



USB

INTEGRANTES:

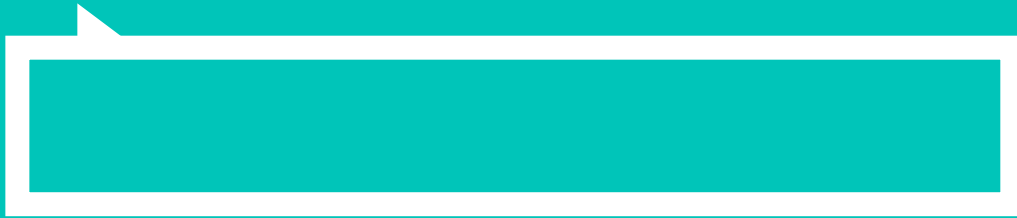
**Arenas Olguín José Gerardo
Cortés Reyes Tanya Cecilia**

¿Qué es USB?

El Universal Serial Bus, abreviado comúnmente USB, es un bus de comunicaciones que sigue un estándar que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos

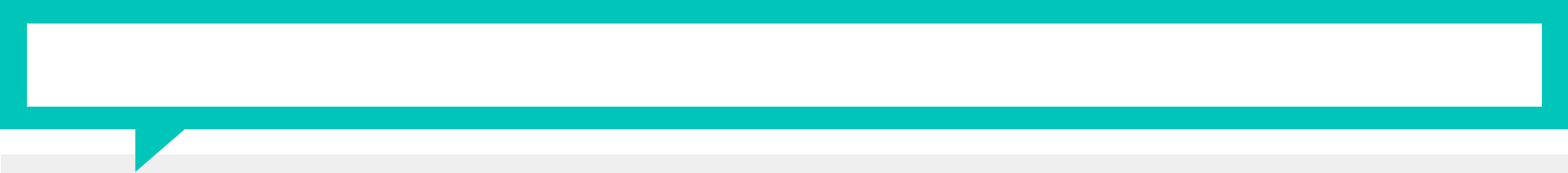


Historia



USB 1.0

Fue creado en 1996 por siete empresas (que actualmente forman el consejo directivo): IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.

A teal-colored decorative border at the top of the slide, consisting of a thick horizontal line and a vertical line on the left, with a small triangular notch pointing downwards on the left side.

El USB nació con el propósito de sustituir todos los puertos y cables que había por aquel entonces y lograr unificarlos en un único estándar para facilitar el trabajo a la industria del hardware.

USB 1.1

- Mejora del USB 1.0 en 1998
- Tenía una velocidad de 12 Mbits por segundo.
- Permitía conectar más cables en menos espacio
- Permitía conectar el cable USB y que el dispositivo fuera detectado por el sistema operativo sin necesidad de reiniciar la computadora.

USB 2.0

- Se lanzó en 2000
- Introdujo alta velocidad de transmisión a 480 Mbits por segundo, además de ser retrocompatible,
- Popularizó el concepto de plug and play, en la que se podía conectar y desconectar un periférico las veces que quisieras
- Tenía soporte para cargar baterías lo que abrió la puerta a los cargadores con conexión USB

USB 3.0

- Salió al mercado en 2008
- Ofrece una velocidad de transferencia de datos de 4.8 Gbit/s con su modo SuperSpeed

USB 3.1 y USB 3.2

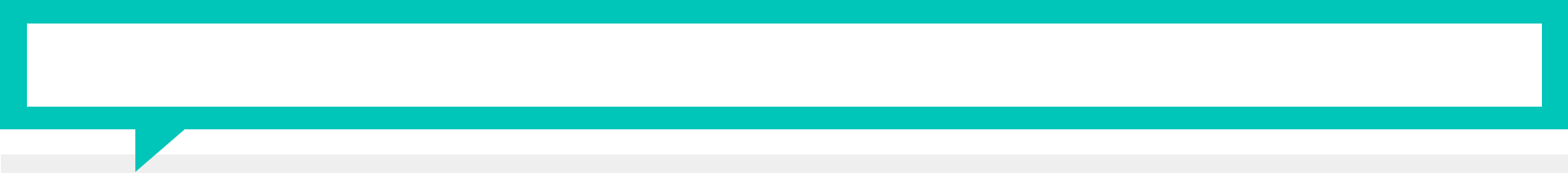
- El primero llega en 2013 y ofrece 10 Gbits/s de velocidad de transferencia
- El USB 3.2 llegó en 2017 y permitió hasta 20 Gbit/s de velocidad de transferencia

USB Tipo C

- Se caracteriza por tener un tamaño pequeño, y sobre todo porque es un conector totalmente reversible
- Utiliza el estándar 3.1 de USB, por lo que no soporta los USB 1.0 o 2.0 y con ello se puede asegurar de tener grandes velocidades.

Características





Hasta 127 dispositivos pueden ser conectados a un bus USB en cualquier momento

Utiliza 4 líneas malladas: 2 son de alimentación (+5v & GND) y los otros 2, un par trenzado donde las señales se transmiten en modo diferencial

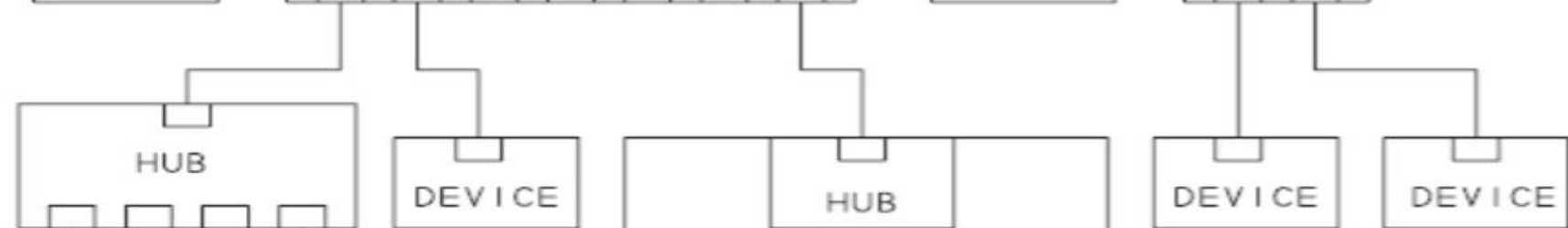
TIER 1



TIER 2



TIER 3

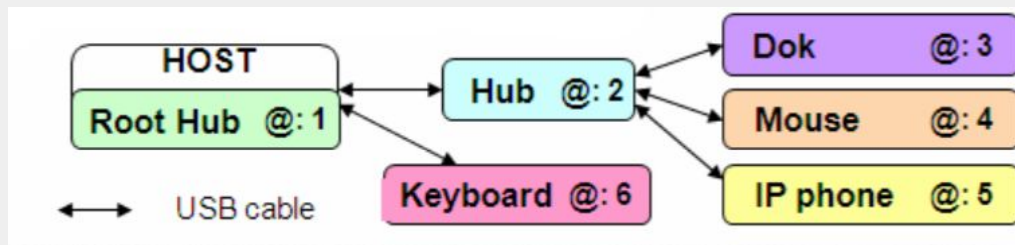


TIER 4

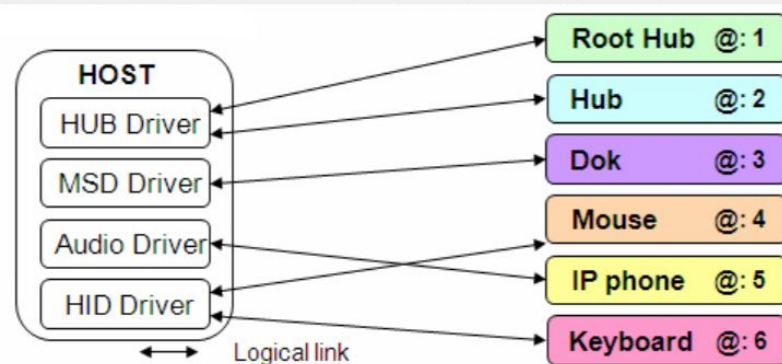


Topologías

Física



Lógica



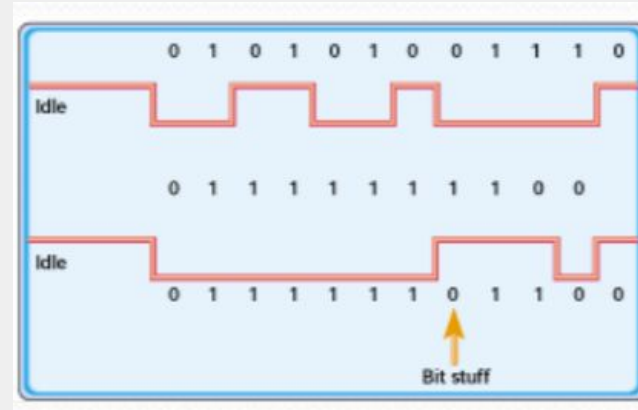
Codificación

Utiliza codificación NRZI para enviar los datos con un campo de sincronización para sincronizar el clock del host y el receptor

NRZI define un 0 lógico como una transición en el valor de tensión, y un 1 manteniendo el nivel

Se necesita Bit stuffing porque los receptores sincronizan transiciones.

Si se envían muchos 1s entonces el receptor puede perder sincronismo

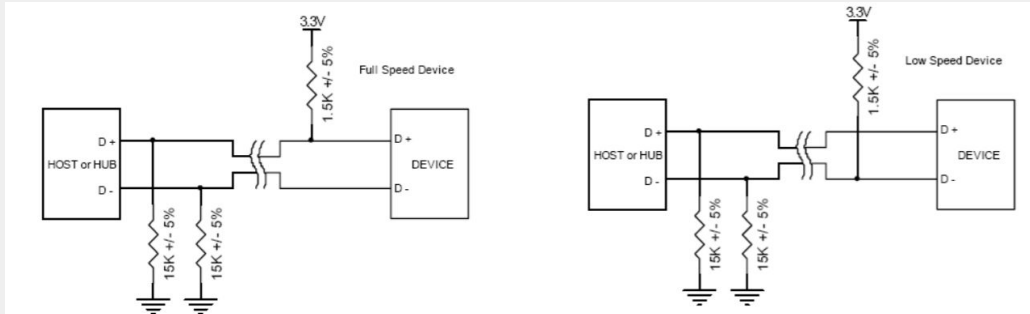


Velocidad

Un dispositivo USB debe indicar su velocidad llevando D+ o D- a 3.3 volts.

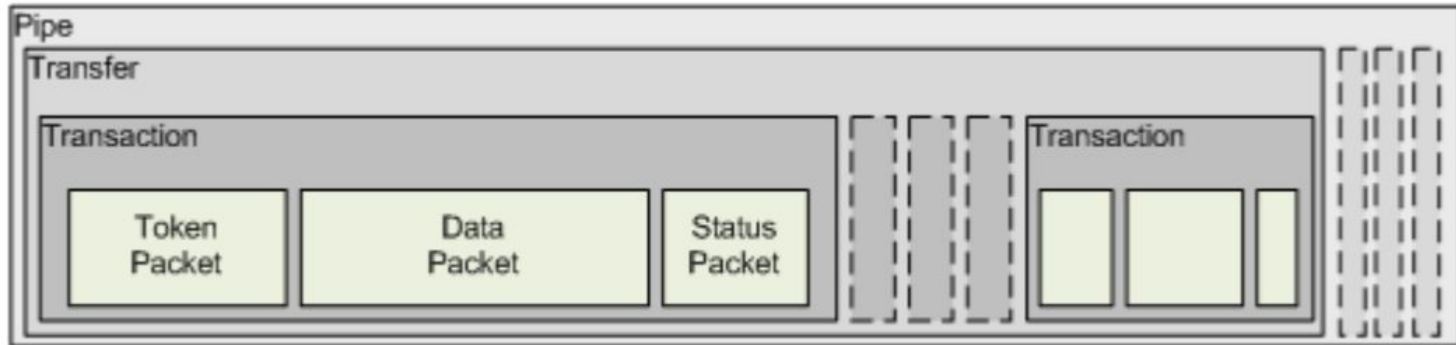
*Sin resistencia de pull-up, USB asume que no hay nada conectado al Bus.

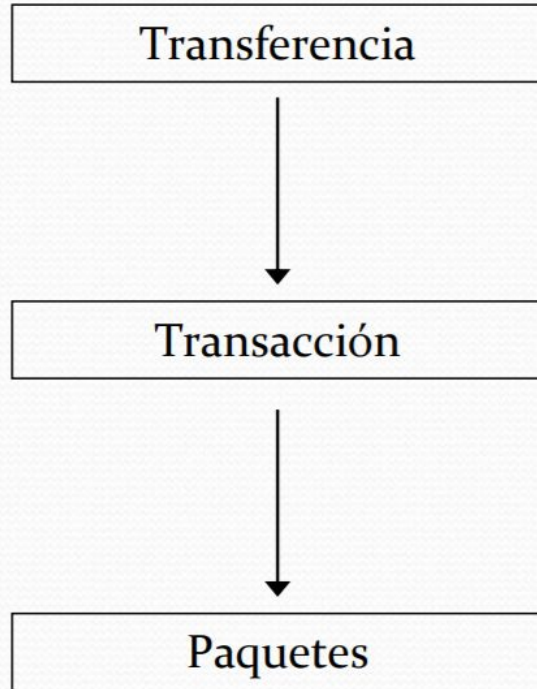
*En el modo “high speed” el dispositivo primero se conecta en modo “full speed”, luego se remueve el resistor de pull-up para balancear la línea



Comunicación

A diferencia de RS-232 o interfaces serie similares donde el formato de los datos a ser enviados no está definido, USB posee varias capas de protocolos





Tipos de Transferencia:

- *Control
- *Isócrona
- *Isócrona
- *Interrupción

Tipos de Transacción:

- *IN
- *SOF
- *OUT
- *SETUP

Tipos de Paquetes:

- *Token
- *Status
- *Data
- *SOF

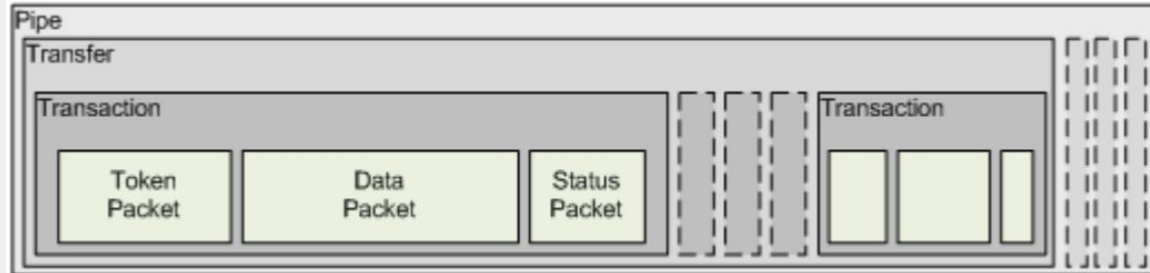
Paquetes

Cada transacción USB consiste en:

Paquete Token (encabezado que define lo que se espera a continuación)

Paquete de datos (opcional - contiene el payload)

Paquete de Status (Usado como acknowledge en las transacciones y como una forma de corregir errores)



Campos del paquete

Sync	PID	ADDR	ENDP	CRC5	EOP
-------------	------------	-------------	-------------	-------------	------------

*Sync: Sincroniza el clock receptor con el transmisor

*PID: Identifica el tipo de paquete

*ADDR: Dispositivo al que va dirigido el paquete

*ENDP: Formado por 4 bits permite 16 posibles
“endpoints”

*CRC5: verificación de redundancia cíclica

*EOP: Fin del paquete

Tipos de paquete

Paquetes “Token”

*In – Informa al dispositivo USB que el “host” desea leer información

*Out – Informa al dispositivo USB que el “host” desea enviar información

*Setup – Utilizado para comenzar transferencias de control

Paquete de datos y Dos tipos

Cada uno capaz de transmitir de 0 a 1023 bytes de datos

Paquetes de “Status” o “Handshake”

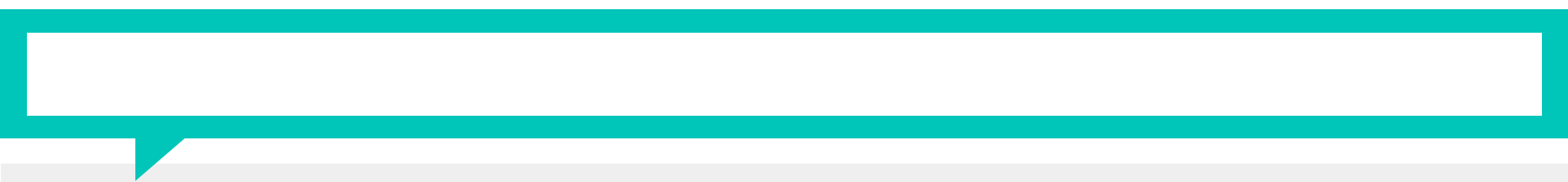
*ACK (Acknowledgment) – Confirmación de que el paquete fue recibido exitosamente

*NAK – Reporta que el dispositivo no puede enviar ni recibir datos temporalmente. También utilizado durante las transacciones de interrupción para informar al “host” que no hay datos para enviar

*STALL – Puede significar un “control request” no soportado, una falla en el “control request” o que el endpoint falla.

Paquetes de comienzo de “frame” (SOF)

*El número de frame (11 bits) es enviado por el “host” cada $1\text{mS} \pm 500\text{nS}$



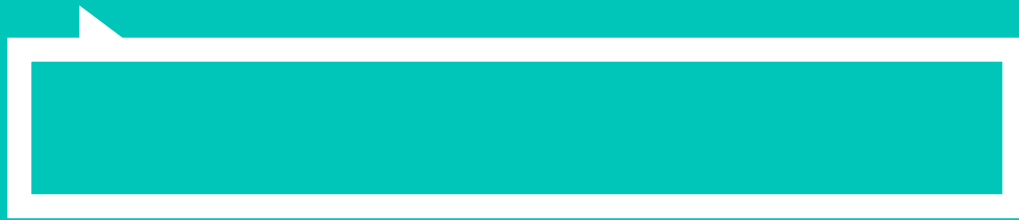
Sync	PID	ADDR	ENDP	CRC5	EOP
-------------	------------	-------------	-------------	-------------	------------

Sync	PID	Data	CRC16	EOP
-------------	------------	-------------	--------------	------------

Sync	PID	EOP
-------------	------------	------------

Sync	PID	Frame Number	CRC5	EOP
-------------	------------	---------------------	-------------	------------

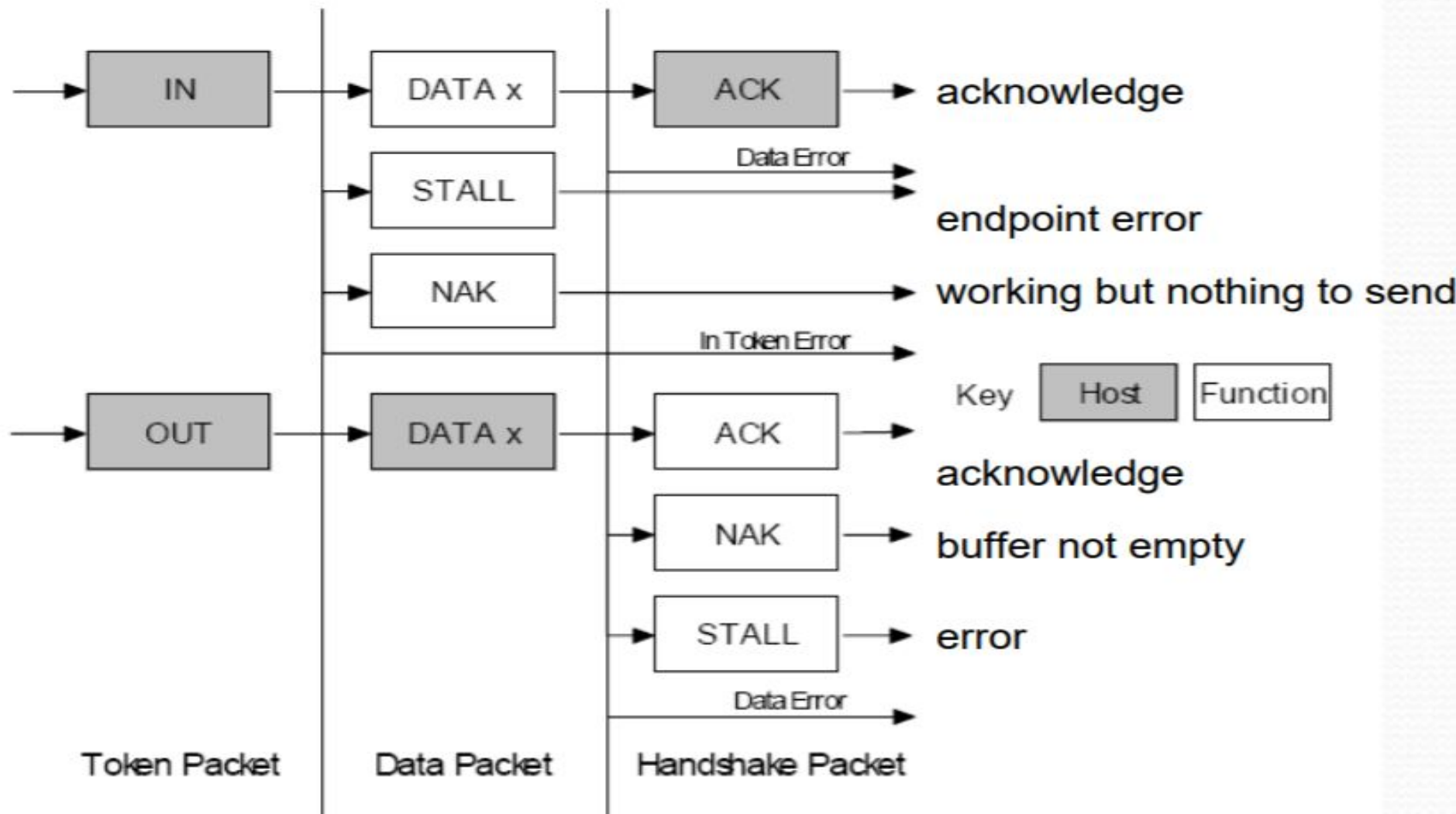
Transferencias



Transferencias de control

Las transferencias de control son típicamente utilizadas para operaciones con comandos y de status

- *Una transferencia de control puede tener hasta tres etapas y Etapa “Setup”: donde la petición es enviada. Contiene la dirección y el número de endpoint
- *Etapa de datos (opcional): consiste en una o multiples transferencias IN / OUT
- *Etapa de “Status”: informa el status de la totalidad de la petición. Varía en función de la dirección de la transferencia



Transferencia de interrupción

El dispositivo que requiere atención debe esperar que el “host” le “encueste” antes que pueda informar que necesita atención

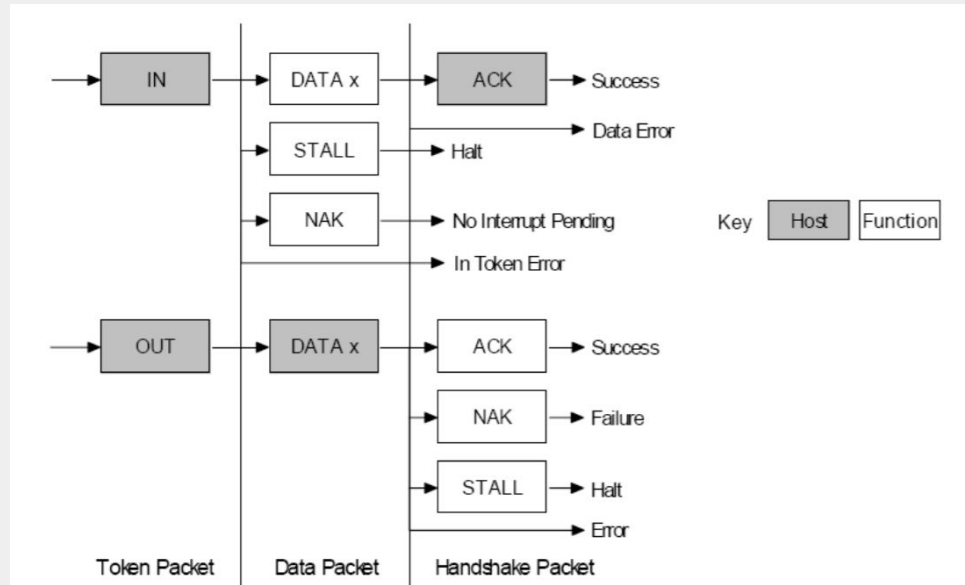
Características:

- *Latencia garantizada
- *Flujo del “pipe”: Unidireccional
- *Detecciones de errores y re-proceso en próximo período

Interrupción IN

El “host” encuesta periódicamente al endpoint. La frecuencia con que encuesta está especificada en el descriptor del endpoint. Cada encuesta implica que el “host” envíe un IN Token

Interrupción OUT y Cuando el “host” desea enviar al dispositivo datos de interrupción, solicita un OUT token seguido por un paquete de datos que contiene los datos de interrupción



Transferencia Isócrona

Las transferencias isócronas ocurren continuamente y periódicamente. Típicamente contienen información sensible al tiempo, como flujo de video o audio

Características

- * Ancho de banda USB garantizado
- * Latencia acotada y Flujo del “Pipe”: Unidireccional
- * Detección de errores vía CRC, pero sin re-proceso ni garantía de entrega
- * Disponible solamente en modos “full speed” y “high speed”

Las transferencias isócronas no tienen etapa de “handshaking” y no pueden reportar errores o condiciones de STALL/HALT

Transferencia masiva

Utilizado para envío masivo de datos (Ej.: datos de impresión enviados a una impresora o datos de una imagen generados por un escáner)

Características

- *Corrección de errores (Campo CRC16 en el “data payload”)

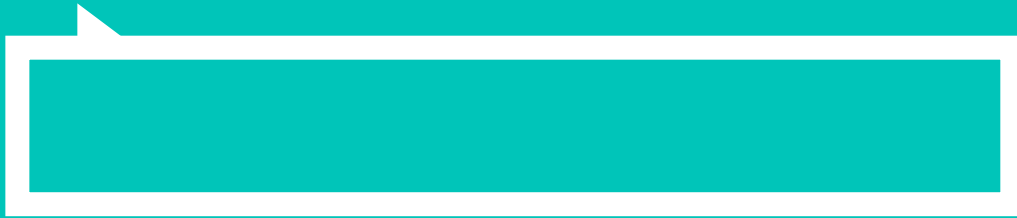
- *Detección de errores / mecanismos de re-transmisión

Utiliza espacio no asignado del ancho de banda del bus después que todas las otras transacciones han sido asignadas

Disponible solamente en modos “full speed” y “high speed”

Transfer Type	Control	Bulk	Interrupt	Isochronous
Typical Use	Identification and configuration	Printer, scanner, drive	Mouse, keyboard	Streaming audio, video
Support required?	yes	no	no	no
Low speed allowed?	yes	no	yes	no
Maximum packet size; maximum guaranteed packets/interval (SuperSpeed).	512; none	1024; none	1024; 3 / 125 μ s	1024; 48 / 125 μ s
Maximum packet size; maximum guaranteed packets/interval (high speed).	64; none	512; none	1024; 3 / 125 μ s	1024; 3 / 125 μ s
Maximum packet size; maximum guaranteed packets/interval (full speed).	64; none	64; none	64; 1 / ms	1023; 1 / ms
Maximum packet size; maximum guaranteed packets/interval (low speed).	8; none	not allowed	8; 1 / 10 ms	not allowed
Direction of data flow	IN and OUT	IN or OUT	IN or OUT (IN only for USB 1.0)	IN or OUT
Reserved bandwidth for all transfers of the type	10% at low/full speed, 20% at high speed & SuperSpeed	none	90% at low/full speed, 80% at high speed and SuperSpeed (isochronous and interrupt combined, maximum)	
Message or Stream data?	message	stream	stream	stream
Error correction?	yes	yes	yes	no
Guaranteed delivery rate?	no	no	no	yes
Guaranteed latency (maximum time between transfers attempts)?	no	no	yes	yes

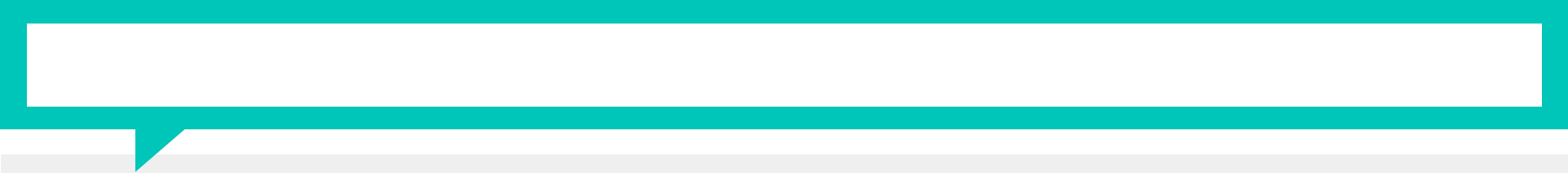
Classes



Dispositivo de almacenamiento masivo USB

La clase de dispositivo de almacenamiento masivo USB (cuyo acrónimo es USB MSC) es un conjunto de protocolos de comunicaciones que funciona sobre USB, se trata de un estándar que proporciona una interfaz de comunicación para una variedad de dispositivos de almacenamiento

No solo discos duros utilizan la clase MSC, cualquier dispositivo que permita el acceso a su almacenamiento interno de datos utilizando MSC puede conectarse al bus USB como dispositivo de almacenamiento masivo.

A teal-colored decorative border at the top of the slide, consisting of a thick horizontal bar and a vertical bar on the left, with a small triangular notch pointing downwards on the left side.

Algunos de los dispositivos que conectan a la computadora a través de este estándar son:

- ❖ Discos duros portátiles o externos
- ❖ Dispositivos ópticos externos, incluyendo lectores y grabadoras de CD, DVD y BS
- ❖ Memorias Flash portátiles, particularmente USB
- ❖ Cámaras digitales
- ❖ Reproductores de audio digital
- ❖ Lectores de tarjetas
- ❖ Sistemas portátiles de juegos
- ❖ Algunos teléfonos celulares

USB CDC

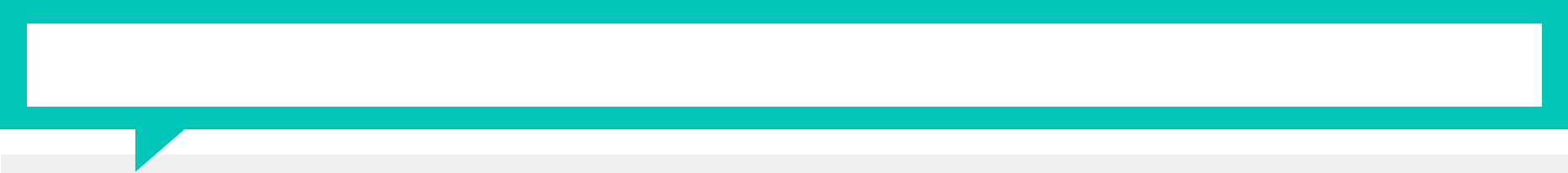
La clase de dispositivos de comunicación USB (o clase USB CDC) se utiliza para dispositivos de red de computadoras similares a la tarjeta de red, proporciona una interfaz para transmitir tramas de Ethernet o ATM en algunos medios físicos. También se utiliza para módems, máquina de fax y aplicaciones de telefonía para realizar llamadas de voz regulares.

Los dispositivos de esta clase también se implementan en sistemas integrados, como teléfonos móviles, de modo que un teléfono se puede usar como módem, fax o puerto de red.

HID

Un dispositivo de interfaz humana o HID (Human Interface Device) es un tipo de hardware para la comunicación rápida entre humano-computadora-humano. La creación del HID fue para simplificar la tarea de instalar nuevos dispositivos sin la necesidad de usar drivers.

Antes del HID los dispositivos normalmente se ajustaban la creación de un nuevo driver, software, protocolo de datos, etc. Ahora cuando se conecta un dispositivo HID generalmente se despliega un mensaje en la pantalla diciendo que "un dispositivo HID-compliant ha sido reconocido"



En el protocolo HID existe 2 entidades: el host y el dispositivo. El dispositivo es la entidad que directamente interactúa con el humano, como lo hace un teclado o un ratón. El host se comunica con el dispositivo y recibe datos de entrada del dispositivo en las acciones ejecutadas por el humano. Los datos de salida van del host al dispositivo y luego al humano. El ejemplo más común de un host es un computador, pero algunos celulares y PDA también pueden ser hosts.

Objetivos del HID

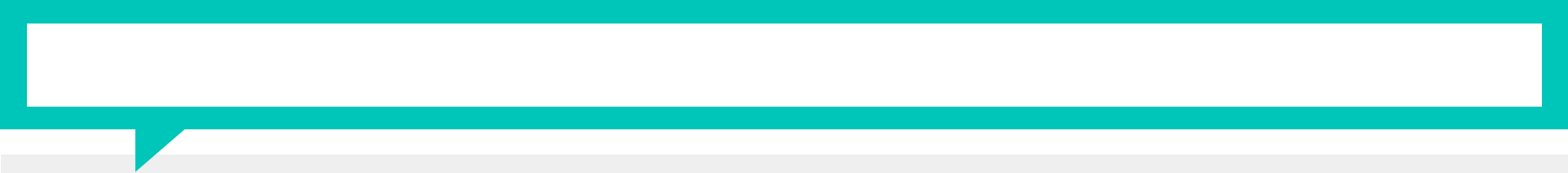
- Ser lo más compacto posible para ahorrar espacio entre la transmisión de datos hardware-software-hardware.
- Permitir únicamente los datos entre el software y el hardware.
- Ser extensible y robusto.
- No depender de drivers/software/protocolos para su uso.
- Velocidad de transmisión de datos rápida.

Tipos de HID

HID comunes: Teclado, Ratón, Trackball, Touchpad, Pointing stick, Graphics tablet, Joystick.

- HID menos comunes: controladores para Dj/Vj, Wii Remote, simuladores, Dance pad.



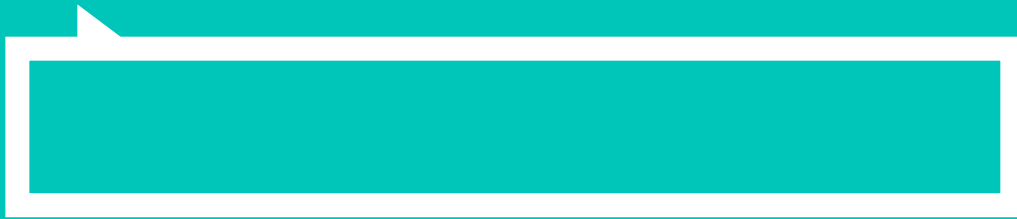
A thick teal border at the top of the slide, featuring a rectangular frame with a small triangular notch on the left side.

Ya que HID fue definido originalmente sobre USB, HID también es usado en otros buses de comunicación de computadora. Esto permite a los dispositivos HID que normalmente solo eran encontrados en USB, que también sean usados en buses alternativos.

Bluetooth HID: Bluetooth es una tecnología de comunicación inalámbrica. Muchos ratones y teclados Bluetooth ya existen en el mercado.

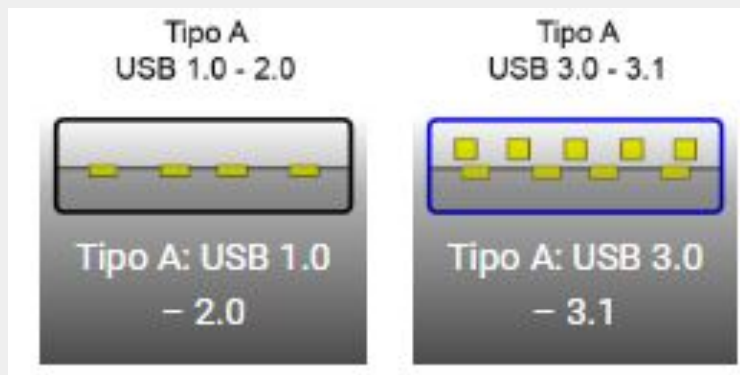
Serial HID: usado en receptores de control remoto en Microsoft Windows Media Center.

Tipos de conectores USB



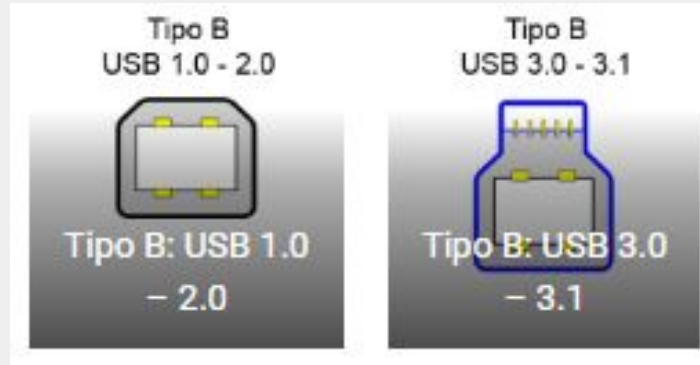
USB Tipo A

Con forma de rectángulo y conexiones internas, es el USB más reconocido por los usuarios. Los cables incorporan el USB macho en sus extremos y el USB hembra es el puerto en sí.



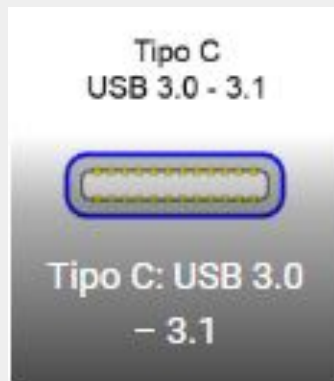
USB Tipo B

También se conoce como USB de impresoras, ya que es frecuente encontrarlos en estos periféricos. Su forma es más cuadrada que el de tipo A.



USB Tipo C

Es un conector reversible por su simetría. Incorporado en los últimos modelos de móviles. Puede ser utilizado para cargar no sólo teléfonos inteligentes, sino para alimentar una variedad de otros dispositivos que anteriormente habrían necesitado una fuente de poder independiente.



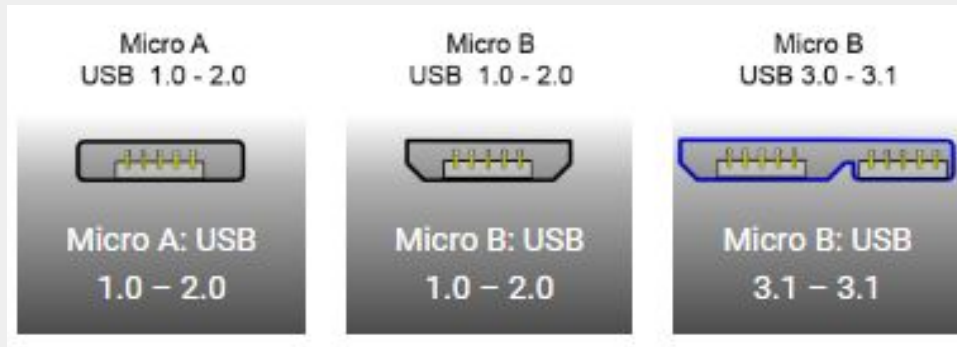
Mini USB

Existen de 5 pines u 8 pines. Es frecuente verlos en discos duros externos, cámaras de fotos, MP3, MP4 y otros reproductores de música.

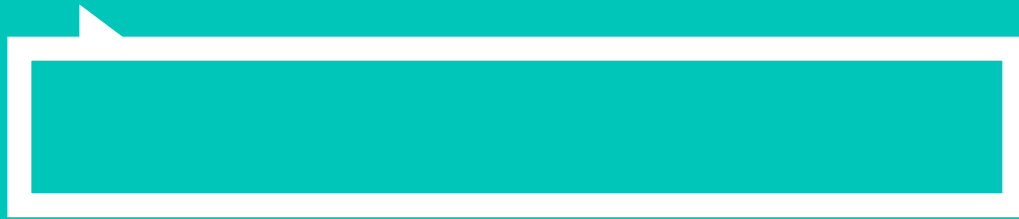


Micro USB

Extendido en la mayoría de modelos móviles para cargar la batería o transmitir datos a través de él.

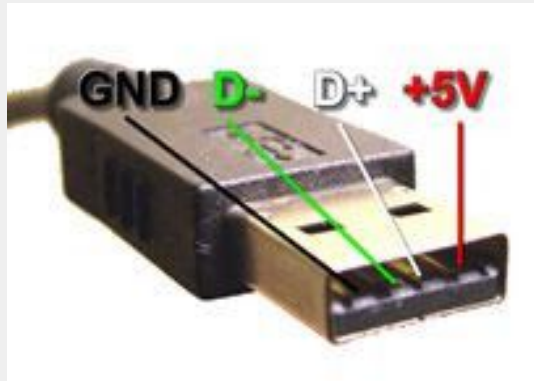


Funcionamiento

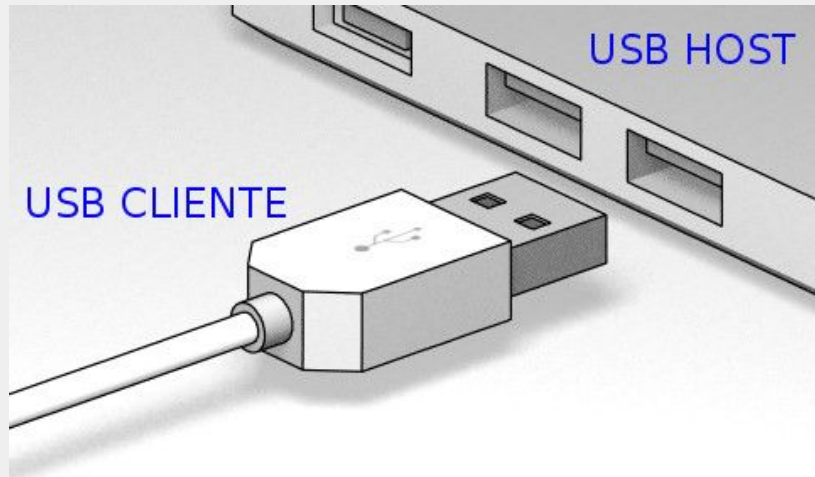


Funcionamiento

Por lo general los cables de datos USB tienen cuatro conectores. Dos de ellos tienen funciones de alimentación eléctrica (tierra y la alimentación del bus) y el par restante se utiliza para la transmisión de datos (conocidos como D- y D+)



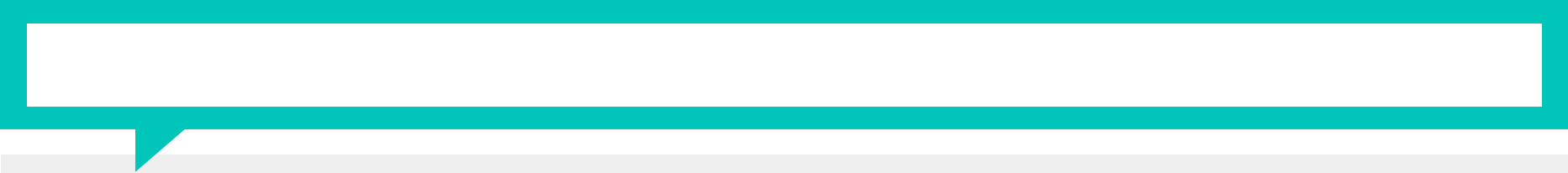
Nos encontramos con los conectores de recepción o conectores hembra, los que se encuentran en nuestra computadora y en segundo lugar nos encontramos con los conectores externos o conectores macho los cuales conectamos a la computadora, por ejemplo un teclado con conexión USB.



Cuando un dispositivo es conectado al equipo, se detecta que se agrega un nuevo elemento gracias a un cambio de tensión entre los hilos D+ y D-.

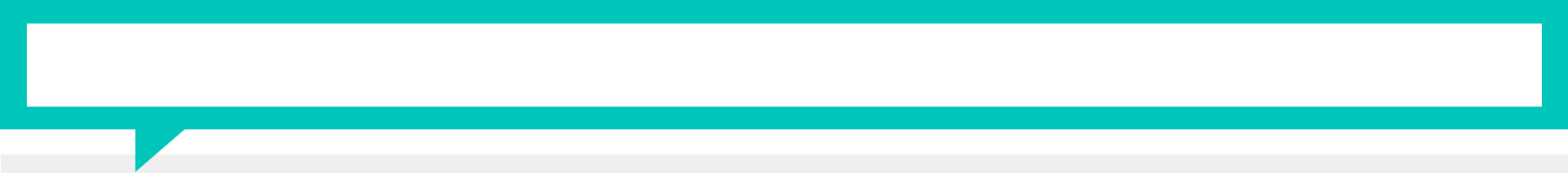
En ese momento, el equipo envía una señal de inicialización al dispositivo durante 10 ms para después suministrarle la corriente eléctrica mediante los hilos GND y VBUS y temporalmente se apodera de la dirección predeterminada (dirección 0).





La siguiente etapa consiste en brindarle la dirección definitiva.

Para hacerlo, el equipo interroga a los dispositivos ya conectados para poder conocer sus direcciones y asigna una nueva. Una vez que cuenta con todos los requisitos necesarios, el equipo puede cargar el driver adecuado.

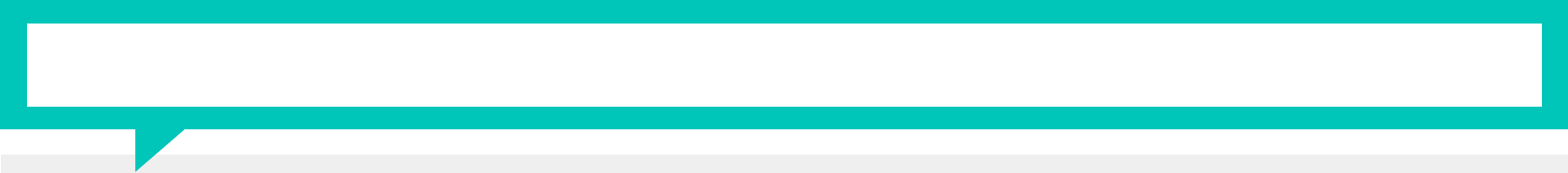
A thick teal border at the top of the slide, featuring a rectangular frame with a small triangular notch on the left side.

En el caso de un dispositivo de almacenamiento, la interfaz USB envía una señal de lectura de datos al dispositivo de almacenamiento para detectar su contenido. Esta señal es devuelta al receptor USB y se codifica la información almacenada .

Lo mismo ocurre cuando queremos copiar un archivo desde la computadora y pegarlo en el dispositivo de almacenamiento.

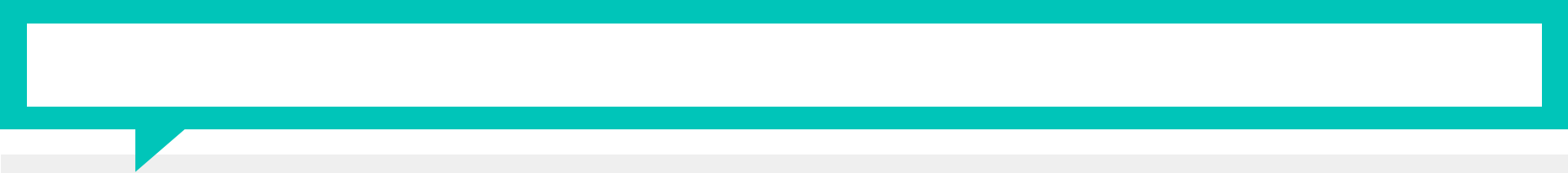
Cuando el controlador recibe la señal de nuestro pendrive indicando el cese de su actividad, esto autoriza al controlador a cerrar el canal de energía eléctrica, desconectando virtualmente a ambas partes. El controlador USB y nuestro pendrive están inactivos, ya se puede desconectar con seguridad.





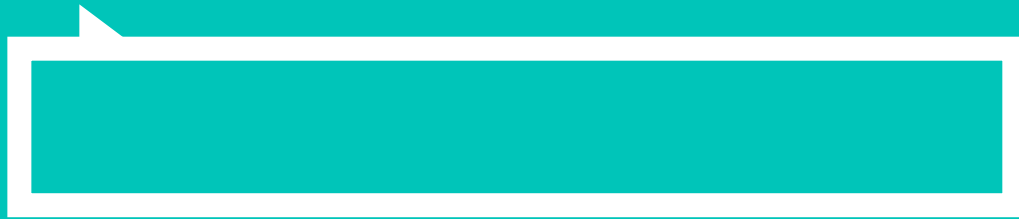
La comunicación entre el equipo y los dispositivos se lleva a cabo según un protocolo basado en el principio de red en anillo. Por lo tanto, los dispositivos pueden conectarse entre ellos tanto en forma de cadena como en forma ramificada.

El equipo emite una señal para comenzar la secuencia cada un milisegundo, el intervalo de tiempo durante el cual le ofrecerá simultáneamente a cada dispositivo la oportunidad de "hablar".

A teal-colored speech bubble graphic with a white rectangular area inside, pointing downwards towards the text.

Cuando el equipo desea comunicarse con un dispositivo, transmite un paquete de datos que contiene la dirección del dispositivo cifrada en 7 bits que designa un dispositivo, de tal manera que es el equipo quien decide "hablar" con los dispositivos. Si el dispositivo reconoce su dirección en el paquete, envía un paquete como respuesta. De lo contrario, le pasa el paquete a los otros dispositivos conectados.

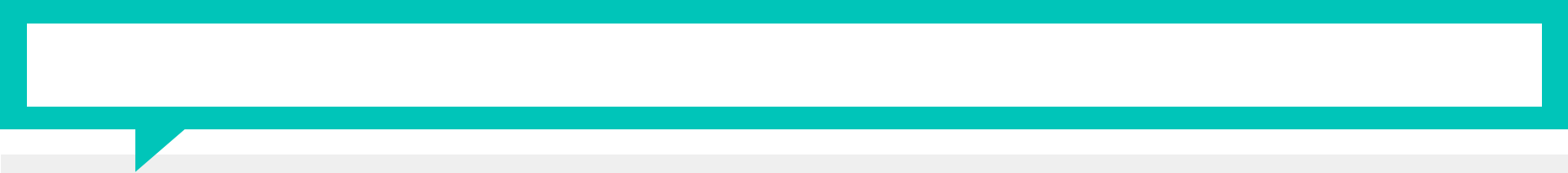
Velocidades de transmisión




Velocidades de transmisión

Los dispositivos USB se clasifican en cuatro tipos según su velocidad de transferencia de datos:

- Baja velocidad (1.0): Tasa de transferencia de hasta 1.5 Mbps (192 KB/s).
- Velocidad completa (1.1): Tasa de transferencia de hasta 12 Mbps (1,5 MB/s) según este estándar.
- Alta velocidad (2.0): Tasa de transferencia de hasta 480 Mbps (60 MB/s) pero por lo general de hasta 125Mbps (16MB/s).

- 
- A teal-colored decorative border at the top of the slide, consisting of a thick horizontal bar and a vertical bar on the left, with a small triangular notch on the left side.
- Super alta velocidad (3.0): Tiene una tasa de transferencia de hasta 4.8 Gbps (600 MB/s).
 - Super alta velocidad + (3.1): SuperSpeed+ duplica la velocidad de transferencia de datos máxima a 10 Gbit/s (1.25 GB/s).
 - Super alta velocidad + (3.2): SuperSpeed+ duplica la velocidad de transferencia de datos máxima a 20 Gbit/s

Ejercicio

A white rectangular box with a small tab on the top-left corner, serving as a placeholder for content.

Ejercicio

Se desea transmitir un fichero de 3GB de una pendrive a una PC con velocidades de transmisión de tipo completa y alta ¿Cuánto tiempo se necesitará para la transmisión con cada una de las velocidades?

→ Datos:

Velocidad completa (1.1): 12 Mbps

Alta velocidad (2.0): 480 Mbps

Solución

1. Pasamos los Gigabytes a Gigabits
 $3 \text{ Gigabytes} \times 8 \text{ bit} = 24 \text{ Gb}$
2. Pasamos de Gigabits a Megabits
 $24 \text{ Gigabits} \times 1024 \text{ Megabits} = 24,576 \text{ Mb}$
3. Para la velocidad tipo completa se utilizan 12 Mbps de velocidad de transmisión
 $24,576 \text{ Mb} / 12 \text{ Mb} = 2,048 \text{ segundos} \Rightarrow 34 \text{ min}$
4. Para la velocidad tipo alta se utilizan 480 Mbps de velocidad de transmisión
 $24,576 \text{ Mb} / 480 \text{ Mb} = 51.25 \text{ segundos} \Rightarrow 0.8 \text{ min}$

Proyecto



Proyecto

- Se utilizará la tarjeta ESP32 para realizar un dispositivo diseñado por nosotros mismos y que cumpla las características de un HID





Gracias :)

Referencias

- http://cbt1.edu.mx/CampusVirtual/CED/Curso_ECEComputo/PDFs/Bus%20USB.pdf
- <https://www.premiumusb.com/usb-explained>
<https://hipertextual.com/2019/06/historia-usb-cable-universal>
- <https://www.geoffknagge.com/uni/elec101/essay.shtml>
- <https://www.cypress.com/file/134171/download>
- <https://www.necddisplay.com/Documents/WhitePapers/USB.pdf>
- <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11526/fichero/Aplicaciones+de+un+controlador+Blue+tooth+en+Rob%C3%B3tica+%252FCapitulo+5.+USB+y+el+protocolo+HID.pdf>
- <https://conusb.com/>
- https://www.keil.com/pack/doc/mw/USB/html/_c_d_c.html