta y discusión acerca de determinados problemas relacionados con los temas de diseño VLSI y con la lógica programable.

1.-INTRODUCCIÓN.

En nuestro recorrido por Internet, [1] y [2], haremos especial hincapié en tres temas relacionados con el diseño de CI's (Circuitos Integrados) y la lógica programable como son:

1. Software obtenible de forma gratuita (básicamente de diseño VLSI) o a través de versiones de evaluación.
2. Ayudas al diseño de FPGA's y obtención de datos técnicos.
3. Posibilidades de fabricación ASIC y tecnologías empleadas.
4. Foros de discusión.

Cada uno de estos puntos incluye diferentes métodos disponibles para la obtención de información, y básicamente son dos. El primero de ellos consiste en la navegación a través de páginas Web que se encuentran en los servidores World Wide Web (WWW) de todo el mundo, estas páginas (accedidas a través de búsquedas apropiadas) contienen información interesante en algunos casos, o bien muestran enlaces a otros lugares donde se nos muestra más información referente al tema que estamos tratando; si la información es de interés y nos está permitido, podremos obtener los ficheros necesarios para, por ejemplo, instalar un programa que se ofrece gratuitamente. Una segunda opción muy interesante son los foros de discusión FAQ (Frequently Asked Questions) llamados también Newsgroups, sistema de intercambio de información especializado por temas al que se accede con un visor de noticias y el correo electrónico, a través de los que es posible leer mensajes provenientes de otras personas que formulan preguntas o responden a otras, con lo que el flujo de información se da en ambas direcciones, pudiendo obtener información que resulta de la experiencia de diseñadores de todo el mundo.

La presente comunicación se ha estructurado de forma que se siguen los puntos mencionados anteriormente, así, se comienza describiendo las posibilidades de obtención de software gratuito, principalmente aplicado al diseño y simulación VLSI; a continuación se comentan las herramientas para la consulta y ayuda al diseño de las FPGA's a través de los servidores WWW de las compañías fabricantes, se describen las posibilidades de obtención de información sobre las tecnologías ASIC y finalmente se comentan los foros FAQ.

2.-SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN.

Actualmente, el coste de un sistema CAD de diseño VLSI es elevado, quedando su acceso limitado a usuarios que desarrollan labores investigadoras o de producción industrial donde, de alguna forma se rentabilizan las inversiones realizadas, esto hace que su aplicación a nivel docente en un laboratorio de prácticas resulte poco viable. Como alternativa, existen programas desarrollados principalmente en Universidades, que permiten al alumno desarrollar el diseño y simulación de un CI completo, es más, muchos de estos programas han sido enfocados para laboratorios docentes, por lo que su implantación a nivel docente resulta relativamente sencilla aunque en general se deben ejecutar bajo Unix, lo que implica la disponibilidad de una estación de trabajo que sirva como servidor a los ordenadores PC que se suelen utilizar en los laboratorios. En caso de no disponer de estación de trabajo, algunos de estos programas disponen de versiones que se ejecutan bajo Linux o DOS, lo que facilita su empleo. Para ser utilizados algunos programas requieren autorización expresa (que se concede sin dificultad) y en otros es necesario pagar una cantidad simbólica.

Si en cambio se desea dotar un laboratorio con un sistema CAD comercial como Mentor Graphics o Cadence, la mayoría de estas empresas disponen de un programa para Universidades donde es posible obtener su software a bajo coste o disponer de versiones de evaluación para un examen detallado del software, esta opción también resulta ventajosa para dichas empresas puesto que con este método se están formando futuros usuarios de sus productos. Hasta ahora se podía disponer de este software a precio reducido a través de Europractice (antes Eurochip), pero actualmente existe la posibilidad de contactar directamente con la compañía. De esta forma, el alumno aprende un sistema que es empleado hoy en día por las empresas a las que tendrá posibilidad de acceder una vez finalizados los estudios.

La tabla I muestra una descripción de los programas software que se pueden obtener junto con la dirección Internet donde se encuentran los ficheros para instalar dicho programa. Los elementos sombreados son los correspondientes a entornos de desarrollo completos como Ocean, Olympus o Alliance que incluyen herramientas de captura de esquemas, simulación, layout, análisis de fallos, etc. de tal forma que sólo faltaría la etapa de implementación física sobre CI, que podría realizarse a través de MOSIS, del cual hablaremos en el apartado 4 dedicado a la fabricación ASIC.

Una herramienta remarcable dentro de la tabla I debido a su potencia y amplia posibilidad de especificación de diseño es Ptolemy.

Nombre	Plataforma	Descripción	Entidad de procedencia	Dirección Internet
AμE ASIC Design Kit	Unix	Diseño ASIC Standard Cell para enlazar con MOSIS	Advanced MicroElectronic	http://www.AuE.com
ADORE	Unix	Generador para filtros de capacidades conmutadas	Univ. Berkeley	ftp://ic.eecs.berkeley.edu/pub
Alliance	Linux	Diseño VLSI para docencia. Incluye herram. FPGA	Univ. Pierre - Marie Curie	ftp://ftp.ibp.fr/ibp/softs/masi/alliance

Nombre	Plataforma	Descripción	Entidad de procedencia	Dirección Internet
Analog VLSI	Unix	Entorno de diseño para IC's analógicos	Univ. Massachusetts	ftp://micron.ece.umassd.edu
BLIS	Unix	Síntesis con HDL	Univ. Berkeley	ftp://ic.eecs.berkeley.edu/pub
Cadence	Unix	Entorno de diseño ASIC	Cadence	http://www.cadence.com
CARAFE	Unix	Análisis de fallos y vectores de test	Univ. California	http://sctest.cse.ucsc.edu/alvin/user/user.html
Chipmunk Tools	Linux-DOS-Unix	Esquemático, simulación y emplazamiento para CI's	Univ. Berkeley	http://www.pcmp/caltech.edu/Chipmunk
CIDER	Unix-Linux-DOS	Simulador de circuitos mixtos analógico-digitales	Univ. Berkeley	ftp://ic.eecs.berkeley.edu/pub
HYPER	Unix	Genera especificaciones de CI's para algoritmos DSP	Univ. Berkeley	http://infopad.eecs.berkeley.edu/~hyper
IGate Tools	Unix	Generación de vectores de test y simulación de fallos	Univ. Illinois	http://www.crhc.uiuc.edu/IGATE
Lager	Unix	Diseño VLSI orientado a aplicaciones DSP	Univ. Berkeley	ftp://ic.eecs.berkeley.edu/pub
LASI	DOS	Diseño de CI's y PCB's	Desconocido	ftp://SimTel/msods/cad
LOG/ IC	DOS- Win	Detección de fallos en CI's	Attest Software	http://www.attest.com
Magi CAD	Unix	Diseños ASIC de GaAs	Desconocido	smith.thomas@mayo.edu
Magic 6.4	Unix-Linux	Entorno completo para el diseño de CI's	Univ. Stanford	ftp://ftp.digital.com/pub/DEC/WRL/projects/magic
Mentor Graphics	Unix	Entorno de diseño	Mentor Graphics	http://www.mentorg.com
Nelsis IC Design	Unix	Entorno completo de simulación y diseño de CI's	Ministerio Holandés	http://dutentb.et.tudelft.nl/research/nelsis.html
Nemesis	Unix	Simulación de fallos en circuitos combinacionales	Univ. Stanford	http://www*ee.stanford.edu/ee/tcad/programs.html
OCEAN	Unix	Herramienta completa para el diseño de CI's	Univ. de Delft (Holanda)	ftp://donau.et.tudelft.nl/pub/ocean
Octools	Unix	Diseño completo de CI's	Univ. Berkeley	ftp://ic.eecs.berkeley.edu/edif
Olympus	Unix	Síntesis de CI's con descripción de alto nivel	Univ. Stanford	olympus@chronos.stanford.edu
PADS	DOS	Captura de esquemas y emplazamiento PCB	Desconocido	ftp://wuarchive.wustl.edu/systems/ibmpc/simtel/cad
Proper CAD	Unix	Diseño de CI con computación paralela	Univ. Illinois	http://www.crhc.uiuc.edu/ProperCAD/
Ptolemy	Unix	Descripción por diag. de bloques.	Univ. Berkeley	http://ptolemy.berkeley.edu
SimWindows	DOS-Windows	Simulación de elementos semiconductores	Univ. Colorado	http://ucsu.colorado.edu/~winston/simwin.html
SLS	Unix-Linux	Simulador a nivel de contactos para ctos. MOS	Delft University, Holanda	ftp://dutentb.et.tudelft.nl/pub/sls
TCAD	Unix(Sun)	Simulación de CI's	Univ. Stanford	http://www*ee.stanford.edu/ee/tcad/programs.html

Tabla I.- Herramientas gratuitas de diseño y simulación disponibles a través de Internet.

3.-LÓGICA PROGRAMABLE.

Dada la rapidez en el acceso de la información proveniente de cualquier lugar, es posible permanecer informado de las novedades en cuanto a nuevos dispositivos se refiere, que se están produciendo continuamente, para así mantener al día los datos que se suministran a los alumnos y las nuevas posibilidades que se abren con estos nuevos elementos como la

capacidad de implementar diseños cada vez más complejos. Con esto se consigue mantener al alumno en un nivel puntero de conocimientos para que sea capaz de aplicarlos al entorno industrial una vez finalizados los estudios. La tabla II muestra una lista de fabricantes a los que se puede acceder para obtener una completa información "on line" de sus manuales y Data Book de todos sus dispositivos. Estas empresas disponen de varios servicios añadidos con gran interés. En primer lugar, de forma análoga a como lo hacen en sus manuales, ofrecen una gran cantidad de notas de aplicación y diseño, es decir, ejemplos de utilización de sus dispositivos para ejecutar diferentes tareas, que se pueden utilizar para informar al alumno e incluso proponer ejercicios de diseños prácticos de gran actualidad como pueden ser las aplicaciones DSP, PCI, o el empleo de FPGA's analógicos (FPAA) o mixtos (FPMA). La otra opción interesante es la de hacer uso de sus programas para Universidades (disponible sólo en las grandes multinacionales como Altera, Actel o Xilinx) donde se ofrecen grandes ventajas a las Universidades interesadas en impartir cursos basados en sus dispositivos.

La disponibilidad de software gratuito queda bastante reducida dado que cada empresa fabricante de dispositivos suele comercializar su software exclusivo, aunque como excepción, y como una aproximación a la programación de FPGA's, se dispone del entorno de programación para dispositivos de Motorola (restringido a 8000 puertas) que es completamente gratuito. Por lo general, el software gratuito queda restringido a las etapas iniciales de descripción y simulación (ya sea de forma esquemática o a través de lenguajes de alto nivel como VHDL), las cuales generan un formato compatible con el entorno de programación de alguna de las empresas fabricantes para, desde este entorno comercial, poder programar físicamente el dispositivo. Si se emplea este último método, el estudiante puede manejar un entorno general en las primeras etapas de descripción para así no quedar restringido a un único programa orientado exclusivamente a un tipo de dispositivos, con el aliciente añadido de un coste nulo. La tabla II también incluye una lista de estas herramientas de diseño.

Nombre	Dirección Internet	Descripción y Características destacables
Actel	http://www.actel.com	Oferta a Universidades para impartir cursos con su software. Dispone de notas de aplicación interesantes.
Altera	http://www.altera.com	Oferta a Universidades para impartir cursos. Distribuye gratuitamente su software PALASM para PLD's.
AMD	http://www.amd.com	Suministra sus manuales. Dispone de librerías exclusivas para diseños DSP y PCI.
Atmel	http://www.atmel.com	Ofrece software de prueba, sus diseños y dispositivos están orientados a la descripción con ABEL y Synario.
AT&T	http://www.attme.com	Dispone de notas de aplicación y muestra las características de sus dispositivos.
Cypress	http://www.cypress.com	Contiene amplia información sobre el uso de VHDL enfocado a dispositivos lógicos. Ofrece soft. a bajo coste.
Gatefield	http://www.gatefield.com	Simplemente muestra sus dispositivos.
IMP	http://www.impweb.com	Propone sus EPAC (FPGA's analógicas) y el software Analog Magic. Demo gratis.
Lattice	http://www.lattice.com	FPGA's para programación en sistema ISP.
Motorola	http://Design-NET.com	Entorno completo de diseño y notas de aplicación
PLDShell	http://www.xess.com	Entorno para las antiguas FPGA's de Intel sobre DOS.
Pilkington	http://www.pmel.com	FPGA's analógicas (FPAA) y mixtas (FPMA).
Quicklogic	http://www.quicklogic.com	Describen sus productos.
Synplicity	http://www.synplicity.com	Síntesis VHDL y Verilog para FPGA's
V-system	http://www.antaresco.com	Compilador de VHDL para FPGA's versión Demo
Veritools	http://www.veritools-web.com	Software para descripciones en Verilog

Nombre	Dirección Internet	Descripción y Características remarcables
Transmogrifier C	ftp://ftp.eecg.toronto.edu/pub/software/tmcc	Convierte código C en formato para FPGA's de Xilinx
Xilinx	http://www.xilinx.com	Ofrece un programa para universidades. Muchas notas de aplicación y software ASIC Estimator gratuito.

Tabla II.- Recursos de lógica programable accesibles por Internet.

4.-TECNOLOGÍAS ASIC.

La implementación física es el último paso en el proceso de diseño de un CI, este es un factor importante para conocer las posibilidades de rendimiento reales que podemos obtener una vez fabricado el CI y que dependerá de la empresa fabricante a la que se encargue la fabricación. Proporcionando al alumno un conocimiento de las tecnologías disponibles actualmente, el alumno puede llegar a conocer todos los aspectos prácticos que rodean el proceso de fabricación de un CI y así obtener una panorámica completa del proceso de fabricación de un CI. En la tabla III muestra la dirección Web donde obtener los datos y prestaciones que ofrece cada compañía y algunos datos referentes a fabricantes de dispositivos ASIC y un resumen de la tecnología empleada por cada uno de ellos.

Si se estuviese realmente interesado en la fabricación de un dispositivo, MOSIS se encarga de coordinar esfuerzos entre diferentes entidades (principalmente Universidades) interesadas en la fabricación de un bajo número de unidades, y así conseguir un abaratamiento de los costes. Recientemente, MOSIS ha ampliado esta posibilidad a entidades de todo el mundo (anteriormente sólo era posible en Estados Unidos), con lo que se puede afrontar la posibilidad de fabricar un CI.

Nombre	Dirección Internet	Descripción y Características
Fujitsu	http://www.fmi.fujitsu.com	Mar de puertas. 0.35-0.65 μ m. Hasta 1.7M puertas.
IBM	http://www.chips.ibm.com	Células estándar y gate array mezclados. 0.35-0.65 μ m. 28K-2M puertas.
LSI Logic	http://www.lsillogic.com	Células estándar. 0.5 μ m. Hasta 1.6M puertas
MOSIS	http://www.isi.edu/mosis	CMOS y GaAs. Células estándar. 0.5-2 μ m. 250-2750 puertas/mm ² .
Motorola	http://Design-net.com	Células estándar. TTL y CMOS. 0.45-1 μ m. 12K-557K puertas.
OKI	http://www.okisemi.com	Mar de puertas y arrays estructurados. 0.5-0.8 μ m. 2K-846K puertas.
Texas Instruments	http://www.TI.com	Células estándar. 0.35-0.65 μ m. Hasta 1.7M puertas.
Toshiba	http://www.toshiba.com	Células estándar. 0.3-0.8 μ m. 12K-750K puertas

Tabla III.- Principales fabricantes ASIC.

5.-FOROS DE DISCUSIÓN.

Los llamados foros de discusión o Newsgroups son grupos especializados que permiten obtener información interesante puesto que los usuarios ponen sus conocimientos a disposición de cualquier persona interesada en ellos, esto sirve para evitar problemas que nos puedan surgir, por ejemplo, a la hora de hacer un diseño VLSI, y poder resolverlos de una forma sencilla puesto que otros diseñadores conocen la forma de resolver el problema, también se pueden utilizar para estar informado de aspectos relacionados con los temas de

trabajo propios y que no se encuentran en ningún tipo de documentación sino que se ha generado a través del trabajo diario de diseñadores de todo el mundo.

Enfocado a docencia, la obtención de información puede estar dirigida a los alumnos para una mejor realización de sus prácticas de laboratorio y conocer así esta herramienta disponible en cualquier momento, aunque dada su especialización, el profesor debe tutorizar su trabajo. Incluso puede enfocarse como un autoaprendizaje de forma que a través del conocimiento de determinados problemas puntuales se obtiene un dominio más profundo de la herramienta que se está empleando, pudiendo trasladar estos conocimientos al alumno en su trabajo de laboratorio.

6.-CONCLUSIÓN.

Como resumen final conviene remarcar los siguientes puntos:

1.- Se ha pretendido acercar las posibilidades que ofrece la red Internet al campo de la docencia de la lógica programable y el diseño VLSI. Éstas se han agrupado en tres apartados, a saber:

- Descripción de herramientas software de diseño VLSI (layout, simulación, etc.) y de lógica programable (PLDs, FPGAs, etc.) obtenidas vía Internet a coste reducido o nulo, junto con las direcciones en las que se localizan.

- Posibilidad de aprendizaje y consulta de forma directa mediante la conexión a los servidores WWW de compañías fabricantes de ASICs, FPGAs, etc. con el consiguiente flujo de información complementaria a la impartida en clases de teoría y con una actualización tecnológica constante.

- Presentación de los foros de discusión como elemento adicional, ya sea para el profesor o para el estudiante, en la enseñanza de la Electrónica.

2.- Con todas las herramientas que se han descrito, se tiene la posibilidad de dotar un laboratorio de diseño con unas características que resultan muy deseables en asignaturas de últimos cursos de carreras de Ingeniería como son la obtención de temarios de actualidad con una actualización continuada para su inmediata aplicación en el mundo industrial.

3.- La eficacia de este método se ha podido comprobar con la experiencia proporcionada por los alumnos de Ingeniería Electrónica que han demostrado un gran interés por los temas propuestos.

7.- BIBLIOGRAFÍA.

[1] Hann, H.: "Internet. Manual de referencia". McGraw-Hill. USA. 1994.

[2] Bonsón, E.; Fernández, R.; Sierra, G.: "World Wide Web". RA-MA. España. 1995.