

# USB (Universal Serial Bus)



**José Manuel Huidobro**  
Ingeniero de Telecomunicación

**U**SB es una nueva arquitectura de bus, o un nuevo tipo de bus, desarrollado a finales de la década de los 90 por un grupo de siete empresas (Compaq, Digital Equipment, IBM, Intel, Microsoft, NEC y Northern Telecom), que forma parte de los avances *plug-and-play* de Windows 98 y permite instalar periféricos en el ordenador, conectándolos directamente en la parte posterior o anterior, sin necesidad de incorporar tarjetas internas.

Casi con toda seguridad, los ordenadores adquiridos después del año 2000 llevarán en su parte posterior o anterior dos o tres pequeños conectores rectangulares, además de las típicas interfaces serie y paralelo. Estos son la interfaz física del Universal Serial Bus (USB), que permiten la conexión de multitud de dispositivos tales como teclados, ratones, altavoces, impresoras, lectores externos de CD, módems, routers, webcams, cámaras fotográficas digitales, escáneres, unidades ZIP de almacenamiento y centralitas digitales, entre otros.

USB es un estándar que permite conectar hasta 127 dispositivos partiendo de un único conector. Con una velocidad inicial de 12 Mbps (la versión 1.1 de 1995), el objetivo del USB era paliar las carencias del puerto PS/2 y de los serie RS-232 (mucho más lentos ya que solo admite 115 kbps) y del puerto paralelo (mayor velocidad, pues puede llegar a 1,5 Mbps, pero con un alcance muy limitado), además de que cada uno de éstos sólo permiten conectar un dispositivo al mismo tiempo. El bus USB, con un

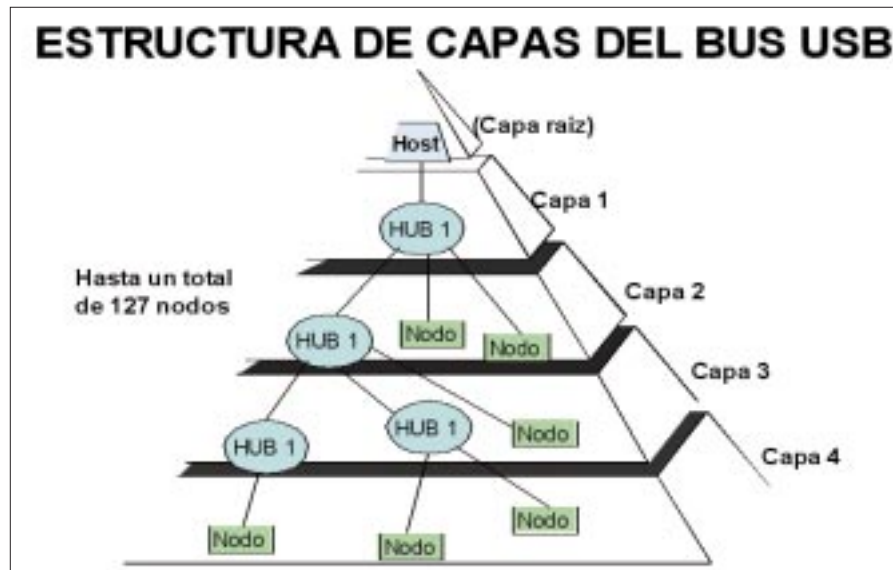
cable flexible de cuatro hilos (2 para distribución de alimentación a 5 voltios y otros dos para transmitir datos) consigue velocidades muy por encima de las que se pueden transmitir con ambos tipos de puertos.

El USB tiene un gran ancho de banda, es fácil de usar y configurar, por lo cual es ideal para reemplazar a los tradicionales puertos serie y paralelo. Además permite añadir dispositivos "en caliente", esto es, sin apagar el ordenador o el dispositivo que se va a conectar. Por ello, en un futuro cercano todos los conectores anteriormente citados desaparecerán de nuestro ordenador, eliminando además la necesidad de contar en la placa base o de expansión de los controladores para dispositivos serie, paralelo, ratón PS/2, joystick, etc.

Con la nueva versión USB 2.0, llamada USB de alta velocidad (que es

la que ya incorporan todos los dispositivos), se puede llegar a velocidades de 480 Mbps (40 veces más rápido que la anterior) permitiendo la conexión de prácticamente cualquier dispositivo, desde videocámaras a discos duros externos. La nueva versión es compatible con la anterior y usa los mismos cables y conectores, por lo que la inversión que se haya realizado en equipamiento sigue siendo válida.

La mayoría de los ordenadores de sobremesa vienen con dos o tres puertos USB y los portátiles con al menos uno. Si se necesitan conectar varias líneas USB a un mismo ordenador, se han creado divisores USB o "hubs" que pueden llegar a tener varias bocas USB, similares a los conectores RJ-11 que se utilizan para ampliar las tomas de equipos en una línea telefónica (ladrones). →



### CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS

La conexión de dispositivos USB es muy fácil ya que basta con insertar el conector rectangular USB en el puerto USB del ordenador. Si el ordenador tiene un sistema operativo actualizado (por ejemplo Windows 98 o superior), este detectará automáticamente el nuevo dispositivo y abrirá el controlador correspondiente; desde ese momento se podrán transferir datos entre ambos.

Además de conectar dispositivos al ordenador, el USB también permite aumentar el número de puertos serie RS-232 o paralelo. Hay convertidores USB-a-serie y USB-a-paralelo con la electrónica incorporada en los propios conectores. Estos pueden funcionar con control por hardware, software o Xon/Xoff, como los puertos serie de la placa base del ordenador.

Se puede construir una pequeña red de área local entre dos ordenadores usando el USB. Aunque los cables USB son asimétricos, para conectar dos PC se necesita un cable puente de datos USB (USB Data Bridge) PC-a-PC. Este cable tiene un conector "A" en cada extremo y, una vez conectados los dos PC, se pueden compartir ficheros e impresores sin ninguna dificultad. Sin embargo los ordenadores tendrán que estar en la misma habitación ya que el cable USB puede tener como mucho 5 metros. Si se necesita conectar ordenadores separados a mayor distancia se tendrá que conseguir un prolongador hardware USB. Aún así, la conexión USB PC-a-PC sigue siendo la forma más sencilla y barata para conectar un ordenador de sobremesa y un portátil, por ejemplo.

Si se necesita una conexión inalámbrica entre ordenadores, se puede conectar unos puntos de acceso inalámbrico (WiFi) a los buses USB de cada uno de ellos, que se alimentan a través del propio bus, por lo que la instalación es sumamente sencilla. Si la vivienda dispone de una red local Ethernet, hay adaptadores a 10/100



BaseT que funcionan con cualquier cable de categoría 5.

### FUNCIONAMIENTO DEL USB

El bus USB trabaja como una interfaz para la transmisión de datos y distribución de energía, que ha sido introducida en el mercado de PC y periféricos para mejorar las lentas interfaces serie y paralelo. Utiliza 4 hilos, ofrece 12 Mbps (480 Mbps), es "plug and play", distribuye 5V para alimentación, y está siendo adoptada rápidamente por la industria informática.

Es un bus basado en el paso de un testigo, semejante a otros buses como los de las redes locales en anillo con paso de testigo (Token Ring) y las redes FDDI. El controlador USB distribuye testigos por el bus y el dispositivo cuya dirección coincide con la que porta el testigo responde aceptando o enviando datos al controlador. Este también gestiona la distribución de energía a los periféricos que lo requieran.

Emplea una topología de estrellas apiladas que permite el funcionamiento simultáneo de 127 dispositivos a la vez. En la raíz o vértice de las capas, está el controlador anfitrión o host que controla todo el tráfico que circula por el bus. Esta topología permite a muchos dispositivos conectarse a un único bus lógico sin que los dispositivos que se encuentran más abajo en la pirámide sufran retardo. A diferencia de otras arquitecturas, USB no es un bus de almacenamiento y envío, de forma que no se produce retardo en el envío de un paquete de datos hacia las capas inferiores.

Como detalle sorprendente es que cada puerto utiliza una única solicitud de interrupción (IRQ) independientemente de los periféricos que

tenga conectados (sea 1 ó 127) por lo tanto no hay riesgo de conflictos entre una cantidad de dispositivos que de otra forma no podrían ser conectados por falta de recursos.

Como resumen de los beneficios que reporta a los usuarios usar el USB, tenemos:

- **Conexión más sencilla**
- **Plug and Play**
- **Conexión en caliente (Hot Plug-gable)**
- **Mayor rendimiento**
- **Soporte multiplataforma**
- **Múltiples dispositivos de manera simultánea**

Pero también presenta alguna desventaja:

- **El ancho de banda se reparte entre los dispositivos**

Esto no importa mucho si estamos conectando otro ratón, pero si se quieren conectar 126 impresoras al mismo puerto USB e intentar imprimir en todas a la vez, seguramente lo harán con una lentitud pasmosa. Sin embargo, parece un ancho suficiente para utilizar algunos dispositivos portátiles, mientras no intentemos usarlos todos a la vez.

### COMPONENTES DEL USB

El sistema de bus serie universal USB consta de cuatro componentes:

- **Controlador**

El controlador reside dentro del PC y es responsable de las comunicaciones entre los periféricos USB y la CPU del PC. Es también responsable de la admisión de los periféricos dentro del bus, tanto si se detecta una conexión como una desconexión y del control de flujo de datos entre el periférico y la CPU. Para cada periférico añadido, el controlador determina su tipo y le asigna una dirección lógica para utilizarla siempre en las comunicaciones con el mismo. Si se producen errores durante la conexión, el controlador lo comunica a la CPU, que, a su vez, lo transmite al usuario. Una vez se ha producido la conexión correctamente, el contro-

lador asigna al periférico los recursos del sistema que éste precise para su funcionamiento.

#### – Hubs/Concentradores

Son distribuidores inteligentes de datos y alimentación, que hacen posible la conexión a un único puerto USB de hasta 127 dispositivos. De una forma selectiva reparten datos y alimentación hacia sus puertas descendentes y permiten la comunicación hacia su puerta de retorno o ascendente.

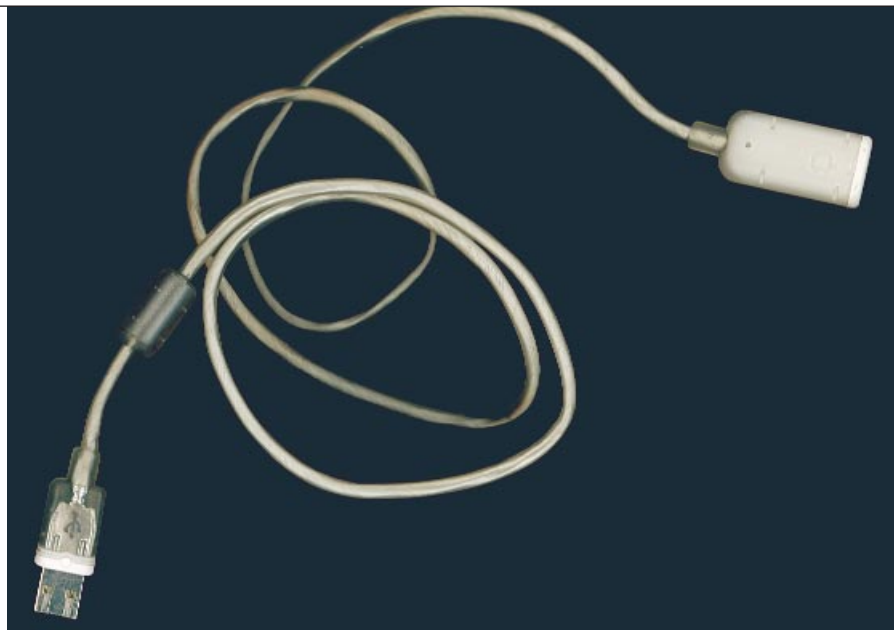
Además del controlador, el PC también contiene el concentrador raíz. Este es el primer concentrador de toda la cadena que permite a los datos y a la energía pasar a uno o dos conectores USB del PC, y de allí a los 127 periféricos que, como máximo, puede soportar el sistema, lo que es posible añadiendo concentradores adicionales. Por ejemplo, si el PC tiene una única puerta USB y a ella le conectamos un hub o concentrador de 4 puertas, permite realizar 4 conexiones descendentes. Conectando otro hub de 4 puertas a una de las 4 puertas del primero, se habrá creado un total de 7 puertas. De esta forma, es decir, añadiendo concentradores en cascada, el PC puede soportar hasta 127 periféricos USB.

#### – Periféricos.

USB soporta periféricos de baja y media velocidad. Empleando dos velocidades para la transmisión de datos, como son 1,5 y 12 Mbps consigue una utilización más eficiente de sus recursos. Los periféricos de baja velocidad tales como teclados, ratones, joysticks y otros periféricos para juegos no requieren 12 Mbps, por lo que empleando para ellos 1,5 Mbps, se puede dedicar más recursos del sistema a otros periféricos tales como, impresoras, módems, escáneres, equipos de audio, etc., que precisan de velocidades más altas para transmitir mayor volumen de datos.

#### – Cables y conectores.

USB transfiere señales y energía a los periféricos utilizando un cable de 4 hilos, apantallado para transmisio-



nes de media y alta velocidad (12 y 480 Mbps) y no apantallado para transmisiones de baja velocidad (1,5 Mbps).

El calibre de los conductores destinados a alimentación de los periféricos varía desde 20 a 26 AWG (1 par), mientras que el de los conductores de señal es de 28 AWG. La longitud máxima de los cables es de 5 metros y por lo que respecta a los conectores hay que decir que son del tipo ficha (o conector) y receptáculo, existiendo dos tipos: serie A (4 patillas en línea) y serie B (2+2 en dos líneas).

#### USB FRENTE A FIREWIRE (IEEE 1394)

Este es otro tipo de bus que también suelen incorporar muchos de los modernos ordenadores, al mismo tiempo que los USB. El invento del FireWire se produjo en la compañía Apple a mediados de los 80, que lo promovió hasta convertirlo en 1995 en el estándar multiplataforma IEEE 1394. FireWire o i.Link, como también se le conoce (Sony), es una tecnología para la entrada/salida de datos en serie a alta velocidad, que comparte con el USB muchas de sus características, válido para la conexión de dispositivos digitales como videocámaras o cámaras fotográficas digitales, sistemas domésticos para el ocio, sintetizadores de música, escáneres, unidades de disco duro, etc.

a ordenadores portátiles o de sobremesa.

Con un ancho de banda 33 veces al del USB 1.1, FireWire 400 se convirtió en el estándar más adecuado para la transferencia de datos a alta velocidad hasta la aparición del USB 2.0. Cada bus soporta la conexión de hasta 63 dispositivos, a igual o diferente velocidad (100, 200, 400 MHz), con cables de una longitud máxima de 4,5 metros entre nodos, de los que puede haber hasta 16, lo que resulta en un alcance de hasta 72 metros. Posteriormente, duplicó la velocidad de transferencia con la implementación del estándar IEEE 1394b o FireWire 800 que, puede llegar a 1,6 o incluso a 3,2 Gbps (arquitectura escalable) y, mediante fibra óptica plástica o profesional, distribuir información hasta 50 o 100 metros, respectivamente, una distancia suficiente para cubrir cualquier oficina o vivienda.

Mientras el USB 2.0 permite la alimentación de dispositivos sencillos que consumen un máximo de 2,5 W, como un ratón, los dispositivos FireWire pueden proporcionar o consumir hasta 45 W, más que suficiente para discos duros de alto rendimiento y baterías de carga rápida, lo que elimina la necesidad de conectar dichos periféricos a la red eléctrica, como ahora ocurre, por ejemplo, con los módems externos.