

# INTERNET : CONTRIBUCIONES A LA DOCENCIA EN LABORATORIOS PDS

J.V. Francés, J. Guerrero, J. Calpe, R. Magdalena, A. Rosado, J. Muñoz  
GPDS. Dpto. Electrónica e Informática. Universidad de Valencia.  
C./Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot. VALENCIA  
Tfno. : 96-3864300 Ext. 3397. Fax. : 96-3864568.  
e-mail : Jose.V.Frances@uv.es

**RESUMEN.-** La presente comunicación pretende mostrar las posibilidades de la red Internet en la docencia de Procesado Digital de Señales (PDS). Por una parte se indica la manera de acceder al software gratuito con el que equipar los laboratorios y la obtención de información sobre dispositivos, mediante manuales, Data Sheets y notas de aplicación "on-line". También se pretende establecer un seguimiento de las experiencias docentes y nuevas posibilidades, como son los laboratorios virtuales, que este medio de comunicación ofrece.

## 1.-INTRODUCCIÓN

Internet es la red [1][2] de redes más extendida del planeta, interconectando en la actualidad más de 40 millones de usuarios.

Las posibilidades que ofrece este medio son muy amplias a todos los niveles, incluyendo los campos de docencia e investigación. Asimismo, todas las Universidades del mundo están conectadas a esta inmensa red y los profesores de cada Universidad pueden aprovechar este interesantísimo medio que ya representa una herramienta de trabajo imprescindible.

El acceso a la información de Internet puede llevarse a cabo básicamente mediante dos métodos :

- La navegación a través de páginas WWW ('*World Wide Web*'). Estas páginas contienen información y enlaces a otras páginas de la "Gran Telaraña Mundial" de ordenadores. En este caso será necesario tener un cliente de Web, que puede obtenerse fácilmente y de forma gratuita para educadores.
- La segunda opción son los foros de discusión (o Newsgroups), que es un sistema de intercambio electrónico especializado. Se accede con un visor de noticias y el correo electrónico. Así, es posible leer y contestar mensajes de otras personas que preguntan o responden a otras.

En nuestro recorrido por Internet, la presente comunicación pretende mostrar las diversas posibilidades de la utilización de dicho medio para la docencia de PDS. Se mostrarán diversas facetas que versan desde el equipamiento de los laboratorios a la obtención de documentación e información "on-line". Pero también se pretende un seguimiento de las nuevas posibilidades y experiencias docentes aplicadas a la



enseñanza del Procesado Digital de Señales, como son : experiencias de distribución de curriculum y la aparición de los primeros laboratorios virtuales de DSP.

## 2.-ACCESO A SOFTWARE DE LIBRE DISTRIBUCIÓN

Parte significativa del estado del arte del hardware en PDS corresponde a la programación en lenguajes de alto nivel de algoritmos implementados usando procesadores DSP programables de altas prestaciones (DSP) como son los Texas Instruments TMS320C3x o Motorola DSP56xxx. Este software ocupa un papel muy importante en la educación, y de su potencia y facilidad de uso dependerá que el alumno atrape los conceptos más rápidamente, en lugar de entretenerse en complicados pormenores de funcionamiento.

Internet proporciona al profesorado una fuente de software gratuito con el que poner al día el laboratorio a través de un buen número de herramientas software. En los FAQ (*Frequently Asked Questions*) del foro de discusión **comp.dsp** podemos encontrar una buena relación del software que se puede encontrar a disposición del dominio público.

Las herramientas disponibles, como por ejemplo compiladores de C, ensambladores y linkers, son contribuciones de terceros. También se puede disponer de una gran cantidad de librerías y aplicaciones que además de facilitar la realización de las prácticas, pueden darles un aspecto más interesante al estar basadas en aplicaciones reales. La tabla I indica algunas direcciones que conviene explorar. Como podrá comprobar gran parte del código y herramientas ofrecidas corresponden a placas de evaluación de bajo costo como son las placas DSK TMS320C26 Starter Kit de TI, DSK TMS320C50 Starter Kit de TI, DSP56002 EVM de Motorola, o el kit de evaluación ADDS21XXEZLIT de Analog Devices.

Nombre	Dirección Internet
TI	<a href="ftp://evans.ee.adfa.oz.au/mirrors/tibbs/">ftp://evans.ee.adfa.oz.au/mirrors/tibbs/</a>
	<a href="ftp://ftp.ti.com/mirrors/tms320bbs/">ftp://ftp.ti.com/mirrors/tms320bbs/</a>
	<a href="ftp://nic.funet.fi/pub/ham/dsp/">ftp://nic.funet.fi/pub/ham/dsp/</a>
MOTOROLA	<a href="http://www.design-net.com/dsp/bubfile/bub.html">http://www.design-net.com/dsp/bubfile/bub.html</a>
	<a href="ftp://nyquist.ee.ualberta.ca/pub/motorola/">ftp://nyquist.ee.ualberta.ca/pub/motorola/</a>
	<a href="ftp://nic.funet.fi/pub/ham/dsp/">ftp://nic.funet.fi/pub/ham/dsp/</a>
ANALOG DEVICES	<a href="ftp://ftp.analog.com/pub/dsp">ftp://ftp.analog.com/pub/dsp</a>

Además, se pueden encontrar versiones de evaluación de programas comerciales y software de PDS compartido por otras universidades ya usados en la docencia. De este último tipo destaca el entorno Ptolemy.

Ptolemy es un entorno de software potente y extensible, para el diseño de sistemas complejos usando técnicas de procesado de señal. El diseño puede ser realizado a diferentes niveles desde la formulación del sistema mediante diagramas de bloques hasta la implementación hardware vía programación en código ensamblador de DSP's tales como Motorola DSP56001. También es posible generar directamente código C directamente desde un diagrama de bloques de alto nivel para una posterior personalización. El rasgo más atractivo del Ptolemy es que es completamente de dominio público pudiendo ser encontrado en el ftp de **ptolemy.eecs.berkeley.edu**

Ptolemy esta formado por una colección de programas y unidades de datos/algoritmos, que permiten al usuario definir, ejecutar, e implementar sistemas de



procesado de señal. Esta disponible para arquitecturas Sun Sparc, DecStation, HP, SGI e IBM PC (en este ultimo caso con sistema operativo Linux).

### 3.- INFORMACIÓN TÉCNICA “ON-LINE”

La gran rapidez de transferencia de información desde cualquier parte del mundo, hace de la red Internet una herramienta única para permanecer informado sobre la aparición de nuevos dispositivos, herramientas de desarrollo, y nuevas tendencias en el sector. Sin embargo, las posibilidades de la información proporcionada por Internet no acaban ahí, a través la red de ordenadores por excelencia, pueden obtenerse rápidamente los manuales de los dispositivos, *Data Sheets* y Notas de Aplicación. Esta posibilidad permite mantenerse al día e introducirse rápidamente en ciertos dispositivos o tecnologías. La tabla II muestra una lista de fabricantes a los que se puede acceder para obtener una completa información “on-line” de sus dispositivos. Navegando a partir de los enlaces proporcionados, se puede encontrar en la mayor parte de los casos la gran cantidad de información técnica “on-line” a la que se ha hecho referencia.

Toda esta información, puede servir para actualizar la información que se le pasa al estudiante y mantenerlo en un nivel puntero de conocimientos que serán capaces de aplicar al entorno industrial tras la finalización de los estudios.

Nombre	Dirección Internet
Analog Devices	<a href="http://www.analog.com">http://www.analog.com</a> <a href="http://www.analog.com/publications/documentation/documentation.html">http://www.analog.com/publications/documentation/documentation.html</a>
AT&T Microelectronics	<a href="http://www.attme.com/">http://www.attme.com/</a>
Butterfly DSP	<a href="http://www.butterflydsp.com/">http://www.butterflydsp.com/</a>
Harris DSP Information	<a href="http://www.semi.harris.com/datasheets/dsp/dsp_family.html">http://www.semi.harris.com/datasheets/dsp/dsp_family.html</a>
IBM MWave Home Page	<a href="http://www.chips.ibm.com/products/mwave/index.html">http://www.chips.ibm.com/products/mwave/index.html</a>
Motorola DSP Information	<a href="http://www.motorola-dsp.com/dsp/index.html">http://www.motorola-dsp.com/dsp/index.html</a>
Texas Instruments DSP Development Support	<a href="http://www.ti.com/sc/docs/dsps/dsphome.htm">http://www.ti.com/sc/docs/dsps/dsphome.htm</a>
Zilog	<a href="http://www.zilog.com/computer.html">http://www.zilog.com/computer.html</a>

Un buen enlace para permanecer al día de los acontecimientos y las novedades en el campo del Procesado Digital es <http://www.dspnet.com>. DSPnet es el primer servicio www dedicado a la comunidad de tecnología en DSP. DSPnet le proporciona información sobre un amplia gama de chips con sus correspondientes ‘*benchmarks*’, y sobre tarjetas de desarrollo y evaluación para cualquier tipo de bus. También se pueden encontrar referencias y descripciones de sistemas operativos, herramientas HLL, librerías de desarrollo y otros tipos de software que puede adquirirse para ser usados con el hardware DSP. En conclusión, este es un completo catálogo, en el que intervienen más de 100 compañías del sector.



#### 4.- NUEVAS POSIBILIDADES DOCENTES A TRAVES DE INTERNET

La aparición de los primeros laboratorios virtuales introduce nuevas posibilidades a la docencia en PDS. El primer laboratorio virtual, denominado VirtuaLab®, fue creado en colaboración entre TI y DSPNET. Este es un servidor de dominio público, situado en <http://198.3.252.100/Welcome.html>, por lo que cualquiera puede acceder fácilmente simplemente registrándose de forma gratuita.

VirtuaLab® es un servidor, en el cual podemos acceder al software y hardware del TMS320C3X vía world-Wide-Web. Como todos sabemos, no es inusual poder utilizar una serie de recursos software situados en un servidor en cualquier sitio del mundo. La innovación ocurre tras la edición, compilación y enlazado del código de la aplicación que se está desarrollando, pudiendo entonces ejecutarse "on-line". Para ello el servidor dispone de dos depuradores hardware (Módulos Hardware de Evaluación) localizados en el laboratorio remoto de DSPnet.

El proceso comienza con la edición, pegado desde el portapapeles, o envío mediante ftp del código, tras lo cual se compila, ensambla y enlaza para obtener finalmente un fichero objeto (.obj). El usuario puede utilizar las herramientas software con tanta flexibilidad como si dispusiera de ellas en su computadora. Hasta aquí no es ninguna novedad. Sin embargo el usuario puede ejecutar y depurar su código sobre un módulo de evaluación hardware poseyendo total control "on-line" sobre aquel. No obstante, nótese que el laboratorio virtual solo posee dos módulos EVM, por ello el usuario debe de antemano reservar un tiempo de utilización del recurso. El servidor le asigna la hora deseada y le proporciona una clave de acceso al recurso para ese intervalo temporal, sin la cual no podrá acceder a él. Durante el tiempo adjudicado el usuario puede, via telnet, depurar su código tranquilamente seguro de poseer exclusivamente el recurso y con tanta flexibilidad como si estuviese conectado a su computadora.

Si se analiza detenidamente la aplicación de esta metodología tanto a la docencia como a la investigación, obtenemos grandes ventajas.

- Utilización eficiente del material docente e investigador, posibilitando que cuando un sistema no está siendo usado, pueda cederse a un usuario externo.
- Los alumnos podrían ampliar su horario de laboratorio y terminar cualquier trabajo desde casa de forma suficientemente flexible.
- Dada una menor necesidad de material, esto puede redundar en la calidad del material utilizado.

Estas ventajas inducen a pensar que pronto las universidades ofrecerán este tipo de laboratorios, no necesariamente de dominio público, tanto para docencia como para investigación.

Nótese que esto no es del todo complicado ya que sólo hace falta un servidor, que muy bien podría ser un PC bajo sistema operativo Linux o Windows-NT, que esté conectado directamente a estos recursos y programado para arbitrar el acceso a estos por parte de los alumnos.

Otra innovación que se ha experimentado via Internet ha sido la distribución del curriculum de un laboratorio de Procesado Digital. Esta experiencia se lleva a cabo por SPEC (*The Signal Processing Education Consortium*) formado por profesores de la Universidad George Mason, Universidad de Colorado, y Universidad de Rice. Las herramientas utilizadas son Internet y Matlab.



La distribución del curriculum consiste en la realización de prácticas de laboratorio, con los equipos de prácticas distribuidos geográficamente y comunicados mediante electronicamente a través de Internet. Los beneficios de la distribución son :

- Acceso de los estudiantes a una variedad de puntos de vista.
- Exposición a un grupo de estudiantes etnicamente diverso.
- Desarrollo de habilidades de trabajo en circunstancias en las que el equipo esta geograficamente distribuido.
- Desarrollo de habilidades de comunicación mediante las posibilidades que ofrece la actual conectividad electrónica.

El enlace a la página del SPEC : <http://www.spec.gmu.edu/> proporciona mayor información acerca de esta experiencia, donde la mayor ventaja es el desarrollo por parte de los estudiantes de habilidades para el trabajo en equipo a pesar de estar geográficamente distribuidos.

## **5.-CONCLUSIONES**

En el transcurso de la presente comunicación nos hemos aproximado a las posibilidades que ofrece la red Internet para equipamiento de laboratorios docentes de PDS, obtención de información técnica de dispositivos y sistemas de desarrollo "on-line", acceso a notas de aplicación y programas educativos desarrollados por terceros.

Además, hemos establecido un seguimiento de las experiencias docentes y las nuevas posibilidades que este medio de comunicación ofrece como son los laboratorios virtuales.

## **6.-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.