

Interfaz USB.

1. Antecedentes.

El USB (Universal Serial Bus) es una interfaz para la transmisión serie de datos y la distribución de energía, desarrollado por el Foro de desarrolladores del USB (USB IF).

El USB IF (Universal Serial Bus Implementers Forum) estuvo integrado, en sus inicios, por 7 de las compañías líderes en el mundo de las telecomunicaciones: Digital Equipment Corporation, NEC, Compaq, Intel, Northern Telecom, Microsoft e IBM, producto del esfuerzo conjunto de estas se publicó en el año 1996 la primera versión del estándar USB.

Las causas que propiciaron su origen están directamente relacionadas con las principales deficiencias que poseían los ordenadores en la primera mitad de la década del 90, tales como: la escasez de determinados recursos (líneas de interrupción IRQs y canales de acceso directo a memoria DMAs), las limitantes en cuanto a capacidad de expansión y rendimiento [1], así como la lentitud de los puertos serie y paralelo, y la diversidad de interfaces para conectar dispositivos a los ordenadores.

2. Elementos y Conceptos.

El funcionamiento del bus serie es complejo y, en concordancia, su especificación incluye un gran número de conceptos y procedimientos que se relacionan entre sí. Para realizar una explicación breve que resuma el funcionamiento del bus, se decidió partir de su modelo lógico funcional, el cual se muestra en la figura 1.

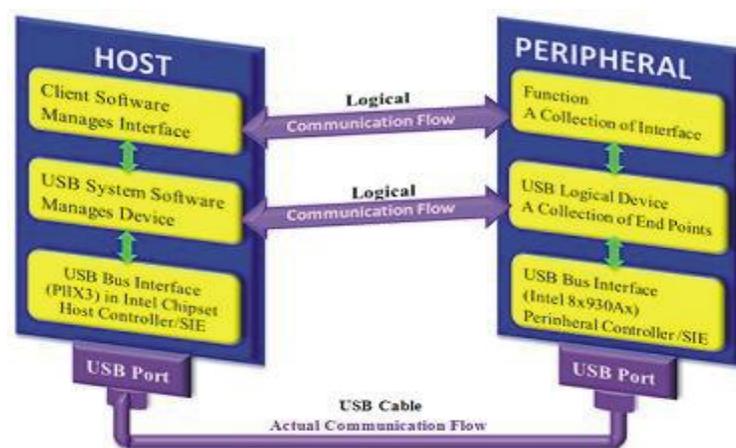


Fig. 1 [2]: Modelo Lógico Funcional del USB.

Se puede apreciar en la figura, que se identifican dos extremos en la comunicación, el Host USB y el periférico. Los periféricos se encadenan al bus USB usando una topología en bus o estrella. En caso de usar una topología en estrella, es imprescindible contar con otro elemento en el bus, denominado Hub USB, el cual no se representa en la figura. A continuación se presenta cada uno de forma breve [2]:

- Host USB: existe tan solo un host dentro del sistema USB, denominado Controlador USB del Host. Este se comporta como amo en el bus, manejando las transacciones con los controladores de los dispositivos. En un principio sólo podía formar parte de una computadora, luego se extendió su uso para los dispositivos, de manera que en las transacciones no tuviera que intervenir necesariamente una máquina. Su implementación es una combinación de hardware y software, es decir Firmware. Puede proveer de uno o dos puntos de conexión inicial, denominados Hub raíz, a partir de los cuales irán conectándose los periféricos de forma ramificada.

- Periférico (conocido también como Función): existe un gran conjunto de periféricos que pueden conectarse al bus USB y con el avance de la tecnología aumenta la cantidad de estos. Cada uno tiene su controlador USB, específico según la funcionalidad del periférico y menos complejo que el controlador del host.

- Hubs USB: son concentradores cableados que se componen de dos partes, el Controlador del Hub y el Repetidor, cuyas funciones principales son:

- permitir múltiples conexiones simultáneas al bus USB.

- detectar si un periférico ha sido conectado o desconectado a uno de sus puertos, notificando de inmediato al Host USB.

- aislar a los puertos de baja velocidad de las transferencias a alta velocidad.

El modelo lógico funcional del USB se compone de tres niveles lógicos, como se muestra en la figura 1. Pueden identificarse:

Del lado del host:

- Software Cliente.

- Software del Sistema USB.

- Capa Física: Controlador del Host.

Del lado del periférico:

- Función.

- Dispositivos lógicos USB.

- Capa Física: Controlador del periférico.

Es interesante destacar que este modelo es semejante al modelo OSI y que la similitud radica en el hecho de que si bien existe un solo canal físico, los datos son manejados en cada punto por unidades homólogas o idénticas, tal como si estuviesen sosteniendo una comunicación directa [2].

2.1 Capa física

La capa física es la más baja del modelo y aunque difiere para ambos extremos, comparte elementos comunes. Su objetivo es brindar servicio a la capa superior, encargándose de proporcionarle el medio físico y el hardware necesario para que pueda funcionar. Comprende los puertos físicos, el cable, los voltajes y señales, el hardware y funcionamiento del hardware. A continuación se especifican los principales componentes y conceptos que se ubican en esta capa:

- **Conectores:** Existen dos tipos que se clasifican en Serie A y Serie B. El primero es utilizado por los dispositivos USB que trabajan sobre plataformas de PCs. Son comunes dentro de los dispositivos listos para ser empleados con host PCs y tienen sus propios cables con conector serie A incorporado. Existen dispositivos USB que no poseen cable incorporado, para los cuales se utiliza un conector de cada tipo en cada extremo del cable.

- **Codificación:** El bus serie USB es síncrono, y utiliza el algoritmo de codificación NRZI ("Non Return to Zero Inverted").

- **Hardware y su funcionamiento:** El controlador USB es una combinación de hardware y software (driver del controlador) que dan soporte a todo el control y funcionamiento del bus USB.

2.2 Capa intermedia

En la capa intermedia, el Software de Sistema USB (en el host) administra los dispositivos lógicos (endpoints) que forman parte de los periféricos. Maneja el mecanismo de acceso al bus, que va a permitir la comunicación entre los dispositivos lógicos y el host cada vez que lo requieran e implementa los tipos de transferencia de datos entre ellos. Todas estas funciones están contenidas dentro del protocolo USB, manejado por los elementos que componen esta capa, el cual rige el control de los endpoints por parte del host y la comunicación entre ellos. Esta capa, para realizar su función, utiliza el hardware y los medios físicos proporcionados por la capa física. A su vez, transporta los datos intercambiados por los elementos que componen la capa superior. A continuación se especifican los principales componentes y conceptos que se ubican en esta capa:

- **Dispositivos lógicos (endpoints):** Se encuentran en los periféricos USB y son los elementos que se comunican con el host. Este último le asigna una dirección única a cada uno de ellos, constituyendo las fuentes y los receptores de los datos en la comunicación. Cada endpoint tiene asociado un conjunto de características que van a regir el intercambio de información, entre las cuales se destacan: ancho de banda, frecuencia de acceso al bus, tipo de transferencia, orientación en la que se transmiten los datos, entre otras.

- **Tuberías:** Concepto importante en las transacciones USB. Son elementos virtuales que constituyen conexiones entre el host y los endpoints en los periféricos. Sus características son las mismas que las del endpoint asociado. Existen tuberías de control a través de las cuales se realiza el control y la configuración de los periféricos.

- **Transferencias:** El bus USB soporta 4 tipos de transferencia de datos entre el host y los endpoints en los dispositivos. Estas pueden ser de control, isócronas (isochronous), de interrupción y de ráfagas (bulk), cada una de las cuales tiene sus propias particularidades. Constituyen una de las características definidas para los endpoints y tuberías.

- **Protocolo USB:** El protocolo USB define un conjunto de paquetes (con sus formatos) y procedimientos para controlar y administrar el acceso al bus USB de los periféricos y para permitir el entendimiento entre las dos partes en la comunicación. Es manejado por el controlador USB. Este protocolo se basa en el principio de red en anillo (Token Ring).

- **Software de sistema USB:** El software de sistema se implementa en cada extremo de la comunicación. Administra la parte del periférico con la que la capa superior desea comunicarse, maneja su información de control y comando, además de gestionar el control interno de los periféricos. Del lado del host, maneja la provisión de potencia, la enumeración de dispositivos y las transacciones USB (protocolo USB). Forma parte de lo que se conoce como Controlador USB.

2.3 Capa superior

El nivel superior lógico es el agente de transporte de datos que mueve la información entre el Software Cliente y el dispositivo. Existe un Software Cliente en el host, que solicita a los dispositivos diversas tareas, y un Software de Atención (Función) en el periférico USB, que implementa interfaces para responder a estas tareas. Se vale del controlador USB (host USB), ubicado en capas inferiores, para la transferencia de información. A continuación se especifica un concepto importante que se ubica en esta capa:

Drivers: Los sistemas operativos actuales incluyen una gran cantidad de drivers para un gran número y diversidad de dispositivos USB. Se encargan de la configuración adecuada de los dispositivos así como de su control y la gestión del bus. Para realizar su tarea son definidos por capas de software, cada una con sus funcionalidades específicas, interviniendo en diferentes partes del proceso de comunicación. En cada una de las capas del modelo lógico funcional del bus se ubican distintos componentes de software que en conjunto, conforman los drivers USB.

3. Estándares y aplicaciones.

El bus USB, como su nombre lo indica, es un bus serie bidireccional y de bajo coste, diseñado como una extensión en la arquitectura estándar del PC y orientado principalmente a la integración de periféricos, y en sus orígenes, dirigido a la integración de dispositivos telefónicos en los ordenadores.[1]

3.1 USB 1.0.

La primera versión oficial del estándar USB se publicó en enero 1996, bajo el nombre USB 1.0, aunque ya habían existido dos versiones anteriores (USB 0.8 y USB 0.9 [1]) que no llegaron a oficializarse. Inicialmente la especificación USB fue diseñada para conectar eficientemente teléfonos a PCs. Sin embargo, tuvo tanto éxito que el foro de implementadores decidió empujar al USB como un estándar de PC.

USB 1.0 establece conexiones a baja y alta velocidad. La gama baja tiene su límite en 1.5 Mbps, y está diseñada para periféricos que no requieren un gran ancho de banda, además posee características tales como: bajos costos, conexión y desconexión en caliente, lo que la hace muy atractiva para la conexión de dispositivos como teclados y ratones o periféricos de entretenimiento. [3] La gama alta posee las mismas características que la anterior pero tiene su límite en 12 Mbps, y está diseñada para dispositivos más rápidos, lo cual la hace más atractiva para la conexión de teléfonos, conexiones ISDN y dispositivos de audio, entre otros. [1] A las versiones del estándar que empleaban 1.5 Mbps se les denomina Low-Speed, mientras que a las que alcanzaban los 12 Mbps se les conoce como Full-Speed.

3.2 USB 1.1.

El objetivo de esta segunda versión, que se publicó en septiembre de 1998, era solucionar problemas de ambigüedad en la especificación 1.0, para facilitar el trabajo a los desarrolladores tanto de software como de hardware, sin que hubiera que hacer cambios en los dispositivos para hacerlos funcionar bajo esta versión. No se hicieron cambios en los controladores de host para mantener esta compatibilidad. El alcance de aplicación de esta versión coincide con la de su predecesora, así como sus características generales. [3]

3.3 USB 2.0.

Esta versión del estándar fue publicada en abril del 2000, y aunque mantiene, de forma general, las mismas características que las versiones anteriores, ofrece un aumento elevado del límite máximo de velocidad hasta 480 Mbps (casi 40 veces la velocidad anterior) con una diferencia de coste casi mínimo.[3] De este aumento de velocidad le viene el nombre de Hi-Speed, y la posibilidad de conectar dispositivos de vídeo así como unidades de almacenamiento, para lo cual contribuyeron también la presencia de características como elevado ancho de banda y latencia garantizada.

En total USB 2.0 soporta tres tipos distintos de velocidad: Hi-Speed (480 Mbps), Full-Speed (12 Mbps) y Low-Speed (1.5 Mbps). Incluye básicamente todo lo que ofrece USB 1.0 y USB 1.1 y añade el modo de alta velocidad. Además utiliza el mismo tipo de cables y conectores para conectar los dispositivos de alta velocidad, sin embargo, los hubs USB clásicos ralentizarán los dispositivos USB 2.0 [3], para tener disponible la conexión de alta velocidad con un dispositivo de este tipo es necesario un controlador de host para USB 2.0. Los hubs USB 2.0 tienen mucho más trabajo que hacer que los USB 1.1 ya que necesitan manejar todo el tráfico de tres tipos de dispositivos con velocidades distintas.

3.4 USB OTG (USB On-The-Go).

USB OTG es una variación de la especificación USB 2.0 publicada en diciembre de 2001, que permite comunicarse a todo tipo de unidades con USB directamente entre ellas, sin la necesidad de un ordenador. Incluso después de que el cable está conectado y las unidades se están comunicando, las dos unidades pueden "cambiar" de rol bajo el control de un programa.

USB On-The-Go define las siguientes características añadidas a la especificación USB [3]:

- Un nuevo estándar para conectores USB y cables (Miniconectores).

- El hecho de que dispositivos que antes eran solamente periféricos ahora puedan ser hosts (dual-role devices).
- La capacidad de ser host y periféricos y cambiar dinámicamente de rol según convenga (el uso del Host Negotiation Protocol o HNP para el cambio de rol).
- Utilización del Protocolo de petición de sesión (Session Request Protocol o SRP), a través del cual los dispositivos que se comunican pueden controlar la potencia del enlace cuando la sesión está activa.
- Requisitos de bajo consumo para promocionar el USB en dispositivos alimentados con baterías (opción Micropower añadido a las ya existentes low y highpower).

Debido a estas nuevas facilidades se hace posible la conexión entre dispositivos tales como: teléfono móvil-cámara digital, con el objetivo de enviar fotos vía email, además esta tecnología podría ser muy útil para dispositivos como el PDA, donde el enlace USB podría conectarse a un PC como un dispositivo o conectarse como servidor a un teclado o ratón [3]. En el Anexo 1 se muestra una relación más amplia de las aplicaciones posibles de este tipo de tecnología.

En el Anexo 2 se puede observar una tabla que muestra, de forma detallada, los hechos más relevantes relacionados con la evolución del estándar USB, la misma se extiende hasta el USB OTG.

3.5 USB 3.0.

La versión 3.0 del estándar se presentó en el año 2008 y al igual que las versiones anteriores mantiene la compatibilidad con sus predecesores. La principal novedad técnica del USB 3.0 es que eleva a 4.8 gigabits/s la capacidad de transferencia, que en el estándar anterior era de 480 Mb/s.

Aunque se mantendrá el cableado interno de cobre para asegurarse la compatibilidad con las tecnologías USB 1.0 y 2.0, incorpora cambios en su estructura que permiten elevar la velocidad de intercambio de información.

Mientras que en USB 2.0 el cable dispone de cuatro líneas, un par para datos, una de corriente y una de toma de tierra, en USB 3.0 se añaden cinco nuevas líneas. Dos de ellas se usarán para el envío de información y otras dos para la recepción, de forma que se permite el tráfico en ambos sentidos al mismo tiempo. El aumento del número de líneas permite incrementar la velocidad de transmisión desde los 480 Mb/s hasta los 4,8 Gb/s. De aquí se deriva el nombre que también recibe esta especificación: USB Superspeed. [4]

Con el objetivo de garantizar la compatibilidad entre USB 2.0 y USB 3.0, el estándar utiliza conectores similares, cuyos contactos adicionales se sitúan en paralelo, de forma que no afectan en caso de usar algún puerto que pertenezca a los estándares anteriores.

El estándar además incorpora mejoras en cuanto a la cantidad de energía que transporta un cable, incrementando la intensidad de la corriente de 100 a 900 miliamperios, permitiendo que se puedan cargar más dispositivos o los mismos de forma más rápida. Con el objetivo de

mejorar el rendimiento energético utiliza un nuevo protocolo basado en interrupciones, al contrario que el anterior que se basaba en consultar a los dispositivos periódicamente. [4]

Los inconvenientes que presenta este nuevo estándar están relacionados con el aumento del grosor del cable, inevitable debido al aumento del número de líneas, lo cual implica menor flexibilidad en el mismo.

3.6 USB Inalámbrico.

CertifiedWireless USB (abreviado Wireless USB o W-USB) es la especificación de una extensión inalámbrica del estándar USB cuya versión más reciente es la 1.0, aprobada en el año 2005, y tiene como objetivo principal aumentar la disponibilidad de soluciones de conectividad basadas en USB. La compatibilidad con los dispositivos actuales se mantendrá a través de adaptadores que pueden convertir en inalámbricas las conexiones USB actuales.

Son representativos en esta nueva versión del estándar los cambios en el nivel del bus, que deja de funcionar utilizando cable de cobre como medio físico, exponiendo por completo las comunicaciones ante cualquier otro dispositivo en el rango de propagación, para ello toda transmisión W-USB está cifrada en este nivel. [5] En medios inalámbricos las tasas de error son muchísimo más elevadas, lo que obliga a adaptar los mecanismos necesarios para lograr la fiabilidad necesaria: entre otros handshakes para datos y utilización de buffers.

La tecnología W-USB permite tasas de transmisión de hasta 480 Mbps (como el USB 2.0.) en un rango de tres metros, y de 110 Mbps en una zona de hasta 10 metros. Funciona en el margen de frecuencias que va entre los 3.1 y los 10.6 GHz, usando la plataforma Ultra-WideBand [6]. Utiliza un método de división de tiempo (time-divisionmultipleaccess) para dividir el ancho de banda disponible entre los dispositivos que tenga conectado.

Implementa la doble función (dual role device, DRD) permitiendo a los dispositivos actuar como anfitriones limitados. Por ejemplo, una cámara puede ser un dispositivo al conectarse a un ordenador y un anfitrión transfiriendo fotos directamente a una impresora. Además ofrece todas las ventajas que poseen los ambientes inalámbricos.

Aunque CertifiedWireless USB se puede abreviar como W-USB, no debe confundirse con WirelessUSB, que es una tecnología desarrollada por Cypress y que usa la banda de 2.4 GHz, alcanzando entre 1 Mbps y 62.5 kbps, dependiente de la distancia. Tampoco debe confundirse el término con UWB, que es una plataforma de radio propuesta por WiMedia Alliance y utilizada por W-USB.

Considerando que el W-USB se crea para comunicar equipos sin cables, la tecnología Bluetooth es su gran rival, aunque no el único. Las ventajas del bluetooth son su mayor alcance y el menor consumo. Por contra, el ancho de banda es bastante menor, aunque con el bluetooth 3.0 se solucionará esta limitación. [6].

Samsung, introducirá esta tecnología en cámaras digitales, teléfonos celulares y reproductores portátiles [7], aunque se puede emplear en diversos dispositivos como mandos para juegos, impresoras, escáneres, reproductores MP3, discos duros y flash, entre otros. También puede utilizarse para la transmisión paralela de vídeo.

4. Principales características y ventajas del USB.

A continuación se mencionan características del USB, las cuales a su vez constituyen las principales ventajas que han permitido el amplio despliegue y aceptación de esta tecnología:

- Todos los dispositivos USB deben tener el mismo tipo de cable y el mismo tipo de conector, más allá de la función que cumplan.
- Los detalles de consumo y administración eléctrica del dispositivo son completamente transparentes para el usuario.
- La computadora identifica automáticamente un dispositivo agregado mientras opera, y se encarga de configurarlo de forma transparente al usuario.
- Los dispositivos pueden ser desconectados mientras la computadora está en uso.
- Pueden compartir un mismo bus dispositivos que requieren de distintos anchos de banda.
- Más de 127 dispositivos diferentes pueden estar conectados simultáneamente y operando, compartiendo el mismo bus.
- El bus permite periféricos multifunción, es decir aquellos que realizan varias tareas a la vez.
- Posee capacidad para manejo y recuperación de errores producidos por un dispositivo cualquiera.
- Soporta la arquitectura Conectar y Operar (Plug&Play).
- No se necesita un cable extra de alimentación – la mayoría de los periféricos USB obtienen la alimentación del bus USB, con lo cual no requieren un cable de alimentación adicional.
- USB soporta anchos de banda mayores que los puertos serie tradicionales.
- Ahorro de los recursos del sistema. El puerto USB solamente necesita una IRQ y una dirección de memoria y todos los dispositivos conectados a él, solamente necesitan una ID para su identificación dentro de la cadena de 127 dispositivos, sin necesitar más recursos. Si tenemos en cuenta que los puertos estándar (uno serie, un paralelo, un PS/2 para ratón, uno para teclado, un puerto para joystick) consumen 5 IRQs, algunas DMA y múltiples direcciones de memoria, al utilizar dispositivos USB nos estamos ahorrando valiosos recursos del sistema.
- Elevada simplicidad. El manejo de los dispositivos USB se hace por software, concretamente por el propio sistema operativo, por lo que los dispositivos USB son más fáciles de fabricar y por tanto más baratos. Además, USB es una tecnología abierta por la que no hay que pagar derechos, lo que siempre abarata los costos de fabricación.

Conclusiones.

El USB es una interfaz que ha solucionado varios problemas que presentaban los ordenadores, tales como: los problemas de expansión, pues permite la conexión de hasta 127 periféricos a una única puerta de un PC, con detección y configuración automáticas, sin necesidad de interrumpir el trabajo del ordenador para instalar software adicional o reiniciar el mismo para detectar los nuevos dispositivos, algo que con los puertos convencionales serie y paralelo no podía realizarse. Además ejecuta un uso eficiente de los recursos al direccionar con una IRQ y una dirección de memoria a todos los dispositivos que tenga conectado.

En sus inicios no ofrecía elevadas velocidades de transferencia de datos, pero en su evolución ha logrado alcanzar hasta los 4.8Gbps en su versión 3.0, manteniendo siempre la compatibilidad con versiones anteriores. Dada la versatilidad del USB se puede conectar una amplia variedad de dispositivos, tales como: ratones, teclados, impresoras, escáneres, grabadoras, discos duros, módems, cámaras digitales, entre otros, ofreciendo de esta forma una interfaz única para diversos elementos.

Por todo lo antes expuesto se puede asegurar que el éxito del USB está basado en su capacidad para resolver las deficiencias de expansión, universalidad, facilidad de conexión y desconexión en caliente, que le dieron origen, así como su fácil adaptación a las nuevas necesidades de los usuarios.

La mayoría de los fabricantes de tecnologías incluyen las soluciones USB como parte de sus productos.

REFERENCIAS

- [1] Brodín Trujillano, Eloy; Giménez Pastor, Adrián “El bus USB (Universal Serial Bus)”. Universidad de Valencia. Disponible en: <http://usuarios.multimania.es/kurganz/index.html>
- [2] __. “Bus Serie Universal y descripción de la IEEE 1394”. julio 2004. Disponible en http://platea.pntic.mec.es/~alopez1/web_Eldad/_gs_srca/CI/Puertos%20USB.pdf
- [3] Brodín Trujillano, Eloy; Giménez Pastor, Adrián. “El bus USB, Características Generales”. Universidad de Valencia. Disponible en: <http://usuarios.multimania.es/kurganz/caracteristicas.html>
- [4] __. “Memoria USB”. Artículo de Wikipedia. Disponible en: [es.wikipedia.org/wiki/Memorias USB](http://es.wikipedia.org/wiki/Memorias_USB)
- [5] __. “Wireless_USB” Artículo de Wikipedia. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Wireless_USB
- [6] Penalva, Javier. “Wireless USB” Artículo publicado el 14 de abril de 2008.
- [7] Bigatti, Pablo. “Wireless ¿El nuevo estándar?” 15 de febrero de 2009.

BIBLIOGRAFIA

1. Kolic, Rafael. “Wireless USB Brings Greater Convenience and Mobility to Devices”, Febrero 2004.
2. Penalva, Javier. “Wireless USB”, abril de 2008.
3. __. “USB (Bus serie universal)”, consultado: 16 de octubre de 2008
4. __. “USB 3.0 and SATA 3.0 Gbps Interface Standards: When Technology Takes The Faster Lane”, consultado: Diciembre, 2009
5. __. “USB 3.0 Specification”, consultado: Diciembre, 2009
6. __. “USB 3.0, La entrada de un nuevo estándar”, consultado: Diciembre, 2009
7. __. “La evolución hacia el USB 3.0”, Junio 2009
8. __. “USB 3.0: Tarjeta, ExpressCard y Cables” Febrero, 2010
9. __. “Así será el USB 3.0”. Enero de 2008.

ANEXOS.

Anexo 1. Posibles aplicaciones de USB OTG (USB On-The-Go).

Tabla 1 Posibles aplicaciones de USB OTG (USB On-The-Go). [1].

Host	Periférico	Aplicación
Teléfono móvil	Teléfono móvil Cámara digital Reproductor MP3 Dispositivo de almacenamiento Scanner	Intercambiar información de contactos mandar por mail fotos Subir fotos a una web Subir/bajar música Subir/bajar ficheros Escanear tarjetas de visita
Cámara Digital	Cámara digital Teléfono móvil Impresora Dispositivo de almacenamiento	Intercambiar fotos Mandar por mail fotos Subir fotos a una web Imprimir fotos Almacenar fotos
Impresora	Cámara digital Scanner Dispositivo de almacenamiento	Imprimir fotos Imprimir imágenes escaneadas Imprimir ficheros almacenados
Reproductor MP3	Reproductor MP3 Dispositivo de almacenamiento	Intercambiar canciones Subir/bajar canciones
Osciloscopio	Impresora	Imprimir imágenes
PDA	PDA Impresora Teléfono móvil Reproductor MP3 Escaner Dispositivo de almacenamiento GPS Cámara digital Osciloscopio	Intercambiar ficheros Imprimir ficheros Subir/bajar ficheros Subir/bajar música Escanear fotos Obtener direcciones Información de mapas Subir fotos Configurar un osciloscopio

Anexo 2. Evolución de la arquitectura USB.

Tabla 2 Evolución de la arquitectura USB [1].

Año	Mes	Suceso
1994	Noviembre	Compaq, Intel y el resto de empresas iniciaron las especificaciones del Universal Serial Bus
1994	30 Diciembre	USB 0.8 (Borrador)
1995	13 Abril	USB 0.9 (Borrador)
1996	15 Enero	USB 1.0 – Velocidad Oficial 12 Mbps
1996	Febrero	Intel anuncia sus primeros chips controladores de USB
1996	Agosto	Microsoft saca la versión de Windows 95 OSR 2.1 que introduce los controladores correspondientes para el manejo de los dispositivos USB
1998	Marzo	Sale a la venta el iMac de Apple que utilizaba el USB 1.0 para la conexión de teclado y ratón
1998	24 Junio	Sale al mercado el Windows 98, el primer Sistema Operativo con completo soporte para USB
1998	23 Septiembre	USB 1.1 – Revisión completada (<u>USB-IF</u> ->Compaq, Intel, Microsoft, NEC)
1998	Noviembre	<u>USB-IF</u> supera el record mundial de periféricos conectados a un simple PC mediante USB (111 periféricos)
1999		Se forma el grupo promotor del USB 2.0
1999	Febrero	Se propone 240 Mbps como velocidad
1999	12 Octubre	Versión 0.79 del USB 2.0. Se aumenta la velocidad a 480 Mbps
1999	21 diciembre	Versión 0.9 del USB 2.0
2000	29 febrero	In-Systems muestra la primera unidad de almacenamiento USB 2.0, una unidad zip modificada
2000	17 Marzo	Microtech y Netchip muestran su scanner USB 2.0 en el foro de desarrollo de Tokio
2000	27 Abril	USB 2.0 – Velocidad Oficial 480 Mbps (<u>USB-IF</u> ->Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Lucent, Microsoft, NEC, Philips)
2001	18 Diciembre	USB 2.0 OTG - (On-The-Go) Ampliación del USB 2.0.
2002	Mayo	Intel saca a la venta los primeros chipsets que integran Hi-speed USB 2.0 en el Controlador de Hub de I/O (ICH4). Estos chipsets fueron el Intel 845E, 845G y el 845GL.