

Conectores

Autores: Manuel Armenteros Gallardo y Juan Pedro Ramos Díaz

Universidad Carlos III de Madrid

Grupo de investigación TECMERIN

Resumen: el siguiente trabajo tiene como objetivo analizar los tipos de conectores de vídeo y audio más utilizados para la captura y transmisión de vídeo. Se analizan las características y se explican los usos que tienen en función del tipo de señal de vídeo que se utiliza. El trabajo acompaña a los textos con ilustraciones que hacen de este material un contenido muy didáctico para el alumno.

Palabras clave: BNC, S-Video, Firewire, SDI, RCA, DVI, HDMI, USB Express -Card, Thunderbolt.

Conectores

Manuel Armenteros Gallardo y Juan Pedro Ramos DÍaz

Llevar vídeo digital hacia un ordenador es una actividad indispensable para las personas que se dedican a la producción audiovisual y es cada vez más frecuente entre los usuarios de PCs.

Una definición funcional de conector es la de “*sistema electromecánico* que proporciona una interfaz *independiente* entre dos subsistemas independientes sin un efecto *inaceptable* en la integridad de la señal o pérdida de energía” (Harper, 2005).

BNC

El BNC es un conector clásico para ser utilizado con cable coaxial (Figura 7) con todo tipo de señales de vídeo. Las más comunes son el vídeo compuesto, las señales de vídeo por componentes y las SDI. Fue inicialmente diseñado como una versión en miniatura del conector tipo C. Toma su nombre de sus dos inventores Paul Neill de Bell Labs (N connector) y el ingeniero de Amphenol Carl Concelman (C). BNC es un tipo de conector usado con cables coaxiales como RG-58 y RG-59, en las primeras redes ethernet, durante los años 1980. Básicamente, consiste en un conector tipo macho instalado en cada extremo del cable. Este conector tiene un centro circular conectado al conductor del cable central y un tubo metálico conectado en el parte exterior del cable. Un anillo que rota en la parte exterior del conector asegura el cable y permite la conexión a cualquier conector BNC tipo hembra.

RCA

RCA es el conector más utilizado para las señales de audio y entornos no profesionales, para transportar la señal de vídeo compuesto. En este caso, el conector suele llevar el color amarillo e ir acompañado de otros dos conectores RCA, uno blanco y otro rojo, que transportan la señal de audio estéreo.

Pero el RCA se utiliza también para el vídeo por componentes. En este caso se trata de tres cables RCA de colores rojo, verde y azul por los cuales se transmiten los diferentes componentes de color consiguiendo mayor calidad que con el vídeo compuesto.

Para citar este trabajo:

Armenteros, M. & Ramos, J.P. (2011). Conectores. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.



Figura 1 Conector RCA para transmitir señal de vídeo compuesto (amarillo) y audio estéreo. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

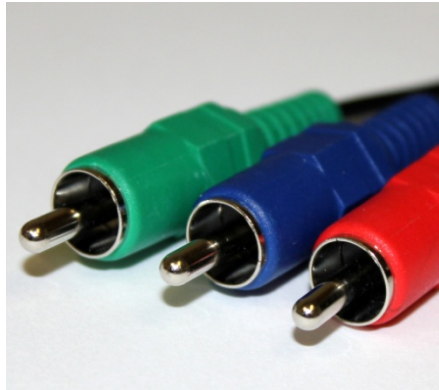


Figura 2 Conector RCA para transmitir señal de vídeo por componentes o RGB. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

Es importante no confundir el conector RCA con el conector de vídeo por componentes, lo cual es habitual ya que el conector es a simple vista igual y suele presentarse sin los cables que transportarán el audio, por lo que ambos son un trío de cables de diferentes colores y con conectores iguales. Sin embargo, hay que recordar que el vídeo por componentes utiliza esos tres cables para enviar las diferentes señales de vídeo, no de audio, mientras que de los tres cables que encontramos para el vídeo compuesto, dos se utilizan para audio y solo uno para vídeo. Por esto es importante la convención de colores que se utiliza de forma universal:

- Amarillo: *vídeo compuesto*
- Blanco y rojo: audio (en algunos conjuntos de cables de componentes que tienen los dos conectores RCA para el audio, se cambia el color rojo del conector de audio por uno negro para evitar confusión con el conector rojo que corresponde a la señal de componentes de vídeo)
- Rojo, Verde y Azul: *vídeo por componentes*

S-Video

S-Vídeo es un sistema de conexión analógico que fue introducido por JVC como un cable de conexión para los equipos Super VHS. La información de vídeo es codificada en dos canales: uno para la luminancia (L) y otro para la crominancia (C). Tiene más calidad que el vídeo compuesto pero menos que el vídeo por componentes. Es un tipo de conector que actualmente sigue incorporándose en casi todas las

pantallas de plasma o LCD y como conector de salida en cámaras de vídeo.



Figura 3 Conexión S-Vídeo para transmitir señal de vídeo compuesta. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

IEEE 1394 o Firewire

Es un interfaz para conectar periféricos a un ordenador y con la idea de sustituir al SCSI (*Small Computer System Interface*). Fue convertido en un estándar en 1995 por la organización IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), que lo rebautizó como IEEE 1394. El nombre Firewire es propio de Apple.

i.Link es una variante desarrollada por SONY. Los periféricos que lo usan no reciben la alimentación eléctrica por el cable usado para la transferencia de datos, lo que obliga a tener una fuente de alimentación con su propia conexión a la red eléctrica.

La versión más extendida del conector IEEE es la de 1394, el firewire 400, que alcanza una velocidad de transmisión de datos de 400 Mb/s. En el año 2002 surgió la norma de Firewire 800 que ha tenido menor implantación.

En 2007 se anunciaron nuevas versiones de Firewire que llegarían a velocidades de hasta 3,6 Gb/s, pero hasta la fecha no se han implantado en el mercado (2011).

Firewire 400 es una interfaz ampliamente conocida ya que fue adoptada por cámaras DV, unidades de DVD, empresas que producen tarjetas digitalizadoras como la Matrox, Pinnacle y Canopus así como por softwares como el Avid, Adobe Premiere, Final Cut Pro, entre otros.

Al igual que el USB acepta conexiones en *caliente*, o sea sin apagar ni reiniciar y podemos conectar una cámara a un disco duro sin necesitar equipo adicional.

Para citar este trabajo:

Armenteros, M. & Ramos, J.P. (2011). Conectores. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.

El principal aporte del Firewire al mundo del vídeo es la transferencia de audio y vídeo sin merma de la calidad y sin pérdida de *frames* o desincronización. Permite transferir el código de tiempo [*timecode*], que es un registro digital del tiempo que se graba en la cinta y que permite ubicar rápidamente una escena en posproducción.

La versión clásica del IEEE 1394 permite utilizar cables de una longitud máxima de 4.5 metros (en USB se pueden utilizar cables de hasta 5 metros).

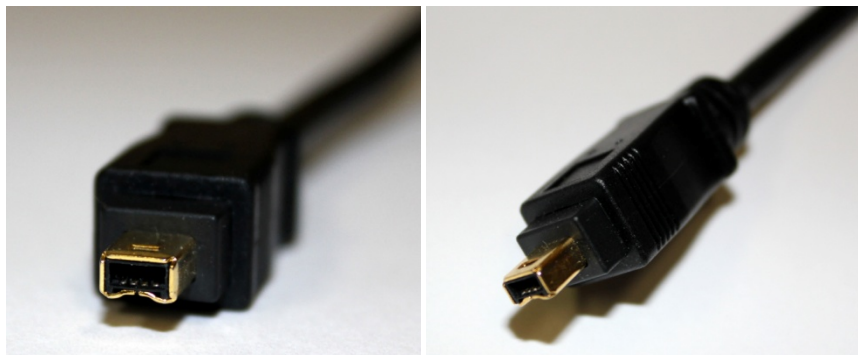


Figura 4 Conectores IEE 1394, *firewire 400* de 4 pines. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

Sin embargo, la conexión Firewire está limitada a los formatos DVC CAM, DVC PRO y al Mini-DV. Y si bien han permitido un acercamiento de la edición al ordenador, es importante resaltar que el muestreo que nos ofrecen es de 4:1:1.

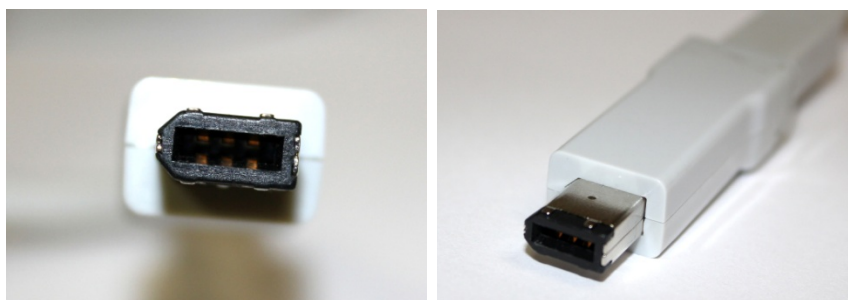


Figura 5 Conector IEEE 1394, *firewire 400* de 6 pines. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

En otras palabras, no es un problema del Firewire en sí, sino del formato de vídeo con el que trabaja. Por ello luego se lanzó el DVC PRO 50 que ofrece muestreo 4:2:2.

Existen otros formatos que permiten muestreos de la señal de vídeo a 4:2:2 como las cámaras de Sony XDCAM (formatos de grabación MPEG IMX y MPEG HD422) o de Panasonic AVCCAM (MPEG-4 AVC / H.264), incluso a 4:4:4 y sin compresión. Aunque la diferencia para el ojo

humano es mínima, las limitaciones del 4:1:1 se hacen evidentes en postproducción a la hora de emplear efectos complejos basados en la información de color como el *chroma key* y la corrección de color.

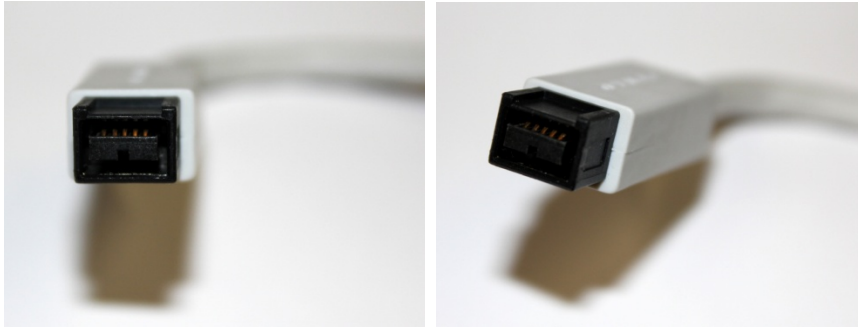


Figura 6 Conector IEEE 1394b, firewire 800 de 6 pines. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

SDI (Serial Digital Interface)

El SDI es un estándar normalizado por la norma ITU-R BT.656 y la 259 de la SMPTE.

Permite la captura de los formatos con muestreo a 4:2:2 (Betacam SX, Betacam Digital) y a 4:4:4 (alta calidad). Todos trabajan con el interfaz SDI que ofrece una verdadera transmisión de vídeo digital a un muestreo muy alto y sin compresión. Este conector utiliza un cable coaxial que permite transmisiones a mayores distancias que la conexión de vídeo compuesto, S-VHS o el firewire, y evita, además, la presencia de ruidos extraños en la señal del vídeo. Hay que tener en cuenta, no obstante, que capturar con SDI no significa más calidad si el formato original no la tiene.

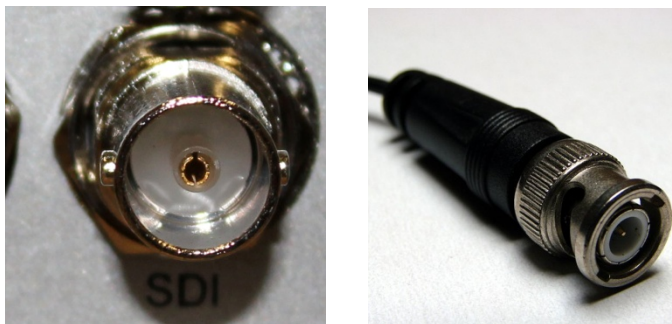


Figura 7 Conector hembra BNC utilizado para señal SDI. (Imagen: Juan Pedro Ramos) Figura 8 Conector macho BNC para señal SDI. (Imagen: Krzysztof Burghardt-Wikipedia)

Para citar este trabajo:

Armenteros, M. & Ramos, J.P. (2011). Conectores. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.

HD-SDI

El nuevo dispositivo de entrada/salida integrado ofrece el ancho de banda necesario para la captura y edición de formatos HD-RGB 4:4:4, como HDCAM SR.

Este estándar es parte de la familia de estándar SDI (basado en cable coaxial) creado para ser usado para transporte de vídeo digital sin comprimir.

Es conocido como el estándar 292M de SMPTE, y proporciona un flujo de datos de 1485 Gbit/s.

Recientemente ha aparecido un interfaz conocido en la industria como *dual link* y consistente en un par de conexiones SMPTE 292, que ha sido estandarizado en la norma SMPTE 372M. Ésta última proporciona un flujo nominal de 2.970 Gbit/s, y es usado en aplicaciones que requieren una gran definición (*full HD*), como la industria del cine.

Otros conectores

Conexión DVI

Digital Visual Interface (DVI) es un tipo de conexión (y de cable) creado en 1999 por Digital Display Working Group, (consorcio de empresas tecnológicas: Silicon Image, Intel, Compaq, Fujitsu, HP, IBM y NEC).

El estándar DVI 1.0 se creó originalmente para permitir la transferencia de datos con alto ancho de banda entre un ordenador y una pantalla plana. Es una alternativa al sistema analógico VGA que se utilizaba con los monitores de tubo. DVI está también capacitado para procesar vídeo de alta definición, dado el interés de la industria electrónica de consumo en este campo.

Bautizado como DVI, este sistema está basado en una tecnología denominada TMDS (*Transition Minimized Differential Signaling*) que utiliza cuatro canales de datos para la transmisión de la señal. En los tres primeros se conduce la información de cada uno de los tres colores básicos (rojo, verde y azul - RGB) y los datos de sincronización vertical y horizontal necesarios, y se reserva el cuarto canal para transmitir la señal del reloj de ciclos. Gracias a este sistema, el ancho de banda disponible es lo suficientemente grande como para transportar sin ningún tipo de compresión todos los formatos provistos de señales de vídeo en alta definición y resoluciones informáticas de hasta 1.600x1.200 puntos (UXGA). El DVI también tiene implementado un sistema de mayor envergadura denominado DVI Dual-Link, que utiliza en el mismo conector un enlace TMDS adicional que comparte la señal

del reloj y que permite resoluciones de hasta 2.048x1.536 píxeles (QXGA).



Figura 9 Conexión DVI. (Imagen: Juan Pedro Ramos)

Además de los datos TMDS, el estándar DVI maneja otro tipo de señales denominadas DCC (Display Data Channel). En este canal se establece una comunicación entre la fuente y la pantalla de informaciones auxiliares de vídeo (AVI), que permite entre otras cosas identificar la resolución soportada por el monitor, la relación de aspecto nativa del mismo, el tipo de señal que envía (RGB o Y/Cb/Cr) y diversos datos sobre colorimetría o geometría de la imagen.

A pesar de que esta conexión nació ligada al mundo informático, enseguida se vio la validez de la misma para el entorno audiovisual doméstico pero, como suele ocurrir en estos casos, existía un importante inconveniente: disponer de una imagen digital en estado puro suponía dejar en manos de los usuarios la posibilidad de crear copias perfectas (bit a bit), algo que ningún proveedor de contenidos desea, y mucho menos los grandes estudios de cine o las plataformas de televisión digital.

Para incrementar la seguridad del modelo de conexión, se desarrolló un sistema de encriptación de nombre HDCP (*High-Bandwidth Digital Content Protection*) que se basa en el intercambio de información entre dos dispositivos con conexiones DVI y que obligatoriamente han de confirmar las señales de validación que se envían entre ellos para seguir transmitiendo. Esto nos puede llevar al caso de tener una fuente DVI-HDCP y un proyector o una pantalla plana de LCD o plasma que no disponga de este certificado anticopia y resulten absolutamente incompatibles a pesar de contar con el mismo

Para citar este trabajo:

Armenteros, M. & Ramos, J.P. (2011). Conectores. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.

conector. Para concluir la migración del DVI desde el mundo informático al audiovisual, se añadieron las señales digitales de vídeo por componentes de diferencia de color Y/Cb/Cr a las originarias señales RGB. Esta combinación, más cercana a nuestros intereses de conexión DVI+HDCP+Y/Cb/Cr, ha sido denominada DVI-HDTV.

HDMI

El conector HDMI (*High-Definition Multi-media Interface*), Interfaz multimedia de alta definición, es la norma de conexión para audio y vídeo digital apoyado por la industria por la industria de la electrónica de consumo. HDMI provee un interfaz entre cualquier fuente de audio y vídeo digital como, por ejemplo, un sintonizador TDT, un reproductor de DVD o un televisor digital (DTV) o una pantalla de ordenador.

HDMI permite el uso de vídeo estándar, mejorado o de alta definición, así como audio digital multicanal en un único cable. Es independiente de los estándares de televisión digital de las distintas regiones del mundo como como ATSC en Estados Unidos, DVB en Europa. Tras ser enviados a un descodificador, se obtienen los datos de vídeo sin comprimir, pudiendo ser de alta definición. Estos datos se codifican en TMDS para ser transmitidos digitalmente por medio de HDMI. HDMI incluye también 8 canales de audio digital sin compresión. A partir de la versión 1.2, HDMI puede utilizar hasta 8 canales de audio de un bit. El audio de un bit es el usado en los Super audio CDs.

La versión 1.4 de HDMI del año 2009 incorpora un canal de retorno de audio que permite enviar datos de audio en ambas direcciones y un canal Ethernet (canal de datos que permite poder conectar con una red interna o con Internet a través del mismo cable HDMI).

Esta última versión además ha mejorado el ancho de banda de la conexión, permitiendo ahora resoluciones de hasta 4096x2160 píxeles, lo cual permite transportar vídeo en 3D, 2K y 4K.

HDMI es una conexión completamente digital que se basa en la misma tecnología fundamental que DVI y goza del apoyo de la industria de la electrónica de consumo. Las ventajas de HDMI son:

- Transfiere un ancho de banda extremadamente alto que hace que sea apropiado para los usos más allá de HDTV.
- Utiliza un solo cable para el vídeo y el audio.
- No utiliza la compresión de vídeo y garantiza así una alta calidad de imagen.
- No requiere innecesarias conversiones entre analógico y digital.
- Proporciona una tecnología de protección llamada HDCP (protección de contenidos digitales de gran ancho de banda)

que asegura el acoplamiento entre diversos componentes de HDMI.

- Apoya un protocolo integrado del control de la electrónica de consumo, que permite el controlar de todos los componentes de A/V con un solo mando a distancia.
- Es completamente compatible con DVI-HDCP y permite que los componentes de DVI sean conectados con la pantalla de HDMI a través de un adaptador pasivo simple del cable. Los componentes de HDMI se pueden también conectar con las de DVI-HDCP.
- Tiene un conector pequeño, que es un pin compatible con DVI, pero además lleva audio digital.

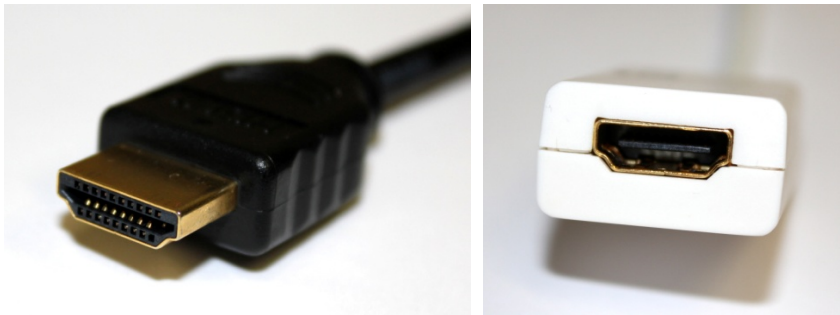


Figura 10 Conectores HDMI (Imagen: Juan Pedro Ramos)

USB (Universal Serial Bus)

Su versión más extendida es la 2.0. Esta versión ha superado la velocidad de transferencia de la versión anterior. Logra alcanzar hasta 480 Mb/s frente a los 1.5 Mb/s y 12 Mb/s del USB 1.1. La versión USB 3.0, muy poco extendida todavía en 2011, puede alcanzar velocidades de transferencia de hasta 5 Gb/s.

Usa arquitectura cliente/servidor, por tanto requiere una controladora de los dispositivos que conecta.

La utilización de USB 2.0 para el trabajo con archivos de vídeo se ha quedado reducida al mercado doméstico y de baja resolución, ya que a pesar de ofrecer una velocidad incluso superior al Firewire 400, su estructura hace que sea casi un tercio más lenta cuando se traspasan archivos. Por lo tanto ofrece una velocidad real muy justa para trabajar con archivos de vídeo en resolución estándar y claramente insuficiente para el vídeo en alta definición. Su uso más cotidiano ha terminado siendo el de conexión universal para periféricos de ordenadores como

Para citar este trabajo:

Armenteros, M. & Ramos, J.P. (2011). Conectores. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid.

discos duros externos, memorias flash, impresoras, escáneres, web cam, etc.

A finales de 2008 se presentó el nuevo estándar USB 3.0, pero casi tres años después, su implantación en el mercado ha sido menor de la esperada. Aún así, este sistema que permite una velocidad de transferencia de archivos de hasta aproximadamente 5Gb/s, reúne las características adecuadas para trabajar con vídeo, incluso a resoluciones por encima del HDTV.

Express-Card y Thunderbolt

Express-Card

Estos dos puertos de conexión son una alternativa al uso del USB o el Firewire a la hora de conectar dispositivos periféricos a nuestros ordenadores.

Express-Card viene a ser la evolución de las tarjetas PCMCIA, que se podían encontrar en la mayoría de los ordenadores portátiles, con el fin de ampliar las posibilidades de estos, al poder conectar por esa vía nuevo hardware sin necesidad de abrir físicamente el ordenador. Express-Card tiene la misma funcionalidad que su predecesora, sin embargo ha conseguido una mayor velocidad y menor consumo de energía, gracias a que se conecta directamente al bus del sistema. Esto lo puede hacer de dos maneras, conectándose a través del bus de USB (alcanzando solo la velocidad de USB 2.0 que son 480 Mb/s) o a través del bus PCIe (PCI Express) llegando a tener una velocidad teórica de hasta 2,5 Gb/s.

Con esta última configuración podremos conectar hardware de captura de vídeo, ya que los 2,5 Gb/s nos proporcionan un ancho de banda suficiente como para trabajar con vídeo en HD con mejores condiciones que Firewire 800, entre otros.

Existen dos tipos de tarjetas Express-Card según su tamaño, pero ambas compatibles. Unas son de 34mm de ancho y las otras de 54mm. Ambas de 75mm de largo y 5mm de alto. Por lo que si tenemos un puerto de 54mm podremos utilizar ambas, pero si el puerto de nuestro ordenador es de 34mm solo podremos usar las de este mismo tamaño.

Thunderbolt

Thunderbolt es la última conexión que han desarrollado conjuntamente Intel y Apple. Ha aparecido en el mes de mayo de 2011 en la nueva versión de los portátiles Macbook Pro de Apple, y en los nuevos sobremesa, iMac, de la misma marca.

Se basa en dos tecnologías principales: DisplayPort y PCI Express. Esta conexión ofrece una velocidad de hasta 10Gb/s en ambos sentidos a través de un solo puerto mucho más pequeño que el USB o el Firewire. De hecho, han reutilizado el conector que Apple usaba para su conexión MiniDisplayPort, que hasta ahora solo era de salida y servía para conectar un monitor adicional o un proyector, siendo compatible con VGA, DVI y HDMI.

Ahora, este puerto (a simple vista idéntico) ha pasado de ser solo un puerto de salida, a ser de entrada-salida (I/O) y ofrecer la posibilidad de conectar discos duros, pantallas, fuentes de vídeo... a velocidades de hasta 864 MegaBytes/segundo de lectura y 746 MB/s de escritura, unas 20 veces más rápido que USB 2.0, 12 veces más que *Firewire* 800, 4 veces más que Express-Card, y el doble de rápido que USB 3.0.

Su nombre, Thunderbolt, viene de que dispone de 10 vatios de alimentación para periféricos, y además, desde la página web de Apple anuncian que, gracias a que está basado en la tecnología PCI Express, es compatible también con periféricos USB y Firewire, y con las redes Ethernet Gigabit y Fibre Channel, a través de unos simples adaptadores.

Referencias

Harper, C.A. (2005). *Electronic packaging and interconnection handbook* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.