



Capítulo 6:

La capa física

Apoyo en la





En este capítulo se tratarán los siguientes temas:

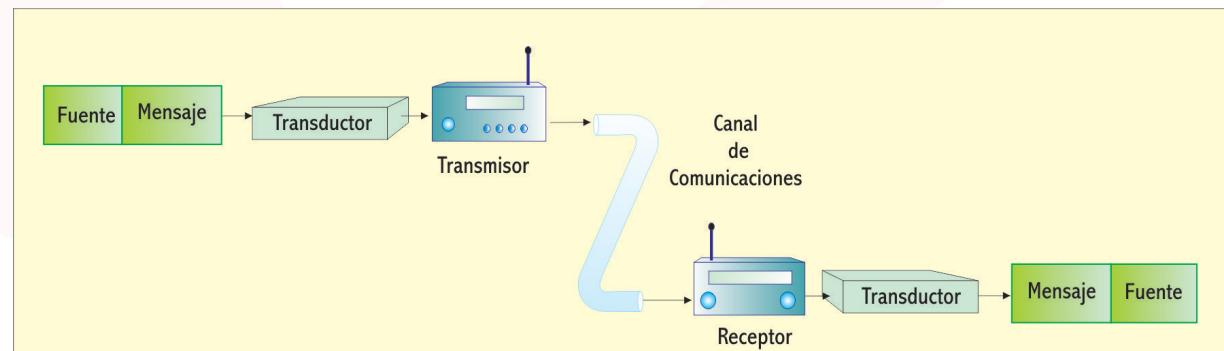
- 6.1 Introducción
- 6.2 Tipos de transmisión
- 6.3 Modos de transmisión
- 6.4 La capa física
- 6.5 Interfaces y buses en modo paralelo
- 6.6 Buses e interfaces en modo serie
- 6.7 Sincronismo

6.1 Introducción

Denominaremos sistema de comunicaciones a un **sistema integrado que permite el transporte de información desde su fuente hasta un sumidero que la recibe, utilizando un canal de comunicaciones.**

La fuente en un extremo captura la información que se ha de transmitir generando un **mensaje**. Posteriormente, un **transductor** convierte el mensaje generado por la información en **señales eléctricas**. En el otro extremo, luego de producida la transmisión, se realizará el proceso inverso.

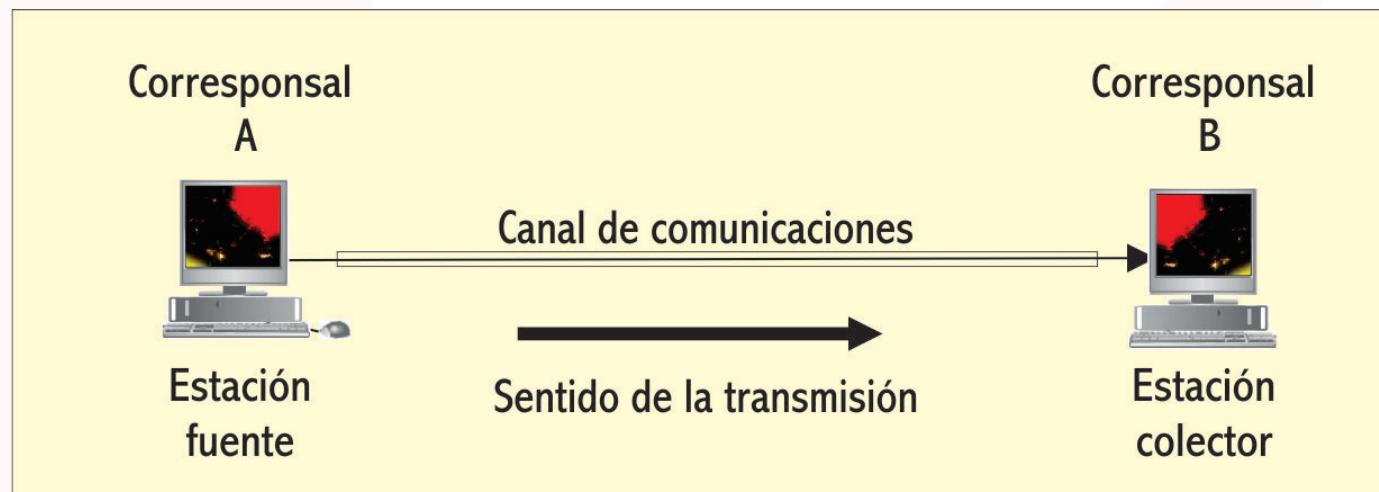
Las **señales eléctricas** necesitarán en un extremo de un **transmisor**, que se encarga de adaptar las señales eléctricas al **canal de comunicaciones**, y de un **receptor** en el otro, que haga las funciones inversas.



6.2 Tipos de transmisión

6.2.1 Método simplex

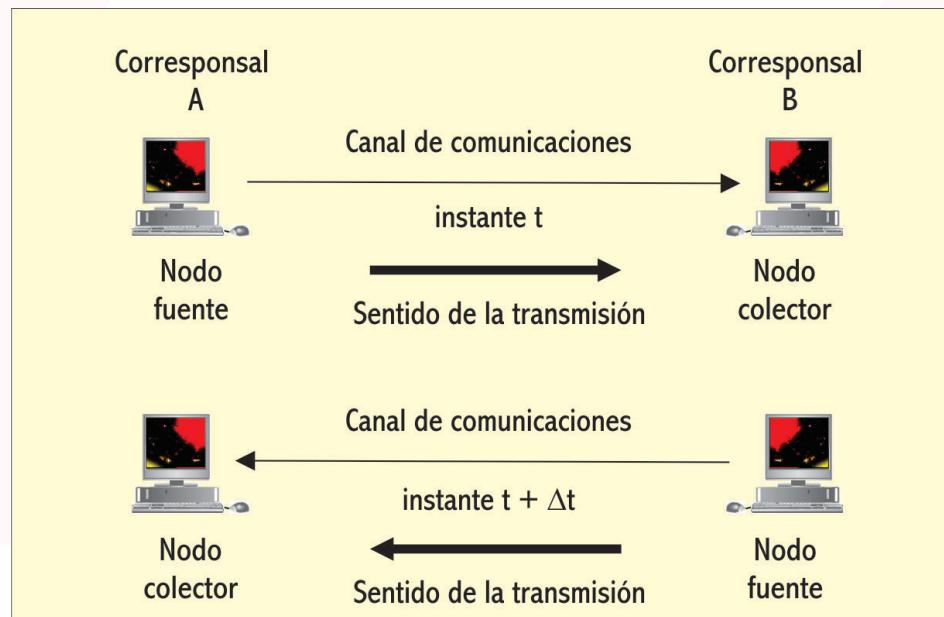
Se denomina simplex al método de transmisión en el cual una estación siempre actúa como fuente y la otra siempre como colector.





6.2.2 Método semidúplex

Se denomina semidúplex al método de transmisión en el cual una estación A y otra estación corresponsal B actúan durante un periodo como fuente y colector, respectivamente, pero, en un periodo posterior, la estación A actúa como colector y la estación B como fuente.

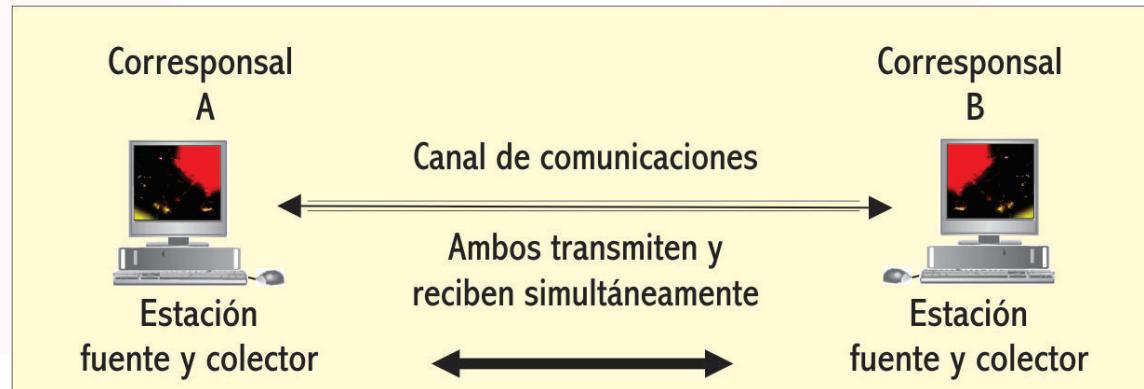


6.2.3 Método dúplex

Se denomina dúplex al método de transmisión en el cual dos estaciones, A y B, actúan a la vez como fuente y colector, por lo que pueden transmitir y recibir información en forma simultánea.

Los servicios dúplex para poder ser prestados requieren tres condiciones:

- Medio físico capaz de transmitir en ambos sentidos.
- Sistema de transmisión capaz de enviar y recibir a la vez.
- Protocolo de comunicaciones que lo permita.



6.3 Modos de transmisión

6.3.1 Introducción

Los equipos informáticos y los específicos de transmisión de datos necesitan procedimientos muy precisos para enviar y recibir información, ya que requieren saber exactamente donde comienza y donde finaliza cada conjunto de bits que componen los campos que constituyen los paquetes transmitidos.

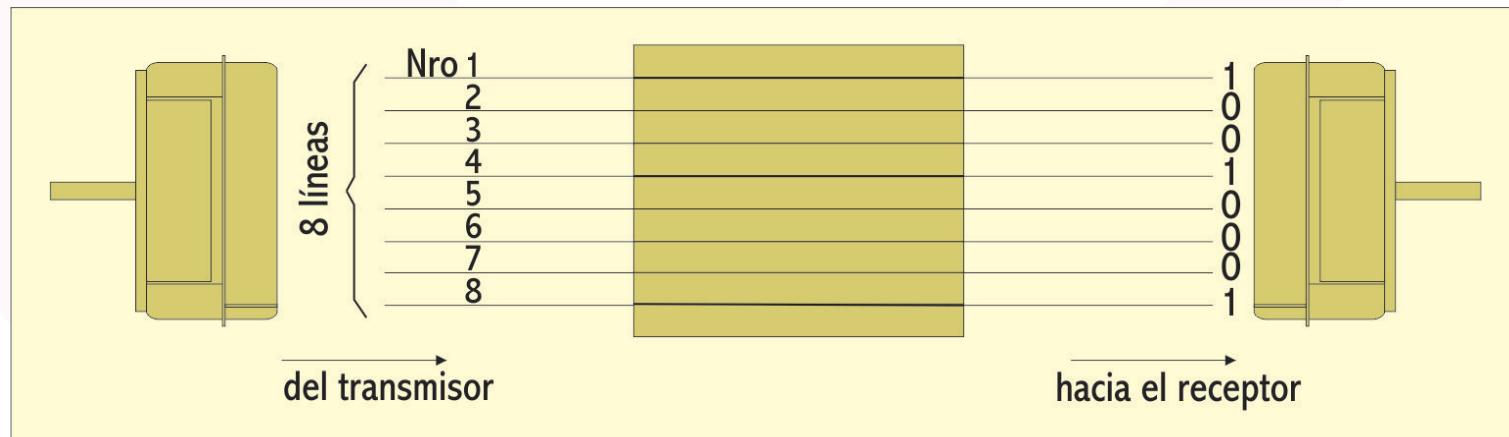
6.3.2 Transmisión en modo paralelo

6.3.2.1 Definición

Se denomina transmisión en modo paralelo a aquella en que los n bits que componen cada byte o carácter se transmiten en un solo ciclo de reloj.

6.3.2.2 Características de la transmisión en modo paralelo

- Se usa en las computadoras para realizar la transferencia interna de los datos. En los casos en que se usen códigos internos de 8 bits por byte, en cada ciclo se transfieren los 8 bits de cada carácter simultáneamente (o también un carácter) por ciclo.





La capa física

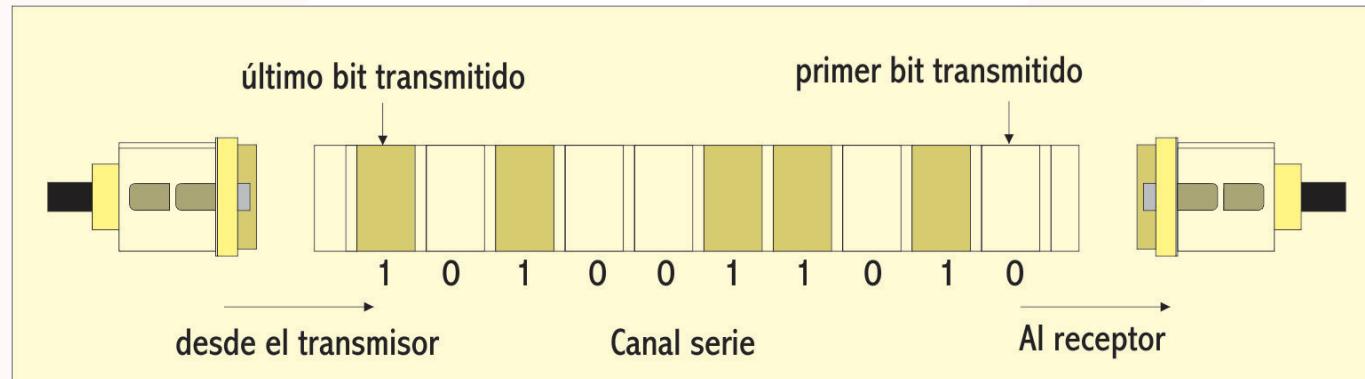
6.3.2.2 Características de la transmisión en modo paralelo

- En la transmisión en paralelo se pueden usar dos formas distintas. Una es disponer de n líneas diferentes a razón de una por bit que se ha de transmitir. La otra, es usar una única línea, pero enviando cada bit mediante un procedimiento técnico que se denomina multiplexación de frecuencias. En el capítulo 6 de esta obra se detallaran estos procedimientos.
- Se usa cuando se requiere transmitir un numero importante de Bytes por segundo y no existen problemas significativos de sincronización entre extremos.
- En general, no se usa cuando las distancias superan las decenas de metros, debido a que el tiempo de llegada de los bits difiere de una línea a otra, situación esta que se agrava con el aumento de la distancia. En estos casos se dice que los bits derivan en el tiempo.

6.3.3 Transmisión en modo serie

6.3.3.1 Definición

Se denomina transmisión en modo serie a aquella en que los bits que componen cada carácter se transmiten con cada ciclo de reloj, a razón de un bit por ciclo.

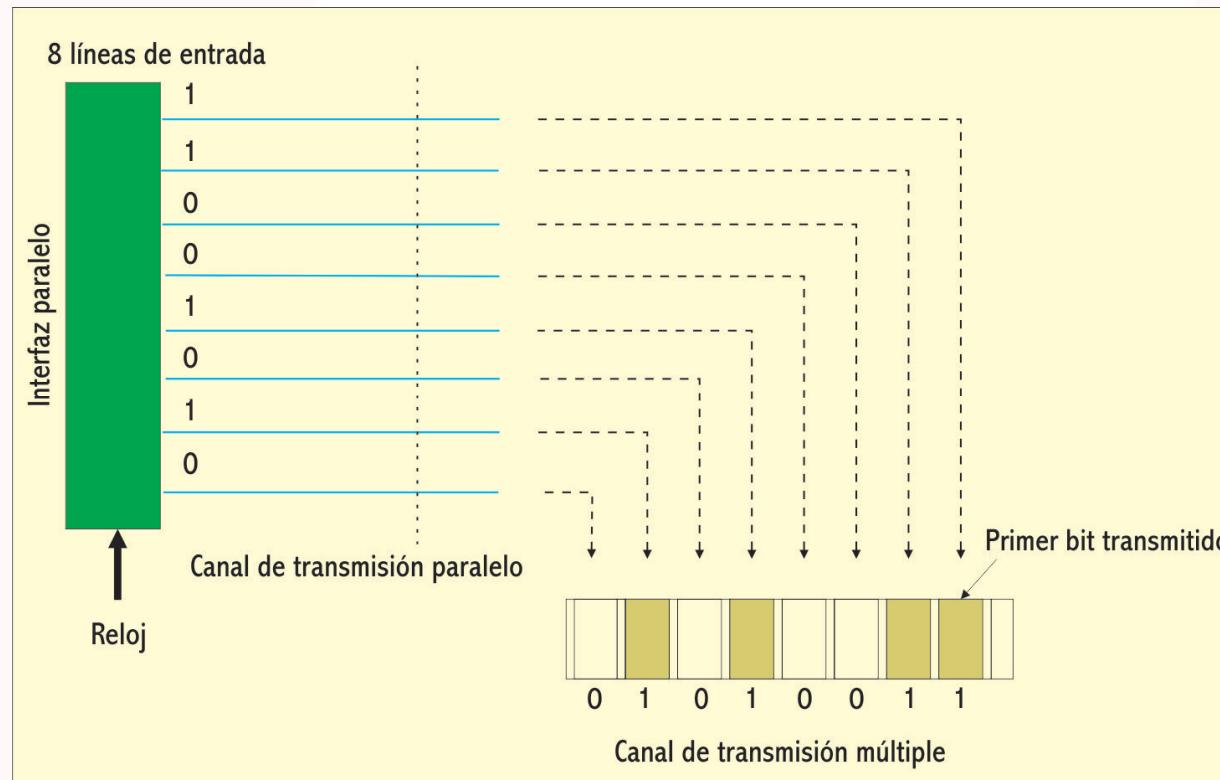




6.3.3.2 Características de la transmisión en modo serie

- Se envía un bit después del otro hasta completar cada carácter.
- Es típico de los sistemas teleinformáticos.
- Las señales que son transmitidas por los vínculos de telecomunicaciones deben pasar al modo paralelo al llegar a los equipos informáticos.
- Este proceso de transformación se denomina **deserialización**.
- Análogamente, cuando las señales de un equipo informático deben ser transformadas del modo paralelo al modo serie, se debe verificar el proceso inverso, es decir, el de **serialización**.
- La secuencia de los bits transmitidos se efectúa siempre por orden de pesos crecientes – $n1$, $n2, \dots, n8$ –, es decir, al revés de como se escriben las cifras en el sistema de numeración binario, donde los pesos crecientes se escriben siempre a la izquierda.
- Cuando se transmite con bit de paridad, este se transmite siempre en último término.

6.3.3.2 Características de la transmisión en modo serie





6.3.3.3 Receptor-Transmisor Asincrónico Universal

Es un dispositivo que controla un puerto serie y tiene por misión convertir los datos transmitidos en modo paralelo por el bus interno conectado a él en modo serie, y viceversa, produciendo los procesos de serialización y deserialización.

La UART está construida por circuitos integrados o chips, que pueden ser parte de la placa base de un computador, de un modem u de otro tipo de equipos similares que poseen puertos de entrada y salida de señales digitales.

Sus principales funciones son manejar las interrupciones de los dispositivos conectados al puerto que administran, pudiendo programarse los siguientes parámetros de las señales:

- Velocidad de transmisión.
- Paridad (par o impar).
- Longitud del bloque.
- Bits de parada.



La capa física

6.4 La capa física

6.4.1 Generalidades

La comunicación a nivel de capa física entre dos equipos, o componentes de un mismo equipo, se realiza a través de interfaces o buses digitales estandarizados.

Las razones de la necesidad de la normalización están dadas porque tanto los equipos como los componentes que se han de interconectar pueden ser diseñados y construidos con características técnicas diferentes, siendo la interfaz estandarizada la que permite vincularlos y dar solución a la diversidad que ellos puedan presentar.

Llamaremos interfaz o bus digital estándar al conjunto de normas mecánicas, eléctricas y lógicas que permiten que las señales digitales originadas en un equipo, denominado emisor –o un componente de el–, puedan ser transmitidas con las características deseadas, y a través de un vínculo físico, a otro equipo digital –o componente de el– de las mismas u otras características, denominado receptor; y viceversa.

Las interfaces digitales estándares, en numerosos casos, deben conectar equipos o componentes a nivel de la capa física de distintos fabricantes. Estas interfaces pueden trabajar en modo paralelo o en modo serie.

6.4.2 Normalización de las interfaces de la capa física

6.4.2.1 Aspectos generales

Los niveles de normalización de las interfaces de nivel físico tienen las siguientes finalidades:

- Asegurar la compatibilidad **mecánica** de su conector.
- Establecer niveles de tensión máxima y mínima de cada circuito, y sobre cada contacto del conector, así como otros aspectos relativos a las características **eléctricas**.
- Determinar relaciones **lógicas**, de manera que se pueda mantener de forma adecuada el dialogo entre los equipos que interconecta.



6.4.2.1 Aspectos generales

Los niveles de normalización de las interfaces de la capa física tienen las siguientes finalidades:





La capa física

6.5 Interfaces y buses en modo paralelo

6.5.1 Generalidades

Para la transmisión en modo paralelo existe un conjunto de interfaces y buses normalizados inicialmente por los propios fabricantes de hardware, donde la mayor parte de ellos son utilizados para intercambiar información entre los distintos componentes internos de un computador y, eventualmente, con periféricos del mismo.

Las ventajas que presentan por trabajar en paralelo es aumentar la velocidad de transmisión entre los componentes de un computador que deben intercomunicarse, o entre si con alguno de sus periféricos; en especial, cuando por las características de ellos, se requiere una comunicación de alta velocidad y, además, la distancia a la que se encuentran es pequeña. Precisamente, al transmitirse un conjunto importante de bits en forma simultanea por unidad de tiempo, se facilita una rápida comunicación entre las partes que se desea comunicar.

Actualmente, también se pueden lograr altas velocidades con buses en modo serie, pero la utilización de interfaces en paralelo sigue siendo importante.

.

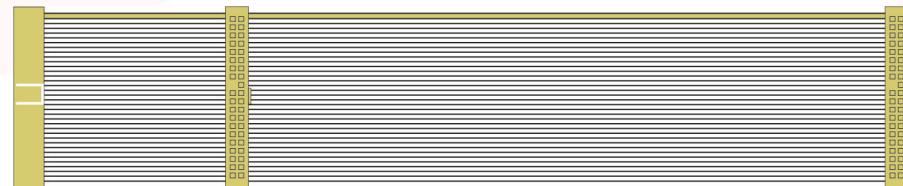
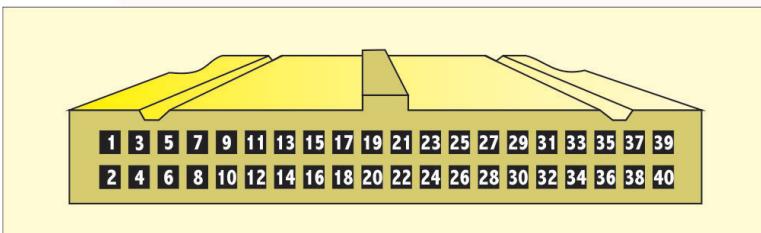


6.5.2 Características técnicas de algunas interfaces o buses en modo paralelo

6.5.2.1 Interfaz ATA

Se denomina *Advance Technology Attachment* (ATA) a una interfaz paralelo desarrollada para su uso en los computadores, que es empleada para interconectar entre si los distintos subconjuntos que son parte de ella, como por ejemplo el motherboard con los discos rígidos y los dispositivos de almacenamiento y de lectura (CD–ROM o DVD).

Esta interfaz es mantenida y actualizada por el Comité Técnico N.^o 13 del Comité Internacional para los Estándares en Tecnología de la Información (*Technical Committee # 13 of The InterNational Committee for Information Technology Standards INCITS*), que trabaja bajo las reglas y la aprobación del Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI).





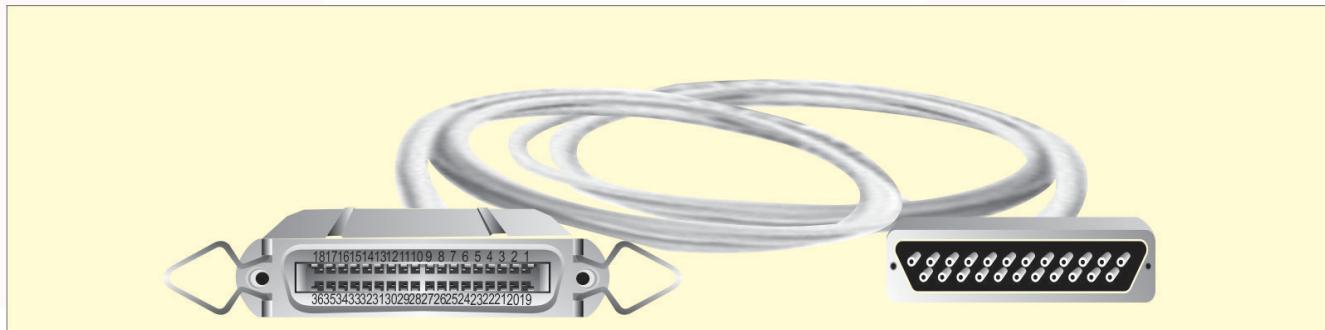
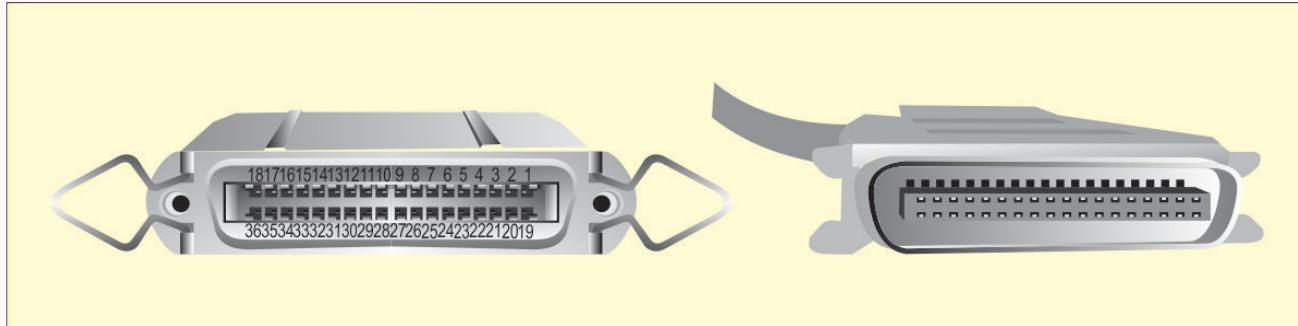
6.5.2.2 Interfaz IEEE 1284 - Centronics

Centronics es una interfaz en paralelo, bidireccional, con una velocidad de transferencia de datos máxima de *150 Kbyte* por segundo. Esta velocidad máxima puede disminuir y es por lo tanto dependiente del software asociado. Permite intercambiar *8 bits* por unidad de tiempo en forma simultanea. El puerto de la impresora es conocido como LPT, y que requiere el intercambio de 25 tipos de señales diferentes. Estas señales utilizan varias líneas diferentes por cada una de las siguientes funciones: control: 4; estado: 5; datos: 8 y tierra: 8.

- Las **señales de control** son usadas, como su nombre lo indica, para el control de la interfaz y para la señalización que es necesaria en la fase de establecimiento de la comunicación entre el computador y la impresora. Permiten, entre otras cosas, poner a los valores normales de la impresora tal como fueron ajustados, insertar líneas en cada retorno de carro, indicar que las líneas de datos están activas con valores validos, etc.
- Las **señales de estado (status)** se usan como indicadores de diversas funciones, tales como falta de papel, ultimo carácter recibido, indicador de ocupado, impresora en línea, etc.
- Las **señales de datos** son usadas para el intercambio de los datos entre ambos equipos interconectados a razón de un bit por cada byte transmitido. Si bien inicialmente la información solo podía ser transmitida desde el computador a la impresora en forma unidireccional, versiones posteriores permiten que los datos fluyan también en sentido inverso.
- Las **señales de tierra** son el retorno de cada una de las líneas utilizadas para la transmisión de los datos.



6.5.2.2 Interfaz IEEE 1284 - Centronics





6.5.2.2 Interfaz IEEE 1284 - Centronics

El estándar IEEE 1284 puede operar en cinco modos diferentes:

- **Modo de compatibilidad.** Es tambien conocido como Centronics y trabaja en modo unidireccional compatible con el diseño original de esta interfaz. Puede alcanzar una velocidad de entre 50 Kbps y 150 Kbps.
- **Modo nibble.** Trabaja en forma unidireccional, transmitiendo los datos en subconjuntos de 4 bits por unidad de tiempo al utilizar las líneas que están reservadas para los canales de estado para la transmisión de datos. Permite la compatibilidad con el estándar BiTronics desarrollado por HP. Puede alcanzar una velocidad de entre 50 Kbps y 150 Kbps.
- **Modo byte.** Este modo permite la transmisión de 8 bits por unidad de tiempo, utilizando las líneas de datos. Puede alcanzar una velocidad de entre 50 Kbps y 150 Kbps.
- **Enhanced Parallel Port** (EPP o Puerto Paralelo Mejorado). Trabaja en modo semidúplex y es bidireccional. Permite una velocidad de 2 Mbps, permitiendo la conexión de todo tipo de periféricos. Utiliza una menor cantidad de bits auxiliares en la transmisión de los datos, que evitan sobrecargar a la CPU del computador.
- **Extended Capability Port** (ECP o Puerto de Capacidad Ampliado). Trabaja en modo semidúplex y es bidireccional como el EPP. Posee como diferencia que utiliza un acceso directo a la memoria del computador, lo que lo hace más rápido que el anterior. Puede alcanzar una velocidad de 2,5 Mbps.



6.6 Buses e interfaces en modo serie

6.6.1 Recomendaciones RS 232-V.24

6.6.1.1 Consideraciones generales

Las interfaces en serie están integradas por componentes que pertenecen a la capa física y por elementos que trabajan en contacto directo con el medio de comunicaciones.

Entre estas, las mas difundidas y popularizadas son las interfaces descriptas por dos normas que, a pesar de ser muy parecidas, no son exactamente iguales y a veces se las confunde. Ellas son la recomendación **V.24** de la UIT-T y la **RS 232**, actualmente **TIA 232**.



La capa física

6.6.1.2 Características técnicas principales

- Distancia máxima entre equipos: 15 metros (50 pies).
- Velocidad máxima de transferencia de datos: 20 Kbps.
- Cantidad máxima de usuarios por conectar: 2 usuarios (enlaces punto a punto). Esta recomendación no acepta interconexiones del tipo multipunto.
- Susceptible al ruido existente en el medio ambiente.
- Rangos de voltaje de trabajo para el intercambio de señales de:
 - + 3 Volt a + 25 Volt.
 - - 3 Volt a - 25 Volt.
- Codificación en banda base Polar NRZ.



6.6.1.3 Principales limitaciones que presenta

- Reducida velocidad de transferencia de datos.
- Distancia máxima entre equipos insuficiente para algunas aplicaciones.

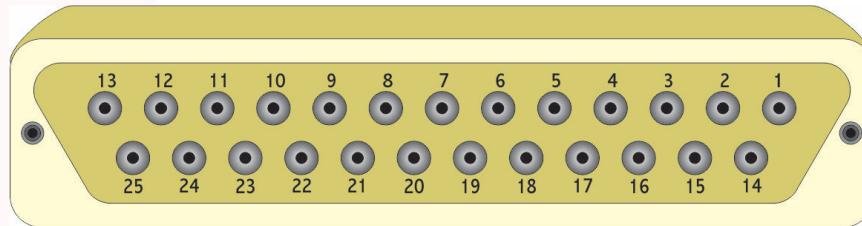
La primera limitación se ha acentuado. Actualmente, los equipos que usan esta recomendación han aumentado la velocidad de transmisión considerablemente desde que la misma fue diseñada; por lo cual, la interfaz no cumple con estas nuevas velocidades.

Sin embargo, no afecta la interconexión en los casos en que la distancia entre extremos de la interfaz es mucho menor a los 15 metros; estos casos son siempre muy comunes. Una de las aplicaciones mas usadas es la conexión de un modem de datos a un computador; estando ambos equipos, casi siempre, muy próximos.

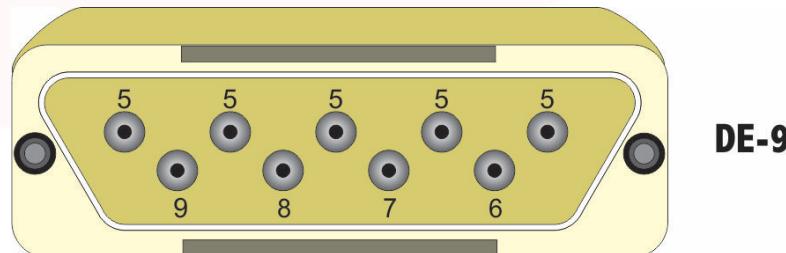
En cuanto a la segunda limitación, en algunas aplicaciones en que se necesita simultáneamente velocidad y distancia, 15 metros es una fuerte restricción. La razón de la misma es que la norma estipula una capacitancia máxima de 2500 pF (Picofaradios) total entre puntas; valor que se alcanza a los 15 metros.

6.6.1.4 Características de normalización para el nivel mecánico

Para la interconexión en la unión cable/equipos de la interfaz RS 232, se utiliza un conector tipo **Cannon** de 25 contactos, especificado en la ISO 2110, también conocido como DB 25.



En algunas aplicaciones se necesita una cantidad mucho menor a 25 contactos. En ese caso, se puede utilizar el conector normalizado ISO 4902/TIA 564, más conocido como DE-9. Este se utiliza muchas veces para conectar el mouse al computador, por ser mas económico y más pequeño.





6.6.1.5 Características de normalización para el nivel eléctrico

- V.28: circuitos de enlace asimétricos para uso con equipos que utilizan tecnologías de componentes discretos y funcionan a velocidades inferiores a 20 Kbps (bajas velocidades).
- V.10: circuitos de enlace asimétricos para uso con equipos que emplean tecnología de circuitos integrados y que funcionan a velocidades de 20 a 100 Kbps (altas velocidades).
- V.11: circuitos de enlace simétrico para uso con equipos que utilizan tecnología de circuitos integrados y funcionan a velocidades de hasta 10 Mbps (muy altas velocidades).



La capa física

6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico

- Descripción de los circuitos del nivel lógico: existen dos clases de circuitos en el nivel lógico de la Interfaz Digital Estándar Serie, que se denominan Circuitos Primarios y Circuitos Secundarios. La serie 200 se usa exclusivamente en la llamada automática, vía red telefónica conmutada. Para cada uno de ellos se indica, además, el sentido del flujo de las señales, según sea el sentido hacia el ETCL o desde el hacia el ETD.
- Características y funciones de los distintos circuitos del nivel lógico: Las **señales de datos** que intercambian los equipos interconectados por esta interfaz utilizan, observando la comunicación desde el ETD, el Circuito N° 103 – contacto 2 para transmitir los datos y el Circuito N° 104 – contacto 3 para recibirlas. Los datos de los usuarios pasan exclusivamente por estas dos conexiones y resultan, sin duda, las mas importantes de la interfaz.
- Si el ETCD utilizara canal secundario, observando la comunicación desde el ETD, usaría el Circuito N° 118 – contacto 14 para transmitir los datos de este canal y el Circuito N° 119 – contacto 16 para recibirlas.



6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico

Tipo de señal	Nº de circuito	Nº de Contacto	Denominación	Señales	
				Hacia el ETCD	Desde el ETCD
Señales de datos	103	2	transmisión de datos	X	
	104	3	recepción de datos		X
	118	14	transmisión de datos (sec)	X	
	119	16	recepción de datos (sec)		X
Señales de tiempo	113	24	sincronismo en transmisión	X	
	114	15	sincronismo men transmisión		X
	115	17	sincronismo en recepción	X	
Señales de control	105	4	petición de emisión	X	
	106	5	preparado para transmitir		X
	107	6	módem preparado		X
	108/1	20	conéctese el a.d.d.a. línea	X	
	108/2	20	terminal de datos preparado	X	
	109	8	detector de portadora en línea		X
	110	21	detector de calidad de señales en línea	X	X
	111	23	selector de velocidad binaria		X
	125	22	detector de señal de llamada	X	
	126	11	selector de frecuencia de transmisión	X	
	120	19	transmisión señales línea (sec)		X
	121	13	listo para transmitir (sec)		X
Conexión a tierra	102	7	detector de señales de línea recibido (sec)		
	101	1	tierra de protección		

a.d.d. = aparatos de datos

(sec) = canal secundario o de retorno



6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico

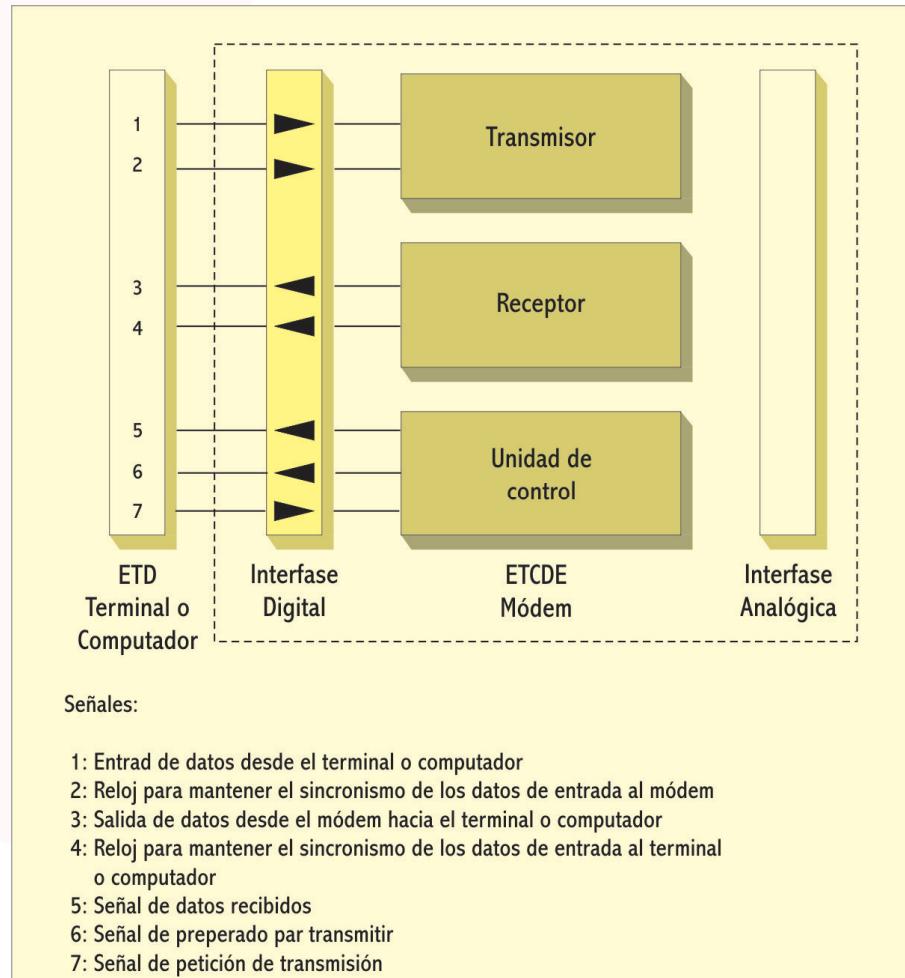
Tipo de señal	Nº de circuito	Denominación	Señales	
			Hacia el ETCD	Desde el ETCD
Señales de tiempo	128	sincronismo en recepción		
	131	temporizadores para los caracteres recibidos		
Señales de control	112	selector de velocidad binaria	X	
	116	selector de instalaciones (r)	X	
	117	indicador de instalaciones (r)		
	123	detector de calidad de señales (sec)		X
	124	selección grupos de frecuencia	X	
	127	selección de la frecuencia de recepción	X	
	129	peticIÓN de recibir	X	
	130	transmitir el tono (sec)	X	
	132	retorno al modo no datos	X	
	133	preparado para recibir	X	
	134	datos recibidos presentes		X
	136	nueva señal	X	
	140	conexión en bucle	X	
	141	conexión en bucle total	X	
	142	indicador de prueba		X
Conexión a tierra	191	respuesta vocal transmitida	X	
	192	respuesta vocal recibida		X
	120a	tierra de señalización o retorno común		
	de equipo de datos			
	102b	retorno común del módem		
	102c	retorno común		

(r) = de reserva

(sec) = canal secundario o de retorno

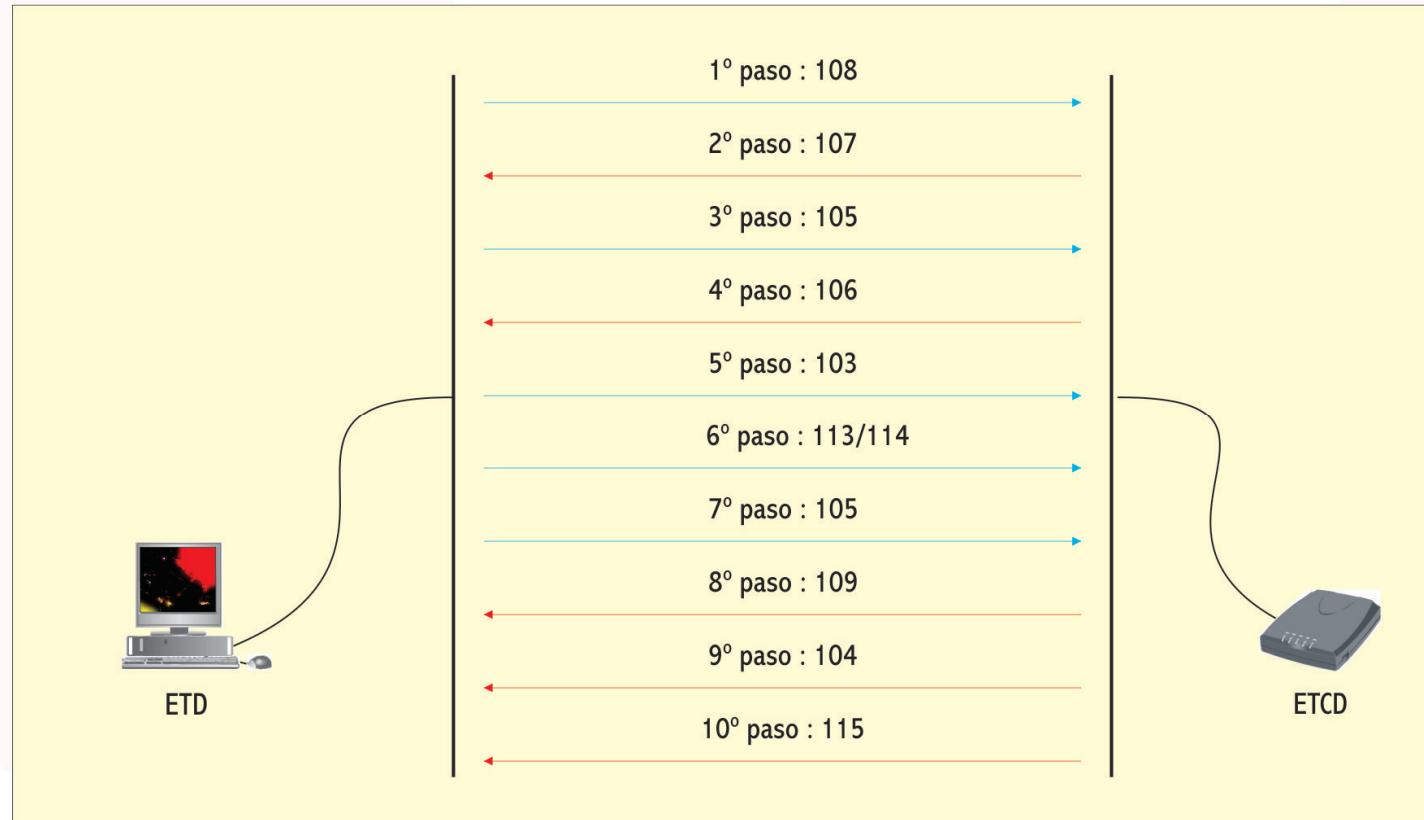


6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico

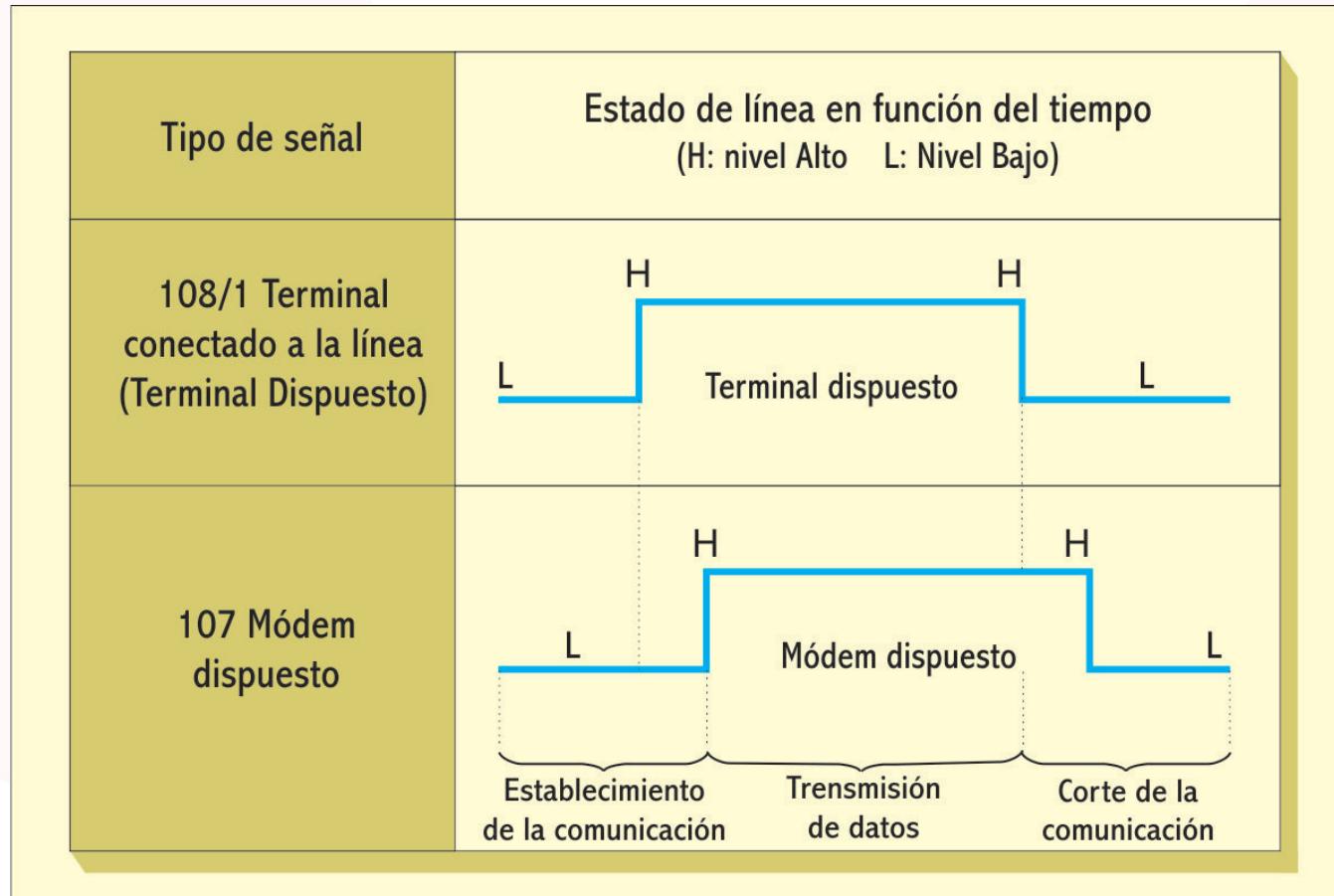




6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico



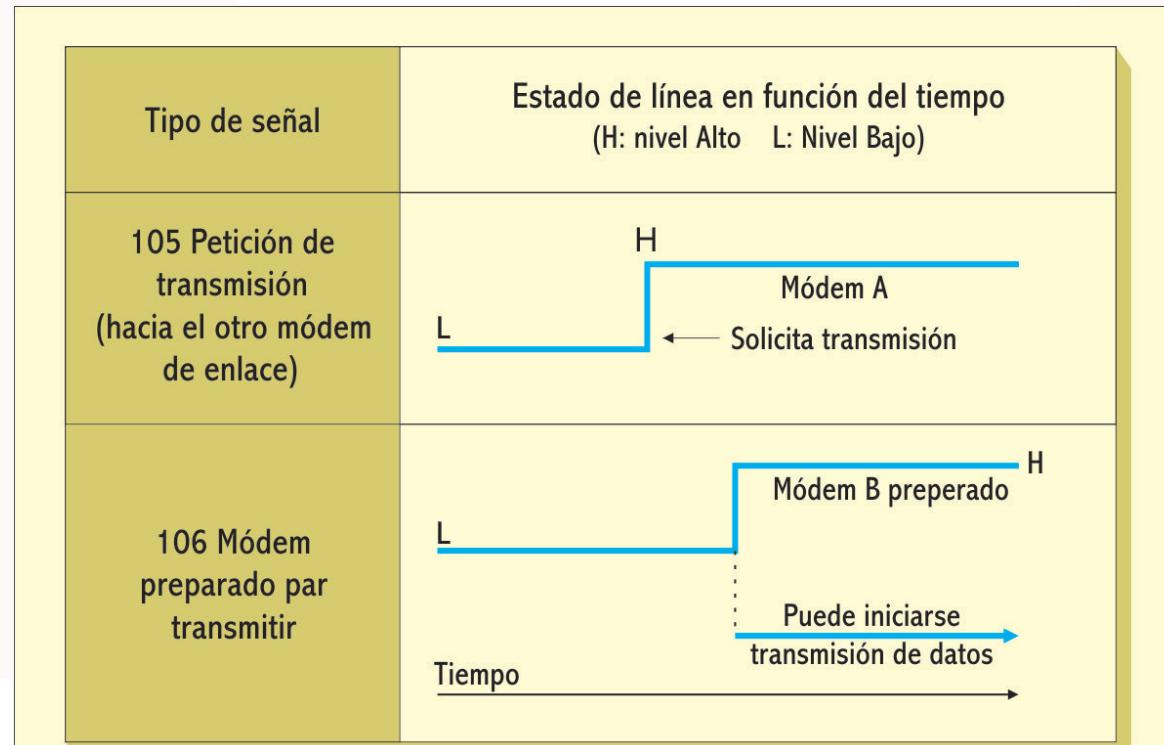
6.6.1.7 Descripción de algunos procedimientos de esta recomendación





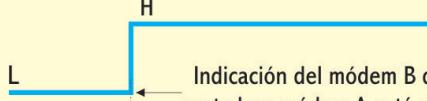
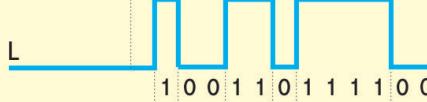
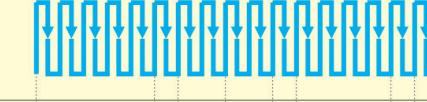
6.6.1.7 Descripción de algunos procedimientos de esta recomendación

Si se tratase de circuitos dedicados, estas operaciones serían innecesarias.





6.6.1.7 Descripción de algunos procedimientos de esta recomendación

Círcuito	Tipo de señal	Estado de la línea en función del tiempo
109	Detección de señal de portadora de línea	 Indicación del módem B que la portadora módem A está en línea
103	Transmisión de datos desde el módem A	
104	Recepción de datos desde el módem B	
113/114	Reloj de transmisión	
105	Reloj de recepción	



6.6.2 Recomendación V.35

6.6.2.1 *Aspectos generales*

La Recomendación V.35 de la UIT es una norma que fue aprobada por primera vez en la conferencia que el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), hoy ya disuelto, realizó en la Reunión Plenaria en Mar del Plata en 1968, y que luego sufrió modificaciones sucesivas en 1972 y 1976.

La misma se refería a la normalización de equipos modem de datos de banda ancha, y la recomendación se denominaba concretamente de la siguiente manera: Transmisión de datos a 48 Kbps, por medio de circuitos del grupo primario de 60 a 108 KHz.

Tanto estos equipos, como así también el uso de circuitos del grupo primario, que usan multiplexación por división de frecuencia, hace ya muchos años que se han dejado de emplear.

Por ello, se desaconsejo el uso de esta norma, por habérsela considerado anticuada. La decisión ya mencionada fue tomada en la Reunión Plenaria que dicho Comité celebro en Melbourne, Australia, en 1988.



6.6.2.2 Características de normalización para el nivel mecánico

Para esta recomendación se utiliza un conector hembra conocido como M34 Winchester de 34 pines, normalizado como ISO 2593. La figura muestra la geometría de un conector hembra y de uno macho de esta Recomendación y la denominación de cada uno de sus contactos.

6.6.2.3 Características de normalización para el nivel eléctrico

La interfaz V.35 combina señales balanceadas y no balanceadas. Para las **señales de control** se utilizan señales **no balanceadas** y para las **señales de datos** y de **sincronismo**, solamente **balanceadas**, es decir, sobre un par de hilos para cada señal. Precisamente, para las señales de datos utilizan circuitos eléctricos balanceados o simétricos, que no presentan los problemas señalados respecto de la tierra común de la interfaz RS 232.





La capa física

6.6.2.4 Características de normalización para el nivel lógico

Actualmente, se utiliza esta Recomendación para intercambio de datos sincrónico en velocidades de 56 Kbps a 2 048 Kbps. En algunos casos se pueden alcanzar velocidades de hasta 34 Mbps.

Tipo de señal	Nº de Circuito	Función
Tierra	102	Tierra de referencia para los circuitos de enlace
Datos	103	Transmisión de datos
Datos	104	Recepción de datos
Control	105	Petición de transmitir
Control	106	Preparado para transmitir
Control	107	ETCD preparado
Control	109	Detector de portadora en línea
Sincronismo	114	Sincronismo de transmisión
Sincronismo	115	Sincronismo de recepción

Los circuitos que se usan, cuando se utiliza una salida V.35, son únicamente los indicados en la Tabla 5-5 y están relacionados con sus simétricos en la RS 232.



6.6.3 Recomendación X.21

6.6.3.1 Consideraciones generales

Esta interfaz tuvo su origen en las discusiones que, desde 1969, se desarrollaban en el seno de la UIT - T para solucionar el eventual problema que se podría plantear en el caso que las empresas de telecomunicaciones pudieran proporcionar líneas de abonado digitales.

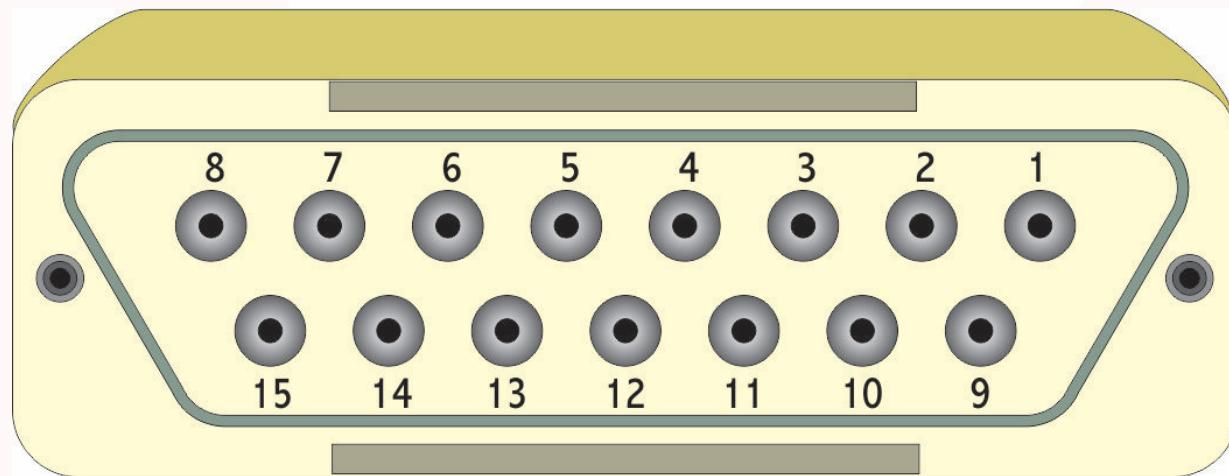
El resultado fue la Recomendación X.21 y su compañera X.21 bis, que fueron aprobadas por primera vez en la Asamblea General de la UIT - T del 1972. Posteriormente fue mejorada. Esta Recomendación especifica la manera en que el equipo terminal de datos (ETD) establece y libera las llamadas, mediante el intercambio de señales con el equipo terminal del circuito de datos (ETCD).

Fuente	Señales	PIN	Ficha	PIN	Señales	Fuente
Común	Tierra de la señal (SG)	B		A	Tierra de chasis (GND)	Común
ETCD	Preparado para recibir (CTS)	D		C	Petición para transmitir (RTS)	ETD
ETCD	Detección portadora de línea (DCD)	F		E	Equipo listo para recibir (DSR)	ETCD
ETCD	Indicación de llamada (RI)	J		H	Terminal listo para recibir (DTR)	ETD
-	No asignada	L		K	No asignada	-
-	No asignada	N		M	No asignada	-
ETCD	Recepción de datos (A)	R		P	Transmisión de datos (A)	ETD
ETCD	Recepción de datos (B)	T		S	Transmisión de datos (B)	ETD
ETCD	Recepción de sincronismo (A)	V		U	Sincronismo del terminal (A)	ETD
ETCD	Recepción de sincronismo (B)	X		W	Sincronismo del Terminal (B)	ETD
-	No asignada	Z		Y	Transmisión de sincronismo (A)	ETD
-	No asignada	BB		AA	Transmisión de sincronismo (B)	ETD
-	No asignada	DD		CC	No asignada	-
-	No asignada	FF		EE	No asignada	-
-	No asignada	JJ		HH	No asignada	-
-	No asignada	LL		KK	No asignada	-
-	No asignada	NN		MM	No asignada	-



6.6.3.2 Características de normalización para el nivel mecánico

El conector usado por esta Recomendación tiene 15 contactos y es denominado ISO 4903 o DA 15. La figura. muestra la forma de dicho conector; en este caso, solamente son utilizados ocho contactos.





6.6.3.3 Características de normalización para el nivel eléctrico

Existen dos especificaciones: una para circuitos no equilibrados y otra para circuitos equilibrados.

La primera de ellas es la **Recomendación X.26**, que se refiere a las condiciones para cuando la transmisión es **asimétrica** y el circuito es **desbalanceado**. Es equivalente a la Recomendación **V.10** de la UIT – T. Su denominación es la siguiente:

- X.26 (V.10): características eléctricas de circuitos de intercambio desequilibrados, de doble corriente, de uso general con equipos integrados en el campo de las comunicaciones de datos.

La segunda es la **Recomendación X.27**, que se utiliza en caso de que el circuito sea **balanceado**, y la transmisión sea **simétrica**. Esta ultima permite alcanzar velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps, dependiendo de la distancia. Es equivalente a la Recomendación **V.11**, de la UIT – T. Su denominación es la siguiente:

- X.27 (V.11): características eléctricas de circuitos de intercambio equilibrados, de doble corriente, de uso general con equipos integrados en el campo de las comunicaciones de datos.

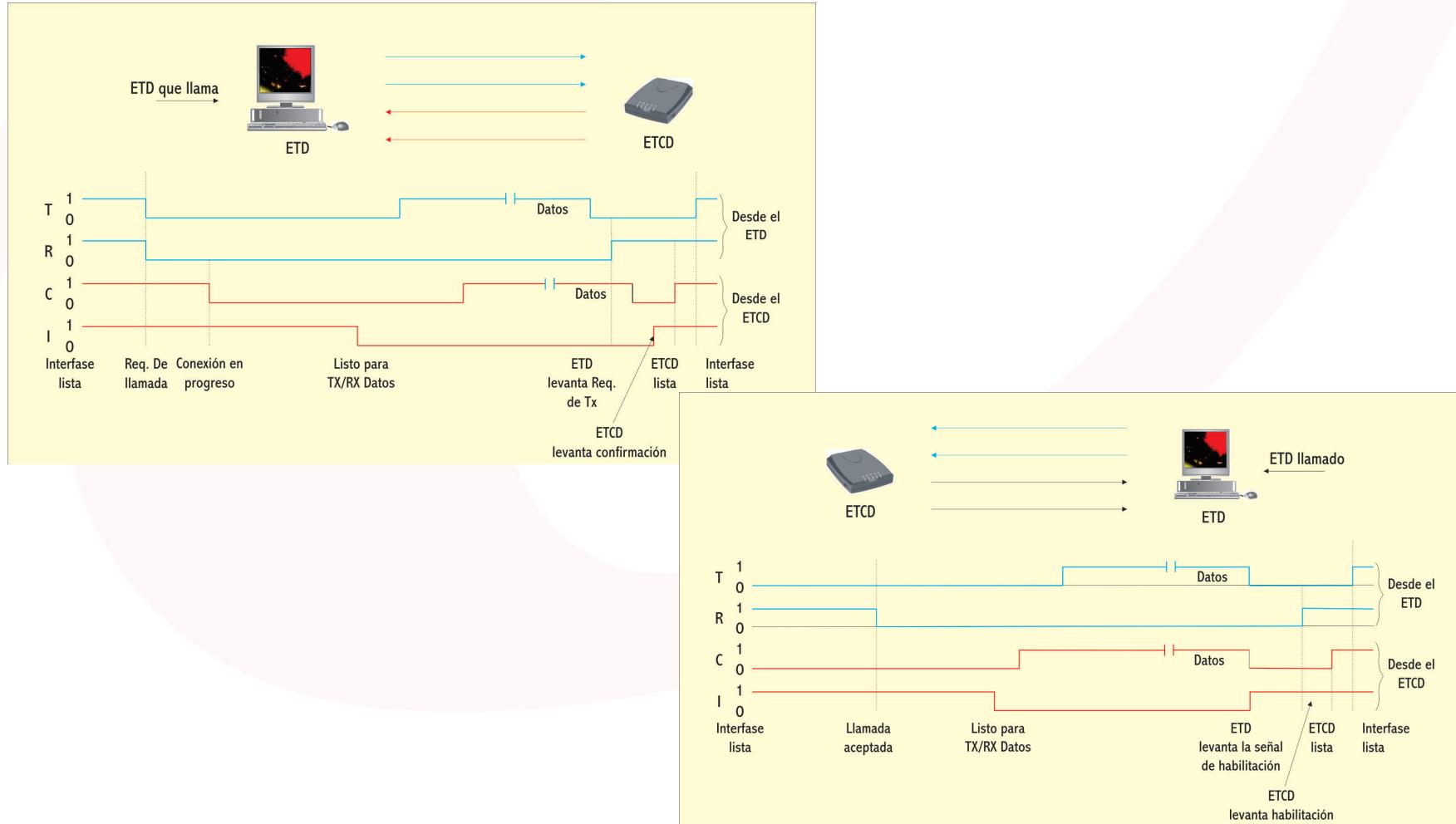


6.6.3.4 Características de normalización para el nivel lógico

- Descripción de los circuitos.
- La norma establece cuatro tipos de circuitos:
 - Circuitos de datos
 - Circuitos de control
 - Circuitos de sincronización
 - Circuitos de tierra
- Características de los procedimientos
 - Establecimiento de la llamada
 - Transferencia de datos: es dúplex y se realiza por los circuitos T y R
 - Liberación de la llamada: se produce por la vuelta a 0 (estado inactivo) de los circuitos C e I.
 - Sincronismo: el circuito S se utiliza para la sincronización del ETD y del ETCD (comunicaciones sincrónicas). El circuito B se usa opcionalmente.



6.6.3.4 Características de normalización para el nivel lógico





6.6.4 Interfaz USB

6.6.4.1 Consideraciones generales

La interfaz USB es similar a la RS 232 o a la IEEE 1242 – Centronics, por nombrar algunas de las mas conocidas. Pero mientras estas últimas permiten conectar un solo dispositivo a la vez a cada puerto, la USB permite conectar múltiples dispositivos al mismo tiempo, por cuanto funciona como un bus. La interfaz ***Universal Serial Bus (USB)*** fue desarrollada y estandarizada por primera vez en 1995 por un conjunto de empresas líderes del mercado informático y de las telecomunicaciones, formado por Compaq, Digital, IBM, Intel, Microsoft y Northern Telecom. Es así que en 1996, con el objeto de reemplazar las múltiples opciones de conectores e interfaces del mercado, se normalizo la versión USB 1.0.

Las versiones de esta interfaz son las siguientes:

- **Versión 1.0 Low Speed USB:** con fecha 15 de enero de 1996. Para velocidades de transferencia bajas de 1,5 Mbps.
- **Versión 1.1 Full speed USB:** con fecha 23 de septiembre de 1998. Para velocidades de transferencia medias de 12 Mbps.
- **Versión 2.0 High speed USB:** con fecha 27 de abril de 2000. Para velocidades de transferencia altas de 480 Mbps.
- **Versión 3.0 Superspeed USB:** con fecha 17 de noviembre de 2008. Para velocidades de transferencia muy altas de 5 Gbps.



6.6.4.2 Características particulares

- Es una **interfaz universal** que permite la interconexión de diferentes dispositivos y equipos, diseñados para las mas variadas prestaciones con una simplicidad para los usuarios finales.
- Posee un juego de conectores adaptado para distintas aplicaciones. Ellos permiten que sean utilizados para interconectar todo tipo de equipos y periféricos de diversa índole, utilizados para la mas variada cantidad de aplicaciones.
- La interfaz está correctamente estandarizada. Tiene un diseño simple, práctico y económico.
- No requiere, a diferencia de otras interfaces, de un conjunto importante de diferentes cables o conectores que simplifiquen el diseño y faciliten la conectividad entre extremos.
- Permite la **conexión en caliente** por lo que no se dañaran los dispositivos si fueran conectados o desconectados mientras están encendidos. La operación se puede realizar sin peligro y sin necesidad de reiniciar la operación de los mismos. La norma USB 2.0, refiriéndose a estos procesos, utiliza los términos *attach/removal*; mientras que la norma USB 3.0 utiliza los términos *hot insertion/removal*.
- Opera en la modalidad conocida como **Plug and Play**; es decir que el sistema operativo identifica automáticamente un dispositivo ni bien este es conectado y carga el drive apropiado para que el mismo este inmediatamente operativo.



6.6.4.2 Características particulares

- Por tener el comportamiento de un bus admite **hasta 127 periféricos** diferentes conectados de manera lógica, aunque esto no signifique que los 127 dispositivos puedan estar conectados a la vez.
- **Proporciona energía eléctrica** a ciertos dispositivos conectados a la interfaz USB, que no requieren un elevado consumo de potencia: En esos casos, elimina la necesidad de que los dispositivos deban estar conectados a fuentes externas.
- **Bajo costo** de implementación. Una razón de peso es la amplia difusión en el mercado, que hace mas baratos los costos por la cantidad de dispositivos que la utilizan. Otra razón esta dada porque, si bien el protocolo de operación presenta cierta complejidad, este es ejecutado fundamentalmente por el equipo que tiene los periféricos conectados a él.



6.6.4.3 Características técnicas

- Soporta en **tiempo real** voz, datos, audio y video.
- Posee un protocolo mixto que tiene la capacidad de operar con distintos tipos de transferencia. Trabaja en modo **sincrónico** para la transferencia de datos y en modo **asincrónico** para la de mensajes. En algunos casos, como por ejemplo cuando interconecta a un disco rígido, utiliza la modalidad conocida como **best effort**.
- La longitud máxima de los cables de interconexión son: USB 1.1 - 3 metros; USB 2.0 – 5 metros;
- Las versiones son compatibles entre ellas. La versión 3.0 es compatible con la 2.0 y esta ultima lo era con las dos anteriores.
- Funciona en modo serie y el intercambio de datos es bidireccional. En la versión 2.0, es en modo **half-dúplex**.



6.6.4.3 Características técnicas

CARACTERÍSTICAS	APLICACIONES	ATRIBUTOS
LOW-SPEED Equipos interactivos 10 - 100 Kbps	Teclados Mouses Juegos Periféricos Varios Equipos derealidad virtual	Bajo costo Fácil de usar Conexión y desconexión dinámica Conectividad de Múltiples Periféricos
FULL-SPEED Telefonía, Audio, Video Comprimido 500 Kbps - 10 Mbps	RTPC Banda Ancha Audio Micrófonos	Bajo costo Fácil de usar Latencia y Ancho de Banda Garantizados Conectividad de Múltiples Periféricos
HIGH-SPEED Video, Almacenamiento 25 - 400 Mbps	Video Almacenamiento Aplicaciones dinámicas Banda Ancha	Bajo costo Fácil de usar Gran Ancho de Banda Conexión y desconexión dinámica Conectividad de Múltiples Periféricos Latencia y Ancho de Banda Garantizados
SUPER SPEED Video, Almacenamiento Hasta 5 Gbps	RTPC Banda Ancha Audio Micrófonos	Bajo costo Fácil de usar Gran Ancho de Banda Conexión y desconexión dinámica Conectividad de Múltiples Periféricos Latencia y Ancho de Banda Garantizados



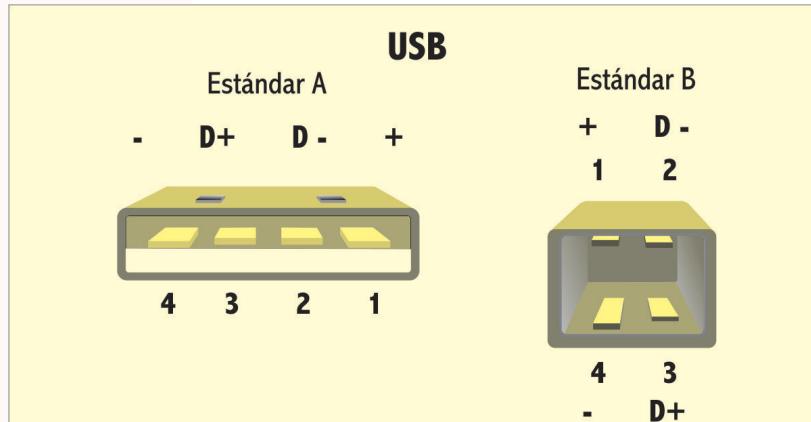
6.6.4.4 Características de normalización para el nivel mecánico

Los conectores que se utilizan en los buses USB poseen las siguientes características generales:

- Simplicidad de conexión. Por su diseño es muy difícil que su conexión incorrecta dañe al conector. Se requiere muy poca fuerza para insertar o retirar un conector, lo que hace muy difícil estropearlo.
- No se requieren tornillos, clips o sujetadores para asegurarla a la hembra, como ocurre en otro tipo de dispositivos similares, lo que proporciona facilidad y simplicidad para instalarlo.
- Los conectores tienen un diseño robusto y sus contactos eléctricos están protegidos por capsulas de materiales metálicos, revestidos con material aislante. Ello permite que hasta adolescentes o niños de poca edad puedan insertarlos y retirarlos sin peligro alguno.

6.6.4.4 Características de normalización para el nivel mecánico

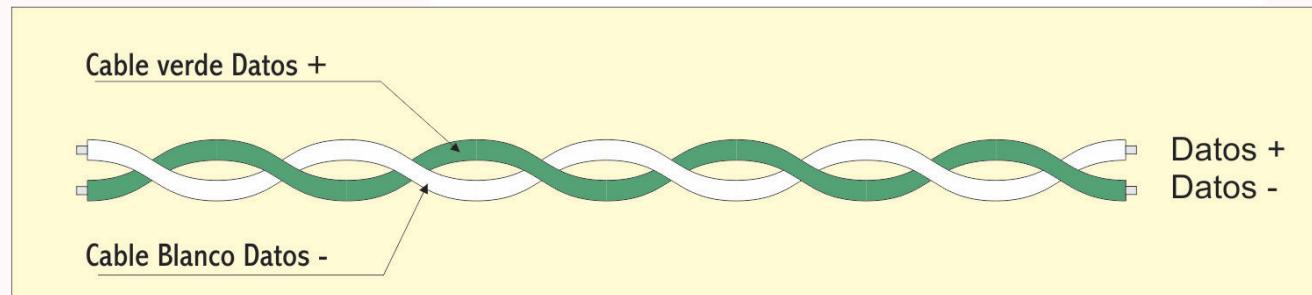
La figura muestra el esquema de los conectores USB estándar A y B.



Pin	Nombre	Color del cable	Descripción
1	VCC	Rojo	+ 5 v
2	D -	Blanco	Datos -
3	D+	Verde	Datos +
4	GND	Negro	Tierra

6.6.4.4 Características de normalización para el nivel mecánico

La figura muestra un esquema de su construcción. Sus hilos se denominan D+ y D-, que utilizan una señalización diferencial en semidúplex para combatir los efectos del ruido electromagnético en enlaces mas largos (estos no pueden tener mas de 5 m).

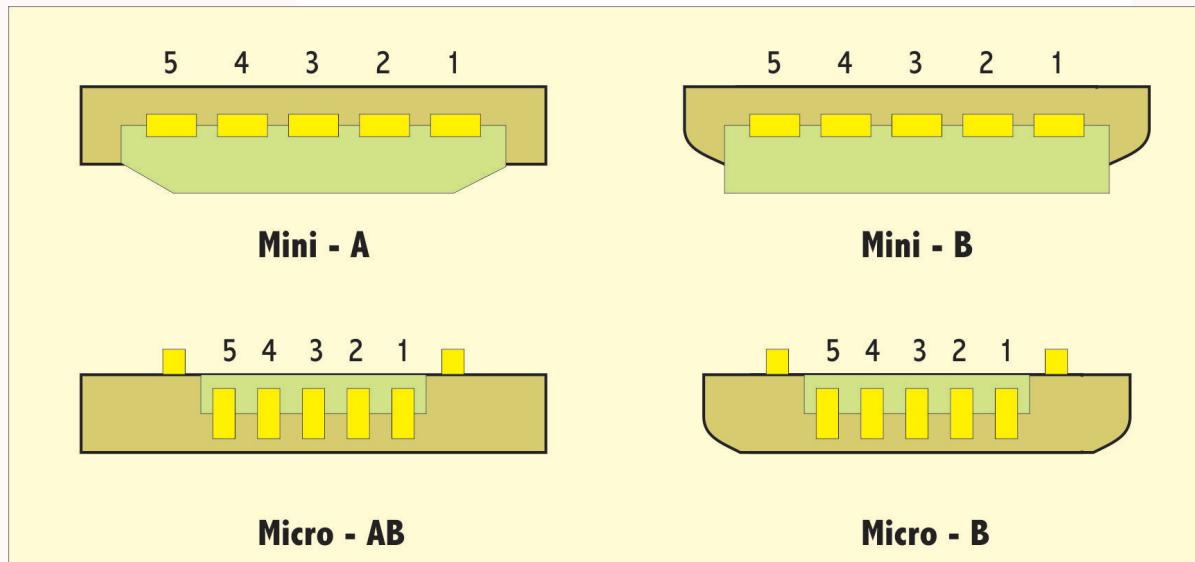


La interconexión de dos dispositivos que funcionan con el bus USB se puede observar en esta figura.



6.6.4.4 Características de normalización para el nivel mecánico

Posteriormente, se normalizaron otro tipo de conectores, denominados Mini-A, Mini-B, Micro-AB y Micro-B, que se utilizan para distintas aplicaciones.





6.6.4.5 Características de normalización para el nivel eléctrico

La normalización del nivel eléctrico de la interfaz USB comprende los aspectos que hacen a la señalización, la distribución de potencia y otras especificaciones que corresponden a la capa física.

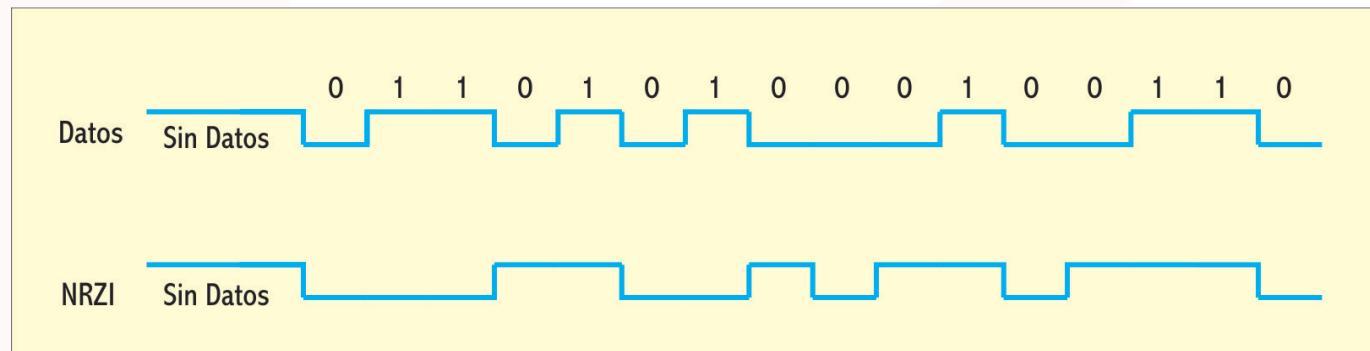
En la operación **High-Speed**, para alcanzar la velocidad de 480 Mbps, el cable debe estar conectado en cada extremo a través de una resistencia a tierra. El valor de la misma sobre cada cable debe ser 1/2 de la impedancia diferencial especificada del cable o 45Ω .

La potencia que entrega es la siguiente:

- La tensión entre positivo y tierra es de $5,25 \text{ Volt} \geq V$ entregada $\geq 4,75 \text{ Volt}$ [5 V — 5%].
- La corriente a esa tensión es de 500 mA para cinco dispositivos externos conectados, si la versión es USB 2.0 (a razón de 100 mA por cada uno) y de 900 mA para seis dispositivos en la versión 3.0 (a razón de 150 mA por cada uno).

6.6.4.6 Características de las señales en banda base que utiliza

Para la transmisión de paquetes utiliza el código banda base NRZI. En él, la codificación de un “0” es representada por un cambio de nivel y la transmisión de un “1” es representada sin cambio. Esta figura muestra la transmisión de un conjunto de datos y el código NRZI (No Retorno a Cero Inverso) equivalente transmitido.

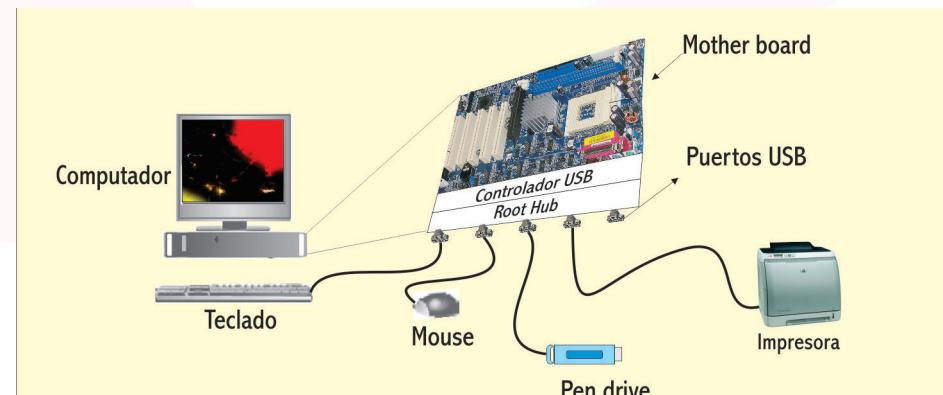




6.6.4.7 Conexión de dispositivos a través de hub

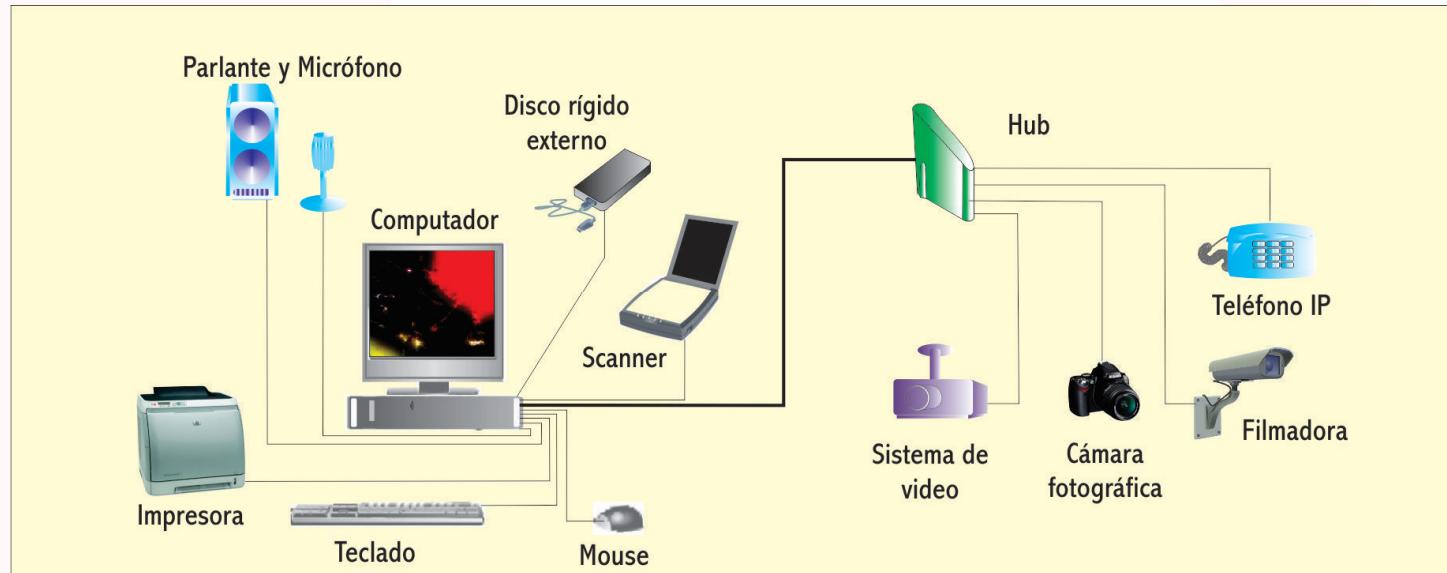
La conexión de varios dispositivos a un solo computador se puede hacer de dos maneras: mediante la existencia de varios puertos USB o mediante la existencia de un **hub**, utilizado como un elemento intermedio que centralice dichas conexiones. Estas dos formas de conexión se pueden dar de manera simultanea.

En el computador la conectividad permite que varios dispositivos periféricicos se conecten directamente a él mediante el **root hub** (hub raíz), que es administrado por el hardware de la interfaz USB. Conectados a él, se pueden instalar varios puertos sobre el mismo **mother board** (placa madre). Estos puertos permiten la conexión directa de un dispositivo al computador. Si la cantidad de periféricos que se desea instalar no supera la cantidad de puertos disponibles, cada uno de ellos quedará conectado directamente al **root hub**.



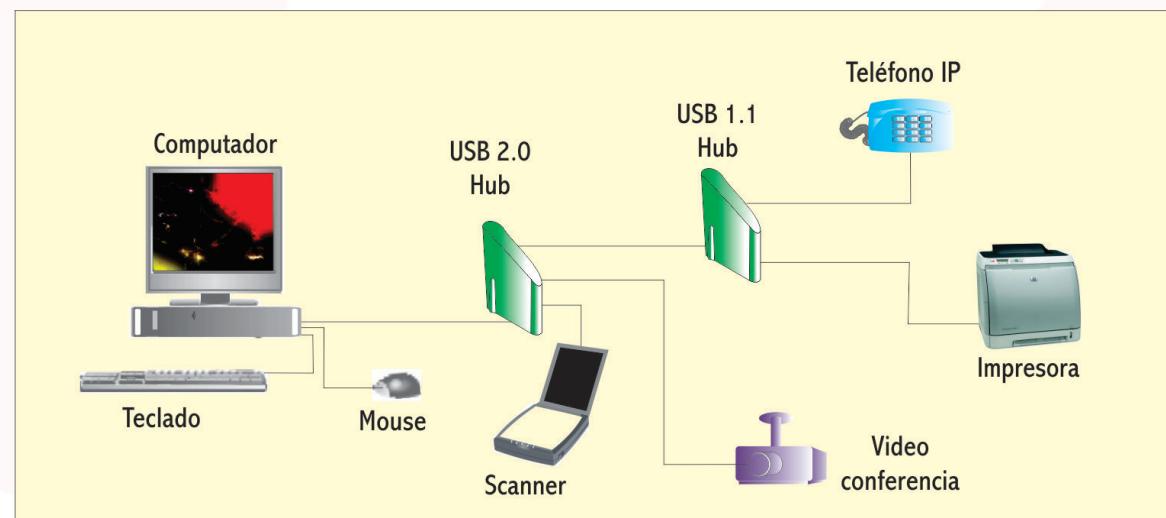
6.6.4.7 Conexión de dispositivos a través de hub

En todos los casos, la topología es de tipo estrella, con centro en el **root hub**, y con los hub externos puede tomar la forma de árbol descendente.



6.6.4.7 Conexión de dispositivos a través de hub

La especificación técnica permite que los equipos que se pueden interconectar tengan instaladas distintas versiones de la interfaz. Por ejemplo, se podrían conectar equipos que operan con la versión 1.1 a un *hub* que opera en la versión USB 2.0. La figura permite observar un ejemplo de este tipo de soluciones. Los *hub* externos se pueden instalar en cascada hasta en cinco niveles.





La capa física

6.6.4.8 Características de normalización para el nivel lógico

La USB se caracteriza por tener un **único controlador** que se encuentra dentro del *host*. Los dispositivos conectados a el no pueden utilizar el bus a menos que su controlador en el *host* los autorice.

El controlador permitirá que los dispositivos se comuniquen de a uno a la vez, lo que hace mas eficiente el uso del ancho de banda disponible, que variara según la versión de la interfaz que este instalada.

Cuando un dispositivo se conecta a un puerto USB, el *host* le solicita toda la información que se requiere para proceder a habilitarlo. Si posee los *drivers* que necesitara y cualquier otro requerimiento particular que fuera necesario, lo habilitara. A tal fin, le asigna una dirección en el bus; esta, a partir de ese momento, lo identifica en forma univoca entre otros que pueden ya estar conectados a el o que lo podrán estar en un futuro. Este proceso recibe el nombre de numeración.

Nunca dos dispositivos pueden conectarse en forma directa entre si. Únicamente lo podrían hacer a través del *host*. Este nivel de normalización se basa en un esquema de **protocolos de comunicaciones** del *host* con cada dispositivo conectado a el, a través de canales lógicos.



6.6.4.8 Características de normalización para el nivel lógico

El protocolo requiere para su funcionamiento cuatro tipos diferentes de paquetes. Cada uno de estos tipos tiene distintos nombres vinculados a las funciones que cumplen. Los mismos son identificados por medio de un campo que se denomina **Campo Identificador de Paquetes (PIF Packet Identifier Field)**. Su finalidad es señalar el tipo de paquete que se está transmitiendo.

Campo Identificador de Paquetes					
PID		TIPO DE PID Y VALOR DEL CAMPO			
Token	OUT 0001	IN 1001	SOF 0101	SETUP 1101	
Data	DATA0 0011	DATA1 1011	DATA2 0111	MDATA 111	
Handshake	ACK 0010	NAK 1010	STALL 1110	NYET 0110	
Special	PRE 1100	ERR 1100	SPLIT 1000	PING 0100	Received 0000



6.6.4.9 Tipos de transmisión

- Transmisión a granel: su uso está relacionado con los datos que deben ser transmitidos libres de errores. Si se detectara un error de transmisión, deberá volver a repetirse hasta que el mismo desparezca. Se utiliza la transmisión asincrónica. Por ejemplo, para la transmisión desde un teclado o hacia una impresora.
- Transmisión de señales isócronas: se utiliza el modo sincrónico para su transmisión. No se corrigen errores y es utilizada la transmisión de audio o de video. En estos casos, lo importante es la transmisión en tiempo real. Aquí la perdida de información o los errores tienen poca significación. En este tipo de transmisión, el envío de datos es muy critico en función del tiempo.
- Transmisión de señales de control: se usa para el envío de comandos y operaciones vinculadas para determinar el estado de los dispositivos. La transmisión se hace por ráfagas y no tiene periodicidad.
- Transmisión de señales de interrupciones: es utilizada para comunicar dispositivos que necesitan mandar o recibir datos infrequentemente.



6.6.4.10 Características principales de la versión USB 3.0

- Preserva el modelo de funcionamiento y de ser de un bus con una notable sencillez.
- Es compatible con todas las versiones anteriores.
- Mejora significativamente la velocidad máxima de transferencia.
- Proporciona mas potencia a los dispositivos conectados.
- Posee una arquitectura de dual-bus. Uno funciona para ejecutar la función denominada *SuperSpeed* (bus 3.0) y el segundo, todas las funciones que requieren las versiones anteriores para permitir la compatibilidad (1.0, 1.1. y 2.0).
- Agrega al cable de conexión dos pares mas para ejecutar las funciones del bus *SuperSpeed*.
- Para permitir la operación de los cuatro cables que se agregan al cable de conexión, el conector, si bien es compatible con las versiones anteriores, agrega cuatro nuevos contactos.
- Aumenta las funciones de la capa de enlace, haciendo mas flexible su funcionamiento.



La capa física

6.6.4.11 Diferencias significativas entre las versiones 2.0 y 3.0

Características	Versión 2.0 high speed	Versión 3.0 superspeed
Velocidad de transmisión	Low Speed 1,5 Mbps; Full Speed 12 Mbps y High Speed 480 Mbps.	5 Gbps
Interfase de datos	Semiduplex con dos alambres. Señalización diferencial. Transmisión unidireccional.	Dual simplex con cuatro alambres. Transmisión bidireccional simultánea. Señalización diferencial, con utilización separada para el uso desde USB 2.0.
Cable de transmisión de las señales de datos	Dos alambres para señales Low Speed, Full Speed o High Speed.	Seis alambres: Cuatro para transmisión Super Speed; y dos para las modalidades de la USB 2.0
Protocolo utilizado en el bus	Tráfico de paquetes transmitidos en la modalidad broadcast a todos los dispositivos. El host interroga (sondea ⁶⁷) a cada uno de los dispositivos.	Tráfico de paquetes ruteados en formas explícita. El host mantiene con cada uno de los dispositivos un flujo de vtráfico asincrónico.
Potencia del bus	Proporciona potencia para dispositivos de bajo consumo o en estado latente configurados de todas sus versiones (de Low a High Speed).	Trabaja de la misma manera que USB 2.0 con un 50% de incremento para dispositivos sin configurar hasta 80 si está configurado.
Estado de los puertos	El hardware del puerto detecta las conexiones; y el software del sistema usa comandos para la transición al estado habilitado.	El Hardware detecta las conexiones y pone al puerto en estado operacional listo para la comunicación de datos.



6.6.5 Interfaz FireWire-IEEE 1394

6.6.5.1 Consideraciones generales

Definiremos como recomendación **IEEE 1394** a un bus que opera en la capa física e interconecta dispositivos a muy alta velocidad en modo serie, siendo utilizado para la transferencia de datos en tiempo real y forma isócrona y estando orientado especialmente a los dispositivos multimedia, tales como videocámaras, dispositivos de audio y video.

A diferencia de otros buses, donde la comunicación depende de un control centralizado, como puede ser un computador personal u otro equipo similar, IEEE 1394 –al implementar un modelo de protocolo ***peer-to-peer***– hace que cualquier dispositivo pueda comunicarse directamente con cualquier otro, siempre que utilicen el mismo protocolo.

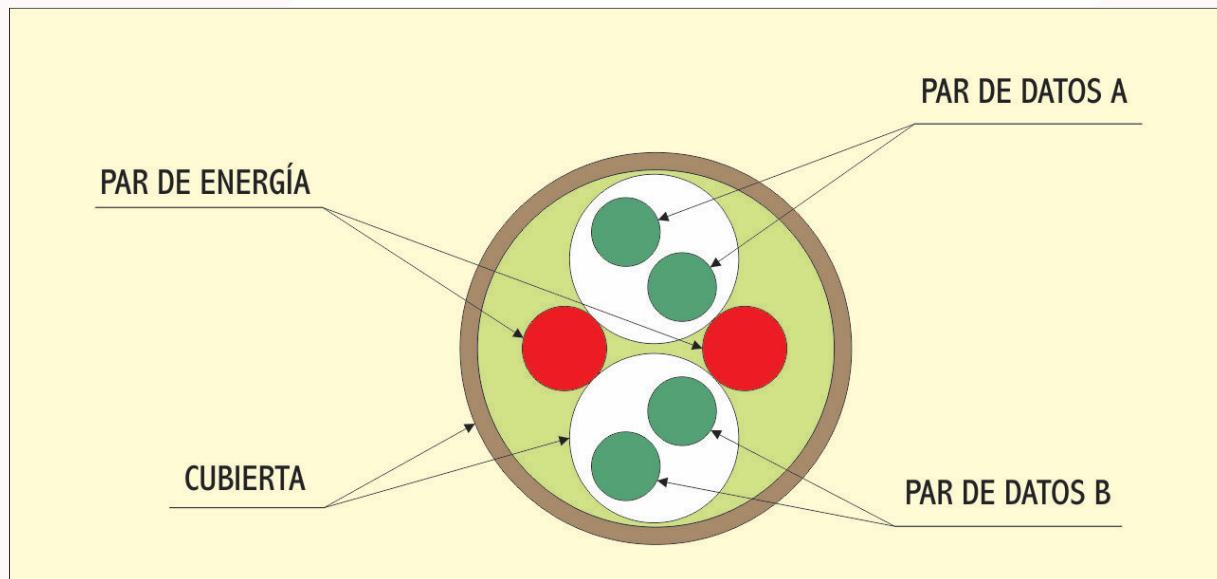


6.6.5.2 Características particulares

- Opera en forma totalmente digital, evitando las conversiones de digital en analógica y viceversa. Ello se traduce en una mayor integridad de la señales.
- Los conectores que utiliza tienen dimensiones reducidas. El cable para la interconexión es delgado.
- Los enlaces son punto a punto y la distancia máxima es de 4,25 metros con topología de árbol. Pero si se utilizan repetidores, el mismo puede ser extendido hasta los 100 metros, o aun a distancias mayores, cuando se utiliza cable UTP categoría 5 o 6 o fibra óptica.
- Permite la conexión ***Plug and Play***.
- Soporta hasta 64 dispositivos sobre una red.
- Permite la conexión en cadena (denominada Daisy Chained), es decir, sin necesidad de contar con un *hub* o un *switch*.
- Interconecta dos o mas dispositivos sin necesidad de que la interfaz requiera de un computador para su funcionamiento.
- Puede trabajar en modo sincrónico o asincrónico.

6.6.5.3 Características técnicas del cable y los conectores

Los cables y conectores utilizan seis o cuatro contactos. La figura muestra la sección de un cable de seis conductores. Dos pares llevan las señales de datos y un par, las de alimentación de potencia. También pueden usarse cables sin alimentación de energía.

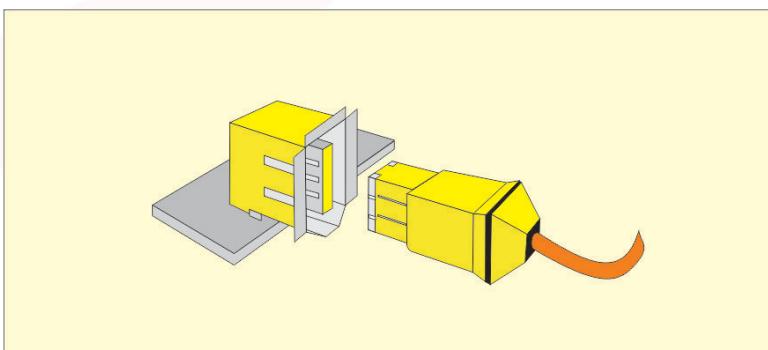
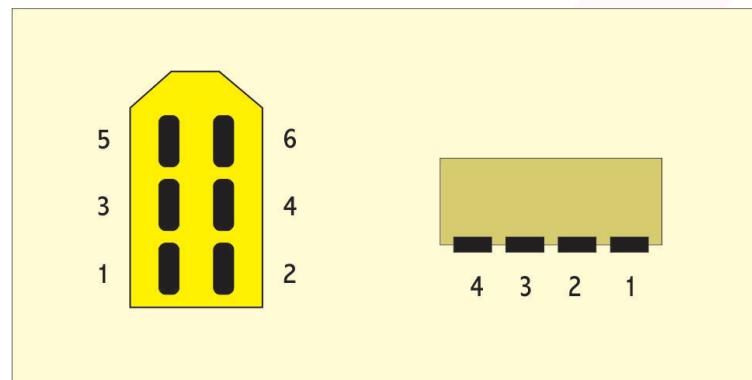




6.6.5.3 Características técnicas del cable y los conectores

La tabla y las figuras muestran las señales que transporta cada conductor y describen sus características en planta de los conectores de cuatro y seis pines, y la forma de los mismos.

Conector de 4 pin	Conector de 6 pin	Señales	Descripción
	1	Tensión	+30v unregulater DC
	2	Tierra	TIERRA
1	3	datos B	Par trenzado B
2	4	datos B	
3	5	datos A	Par trenzado A
4	6	datos A	





6.6.5.4 Diferentes estándares

- **Norma IEEE-1394-1995 (FireWire):** se trata del estándar original. Se lo denomina también FireWire 400. Puede transferir datos a 100, 200 y 400 Mbps en modo semidúplex (valores aproximados). Cada modo se conoce como S100, S200 y S400. El estándar S400 puede extender el cable hasta 72 metros y cuando se utiliza sobre un conector de seis contactos, el dispositivo puede recibir potencia del orden de 7 a 8 Watts.
- **Norma IEEE-1394a-2000 (FireWire):** es un suplemento de la original y se procedió a completar ciertos aspectos que hacían a la interoperabilidad y otras prestaciones. La misma mantenía una compatibilidad con la anterior. En ella, por ejemplo, se incorporó tanto un conector con cuatro contactos y un cable con cuatro conductores (sin energía).
- **Norma IEEE-1394b-2002 (FireWire):** es conocida como FireWire 800 o S800. Permite la transferencia de datos de hasta 800 Mbps en modo dúplex y cambia el esquema de codificación y señalización anterior *data/strobe* (posteriormente llamado sistema en **Modo Alfa**) por uno más eficiente que es denominado esquema *8B10B*. Es compatible con los sistemas anteriores al S400, pero presenta una incompatibilidad en los conectores y cables; lo que obliga a utilizar adaptadores.
- **Norma IEEE-1394c-2006 (FireWire):** está referida a la especificación conocida como S800. La particularidad más destacada es que se pueden utilizar los conectores RJ-45 empleados en las redes con cableado estructurado que son utilizadas por la norma 802.3 de la IEEE sobre cable UTP categoría 6a.
- **Norma IEEE-1394d-2009 (FireWire):** se ha presentado la posibilidad en el 2009 de poner en marcha un proyecto que lleve este bus a velocidades que podrían superar los 6 Gbps.



6.6.6 Comparación entre USB y IEEE 1394

- USB funciona con un protocolo maestro-esclavo. IEEE 1384 posee un protocolo *peer-to-peer*. Debe señalarse que los protocolos *peer-to-peer*, también denominados combinados, son mas eficientes que los conocidos como maestro-esclavo, pues los primeros siempre tienen menores velocidades y mayor latencia.
- Este concepto se traduce en que, para iguales **velocidades de transmisión**, el primero ofrece mayor **velocidad real de transferencia de datos** que el segundo .
- USB requiere la existencia de un computador para alojar su controlador y su *hub root*, mientras que FireWire no tiene ese requisito. Cualquier nodo puede controlar la red.
- USB proporciona una tensión de línea de 5 V, y hasta 500 mA de corriente, lo que hace un total de 2,5 W de potencia. IEEE 1394 puede suministrar hasta 30 V, y teóricamente hasta 60 W, aunque los valores típicos no pasan de 20 W.
- Mientras USB esta diseñada para prestar un servicio de una gran simpleza y muy bajo costo, FireWire esta pensada para equipos de mucho mayor requerimiento, particularmente en el caso de aplicaciones que funcionen en modo sincrónico como audio y video.
- Mientras que USB es líder en cuanto a conexiones con dispositivos tales como teclados, mouse, impresoras, memorias *flash* o dispositivos de almacenamiento de baja capacidad en los que IEEE 1394 no compite, esta ultima interfaz es mucho mas eficiente para conectar discos rígidos externos de gran capacidad, equipos de audio, filmadoras o equipos de video en general.
- IEEE 1394 posee mayor ancho de banda y menos latencia que USB.



6.7 Sincronismo

6.7.1 Concepto de sincronismo

El concepto de sincronización está relacionado con la adquisición de una señal de reloj y su posterior transmisión a un conjunto receptor, con el objeto de permitir la alineación de los bits o símbolos con la misma. Sin embargo, la sincronización juega un papel esencial en otras áreas de las telecomunicaciones, a distintos niveles de abstracción y en distintos contextos.

El sincronismo es fundamental en los sistemas de transmisión, pues esta relacionado con el proceso mediante el cual diferentes equipos proceden a alinear sus escalas de tiempo para permitir el intercambio de datos sin errores. Se puede definir como el procedimiento mediante el cual diferentes partes de un sistema proceden a alinear sus escalas de tiempo o a adoptar una base de tiempo común, de forma que puedan reconocer inequívocamente la información que contienen las señales que han de ser transmitidas.



6.7.2 La escala del tiempo

Un reloj tiene por función medir el tiempo. Para ello, existen diversos métodos, algunos aproximados y otros de mucha precisión. Una forma simple de hacer esta función esta basada en un generador de oscilaciones y un contador de las mismas. Si sabemos cuánto tiempo dura cada oscilación, con estos dos elementos podemos saber el tiempo que ha transcurrido.

Para esta tarea, un reloj puede usar, por ejemplo, el movimiento mecánico de un péndulo, pero también mucho más preciso será, por ejemplo, si se utiliza la vibración de átomos en un cristal como el cuarzo.

La unidad de tiempo, el segundo, antiguamente se definía como la 86 400ava parte de la duración del día solar medio. Sin embargo, a los efectos de lograr mayor precisión, actualmente la medición del segundo se efectúa tomando como base el tiempo atómico.



6.7.2 La escala del tiempo

La redefinición del segundo ha dado lugar al denominado **Tiempo Atómico (AT)**. Cabe señalar, que la escala del tiempo debe reflejar necesariamente los cambios de velocidad de la rotación de la tierra, ya que de no ser así, se cometerían errores en la navegación cuando se busca conocer la determinación exacta de la posición de una nave sobre la superficie terrestre. También se producirían problemas en la labor de las tareas vinculadas a la Astronomía.

En la escala UTC el tiempo es medido utilizando relojes atómicos. Cuando la diferencia entre el tiempo atómico y el basado en la rotación de la tierra se aproxima a un segundo, se introduce un salto de un segundo entero en la escala UTC. Este salto es conocido como *leap second*.

Estas correcciones de un segundo entero tienen lugar aproximadamente una vez por año, por lo que la diferencia entre la hora atómica y la UTC siempre es menor a un segundo. Para la medida del tiempo, el día se divide en 24 horas. Comienza en la escala UTC a las 00:00:00 horas a partir del citado meridiano de Greenwich y finaliza a las 23:59.59. La superficie terrestre fue dividida en una conferencia internacional celebrada en el año 1884 en 24 husos horarios.



6.7.3 Las funciones de las distintas señales de tiempo

Las funciones de las señales de tiempo pueden ser consideradas bajo dos aspectos: como **funciones horarias** y como **funciones patrones**.

La función horaria es aquella proporcionada por los relojes que permiten presentar una escala horaria en tiempo real. Por ejemplo la hora UTC o la hora oficial.

Para generar la señal horaria, los relojes pueden tomar una señal periódica de referencia o la de un reloj externo con mucha mayor precisión.

La función horaria también se suele denominar **sincronismo de tiempo**, pues se refiere a la posibilidad de alinear, a través de las mismas redes de telecomunicaciones y mediante procedimientos adecuados, la hora **UTC** o la que sea necesario utilizar según el caso particular de que se trate.



6.7.3 Las funciones de las distintas señales de tiempo

La función patrón es aquella proporcionada por los relojes de alta precisión que poseen las redes para asegurar las funciones de sincronismo de tiempo y de frecuencia. La función patrón también se suele denominar sincronismo de frecuencia.

El sincronismo de frecuencia se refiere a la distribución de señales de tiempo que permiten sincronizar los distintos equipos de una red de telecomunicaciones para que puedan funcionar adecuadamente. En este caso, se requiere que la red tenga instalados sus propios relojes patrones primarios y secundarios. Estos relojes patrones tienen diferencias en cuanto a muchas de sus características constructivas y de rendimiento.

Un **estándar primario** es una señal que se usa como referencia para la sincronización de frecuencia de otros relojes. El mismo no requiere señales externas de referencia para su funcionamiento. Un ejemplo son los relojes de cesio.

Los **estándares secundarios** son una fuente de referencia para la sincronización de frecuencia de diversos dispositivos, pero que requieren ser mantenidos en sincronismo por una fuente primaria. Por ejemplo, son de ese tipo los relojes de rubidio o de cuarzo.

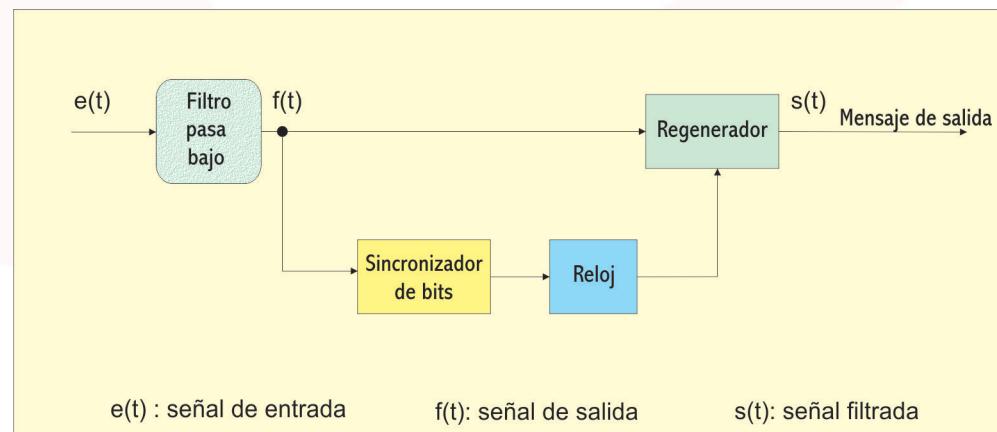
6.7.4 Distintos tipos de sincronismo

6.7.4.1 Sincronismo de bit

El sincronismo de bit o de símbolo puede definirse como el procedimiento que se usa para determinar exactamente el momento en que se debe empezar a contar un bit y para asegurar que se mantenga su periodo constante.

Para ello, se debe contar con circuitos sincronizadores que generen una señal de reloj que permitan sincronizar el flujo de datos del código en banda base que se este utilizando, o bien extraer la señal que se utilizara para la sincronización de la propia señal recibida.

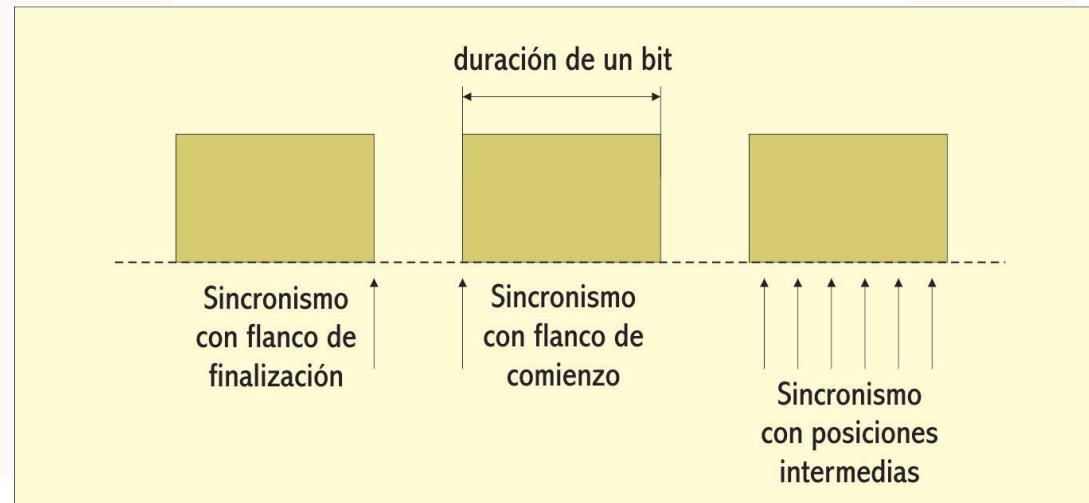
La complejidad del procedimiento y los circuitos que se utilizaran para el sincronismo de bits dependerán del código en banda base que se utilice.



6.7.4.1 Sincronismo de bit

Esta figura muestra diferentes alternativas del sincronismo de bits, ya que el periodo de este se puede empezar a contar al principio, alinearlo durante un estado intermedio o al final.

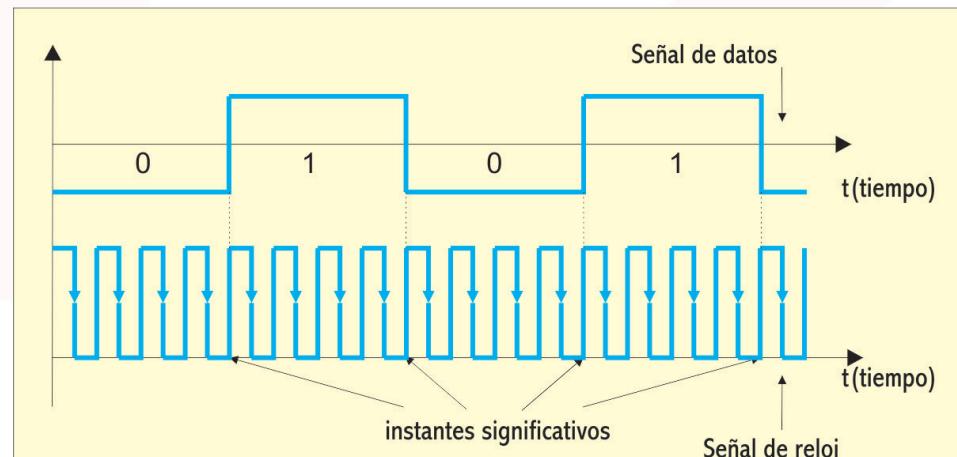
La frecuencia del reloj que muestrea la línea de comunicaciones debe ser mucho mayor que la velocidad con que llegan los datos por la misma línea.



6.7.4.1 Sincronismo de bit

El reloj tiene que muestrear la línea a una velocidad 8 o 9 veces mayor que la velocidad de modulación, a efectos de que pueda detectar la transición de un “1” a un “0”, o viceversa, muy rápidamente, antes de que el pulso deje de estar presente en el canal, como muestra la figura. Una frecuencia de muestreo del reloj muy lenta no podría detectar el cambio de estado antes señalado.

El sincronismo de bit permite, en un receptor, conocer con precisión los datos recibidos y, en un repetidor regenerativo, permitir regenerar adecuadamente las señales digitales deformadas.





6.7.4.2 Sincronismo de byte

El sincronismo de byte puede definirse como el procedimiento que permite determinar el comienzo y la finalización de la transmisión de un byte ó carácter. Como se podrá apreciar, este procedimiento tiene muchísima importancia en el caso de la transmisión asincrónica.



La capa física

6.7.4.3 Sincronismo de trama

El sincronismo de trama puede definirse como el procedimiento que se usa para determinar el conjunto de bits o caracteres que se considerará a los efectos del tratamiento de los errores de un mensaje.

Este procedimiento es utilizado para sincronizar una trama, es decir, la unidad de datos que se utiliza en el nivel de enlace del Modelo OSI. Las tramas poseen un mecanismo de detección de errores, a través de un campo específico ubicado en su interior. Este campo permite que cuando se produce un error, a través de un procedimiento de detección y rechazo de la trama hacia el remitente, este pueda iniciar un proceso de retransmisión de toda la trama nuevamente.

Las estrategias de sincronización de tramas se realizan a través de dos operaciones básicas:

- En transmisión. cada vez que el equipo receptor pierde durante la operación el sincronismo de trama, la realineación de la misma se obtiene a través del mismo flujo de bits, que se recibe a través de los bits de sincronismo.
- Mantenimiento. cuando el equipo asume que está sincronizado con respecto a las tramas que va recibiendo continuamente, controla los delimitadores de ellas para asegurarse que estén dentro de los valores que corresponden.



6.7.4.4 Sincronismo de paquetes

El intercambio de información utilizando la técnica de paquetes consiste en dividir al mensaje en segmentos que contienen una porción de la información total que se ha de transmitir.

Los paquetes son ruteados según el estado de la red y la programación de los conmutadores de paquetes o *routers*. Cada paquete contiene un segmento de los datos originales, mas alguna información adicional de cabecera (Por ejemplo, un segmento de la transmisión de voz codificada o parte de los datos de un archivo). Pueden ser de longitud variada o fija. Los paquetes de longitud fija son llamados comúnmente celdas. El protocolo ATM, por ejemplo, opera con paquetes de longitud fija denominadas celdas ATM.

El intercambio de paquetes es una tecnología efectiva para integrar datos, voz u otro tipo de tráfico en tiempo real en una sola red.



La capa física

6.7.4.4 Sincronismo de paquetes

La transmisión de paquetes puede tener alguna de las siguientes características:

- Debido a la naturaleza estocástica del intercambio de paquetes, y en particular de las colas que se forman dentro de la red, los paquetes sufren demoras (o *delay*) aleatorias durante su transporte a través de ella y llegan a su destino con tiempos de arribo entre ellos que pueden variar entre uno y el siguiente, aun los correspondientes al mismo flujo original. Un proceso de naturaleza estocástica es aquel en que los sucesos se desarrollan con una cierta probabilidad, pero en forma no determinista. Sus resultados se basan en probabilidades que varían con el tiempo en forma aleatoria.
- Como los paquetes de una misma fuente son ruteados en forma independiente, cada uno puede seguir un camino diferente en la red y podrían arribar a sus destinos desordenados, es decir, fuera de la secuencia original en la cual fueron insertados en la red.
- No es factible recuperar el sincronismo a nivel de paquetes en el extremo receptor sin incorporar procedimientos específicos, los cuales resultan independientes del sincronismo a nivel de bits de la capa física.



6.7.4.5 Sincronismo de red

El sincronismo de red puede definirse como el procedimiento de distribuir señales de tiempo y frecuencia a través de una red de sincronización, compuesta por relojes patrones de diferentes niveles con el objeto de alinearse entre sí, y a través de ellos, proceder de idéntica forma con los distintos equipos que integran la misma, utilizando los vínculos de comunicaciones existentes en ella que los interconectan.

El sincronismo de red permite facilitar, entre otras, las siguientes actividades necesarias para su funcionamiento adecuado:

- Sincronizar los relojes patrones existentes en las redes para posibilitar el adecuado funcionamiento de la red de sincronismo.
- A través de la red de sincronismo, compuesta con distintos relojes patrones, proceder a alinear los relojes ubicados en los conmutadores, multiplexores y otros equipos que lo requieran en las redes digitales.
- Sincronizar las redes satelitales, las móviles y sus respectivos terminales.
- Alinear las fases de los distintos conjuntos de antenas.
- Permitir el posicionamiento para facilitar la navegación o la determinación de distancias entre dos nodos cualesquiera.



6.7.5 Los relojes utilizados en la red

6.7.5.1 *Los relojes patrones*

Las características principales de los relojes patrones son: **exactitud, estabilidad a corto y a largo plazo**. Sus diferencias radican en el principio de funcionamiento que utilicen.

Los relojes patrones de cesio son utilizados como **estándar primario** y se instalan para proporcionar señales de referencia para la sincronización de frecuencia. Estos relojes son osciladores atómicos que basan su funcionamiento en la frecuencia de resonancia del isótopo 133 del átomo de cesio. Sobre la base de este elemento fue definido el segundo como unidad de medida del tiempo.

Los relojes patrones de cesio no requieren un ajuste de frecuencia inicial ni durante toda su vida útil. Sin embargo, admiten la introducción de una señal externa de referencia de sincronismo, que tiene por objeto establecer una relación constante y permanente con ella.

Los relojes patrones utilizados como **estándar secundario** son los relojes de **rubidio** o de **cuarzo**. Los relojes de rubidio son también relojes que funcionan como osciladores atómicos, basando su frecuencia de resonancia en la propia del átomo de rubidio.



6.7.5.2 Características de calidad de los relojes patrones

En general, todos los relojes patrones admiten siempre una **señal de referencia** externa denominada **señal de sincronismo**. Esta tiene por objeto establecer una relación constante y permanente entre la señal de referencia y la producida por el generador que recibe la señal de sincronismo.

La red de sincronismo permite que los relojes se vayan sincronizando en el siguiente orden: **Cesio - Rubidio - Cuarzo**.

La red, al mantener a todos los relojes disciplinados con las señales del patrón de cesio, hace que los relojes de rubidio y cuarzo, de menor calidad, se sincronicen con patrón de referencia. La calidad de los relojes es definida sobre la base de dos parámetros: estabilidad y precisión. Se define como **estabilidad** a la habilidad de un reloj de mantener constantes sus características metrológicas, es decir, su capacidad de generar intervalos de tiempo o de frecuencia de valores constantes, a través de periodos prolongados.

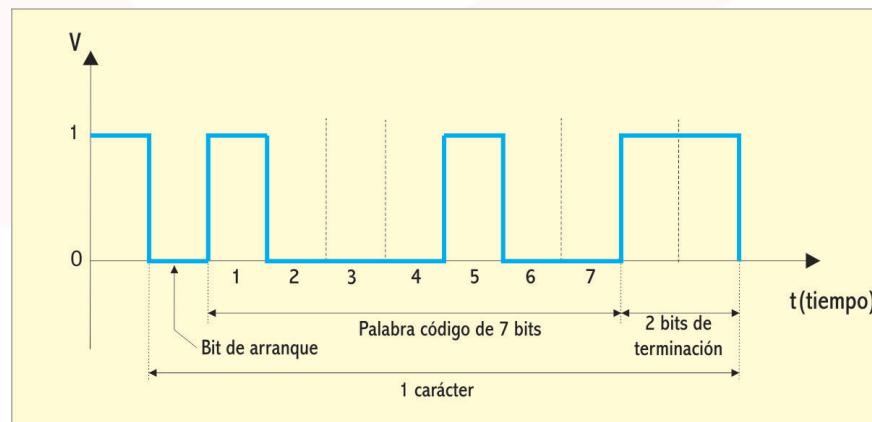
Se define como **precisión** a la relación entre el resultado de los valores obtenidos, a través de las medidas realizadas en el reloj, respecto de los valores reales para determinados intervalos de tiempo, es decir que un reloj es preciso cuando está en hora o en la frecuencia correcta.

La diferencia entre ambos conceptos puede explicarse de la siguiente manera: un reloj puede tener un error de frecuencia importante (por ser poco preciso), pero el error se puede mantener constante en el tiempo (por ser muy estable).



6.7.6 Transmisión asincrónica

- Antes de que el sistema se active, la línea siempre se encuentra en estado de tensión máxima (lo que podría equivaler, por ejemplo, a un “1”).
- El bit de arranque indica donde empieza el carácter transmitido y activa los mecanismos encargados de muestrear, contar y recibir las señales siguientes. Este bit corresponde a una señal de mínima tensión en la línea y se puede suponer que corresponde a un “0”, es decir, hace pasar a la línea, que estaba en un estado de máxima tensión (un “1”), a un estado de mínima tensión (un “0”).
- Luego se transmiten los bits de datos, que generalmente se suelen almacenar en una memoria intermedia del receptor para luego ser procesados.
- El bit o los bits de parada se encargan siempre de volver a colocar la señal en el nivel máximo, para esperar así el byte siguiente.
- Mientras no vuelva a recibirse un bit de arranque, la señal quedara en reposo en el nivel máximo hasta que vuelva a aparecer una nueva transición de “1” a “0”.





La capa física

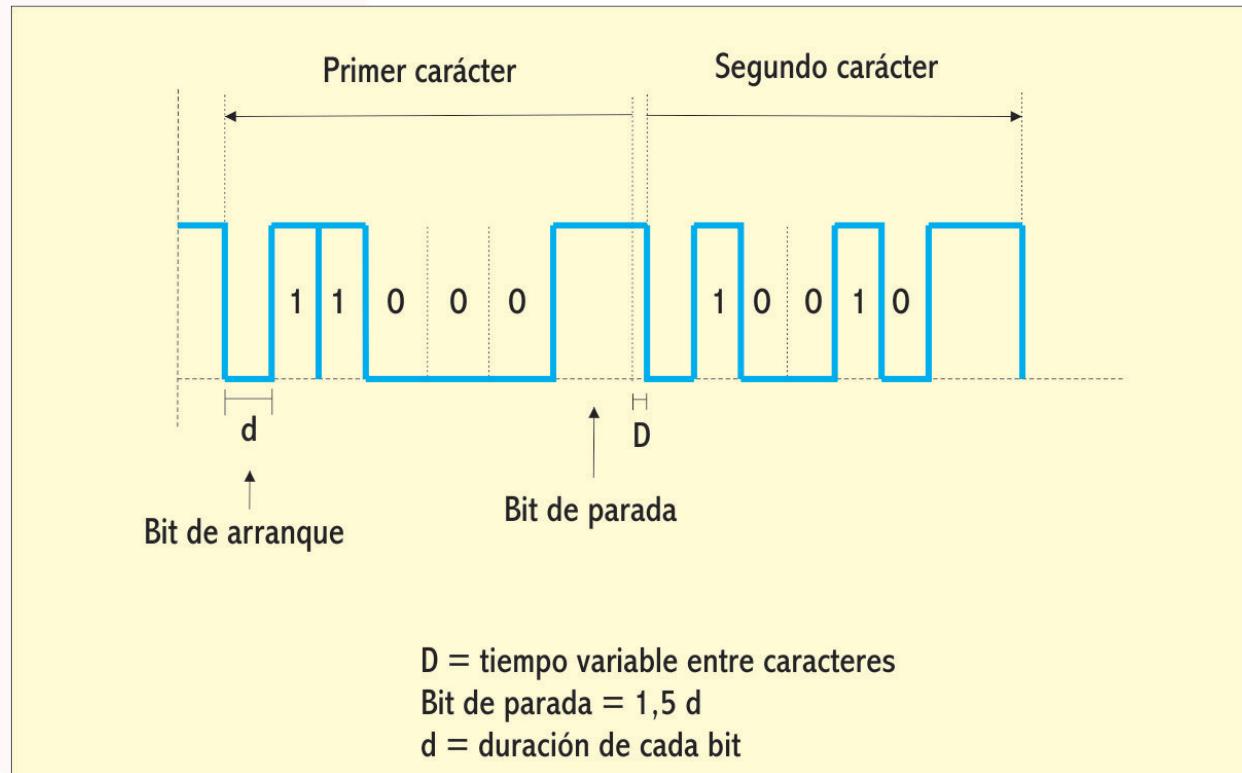
6.7.6.3 Características de la transmisión asincrónica

- Los equipos terminales que funcionan en modo asincrónico se denominan terminales en modo carácter.
- La transmisión asincrónica se denomina también arrítmica o de start-stop.
- La transmisión asincrónica se utiliza a velocidades de modulación de hasta 1 200 baudios.
- Si se utiliza un bit de arranque y dos de parada en la transmisión de una señal basada en un código de 7 bits mas uno de paridad, el rendimiento es del 72% (8 bits de 11 transmitidos).
- Entre dos caracteres puede mediar cualquier separación en tiempo.

Entre las ventajas y desventajas del modo asincrónico se pueden señalar las siguientes:

- En caso de errores se pierde siempre una cantidad pequeña de caracteres, pues estos se sincronizan y se transmiten de uno en uno.
- Bajo rendimiento de transmisión, debido a que es necesario transmitir bits de sincronismo por cada carácter y esto hace que la proporción de bits útiles sea baja. Se debe tener presente que esto origina un menor aprovechamiento de la línea de transmisión.
- Es un procedimiento que permite el uso de equipamiento más económico y de tecnología menos sofisticada.
- Se adecúa más fácilmente en aplicaciones donde el flujo transmitido es más irregular.
- Son especialmente aptos cuando no es necesario lograr altas velocidades.

6.7.6.3 Características de la transmisión asincrónica





6.7.7 Transmisión sincrónica

6.7.7.1 Introducción

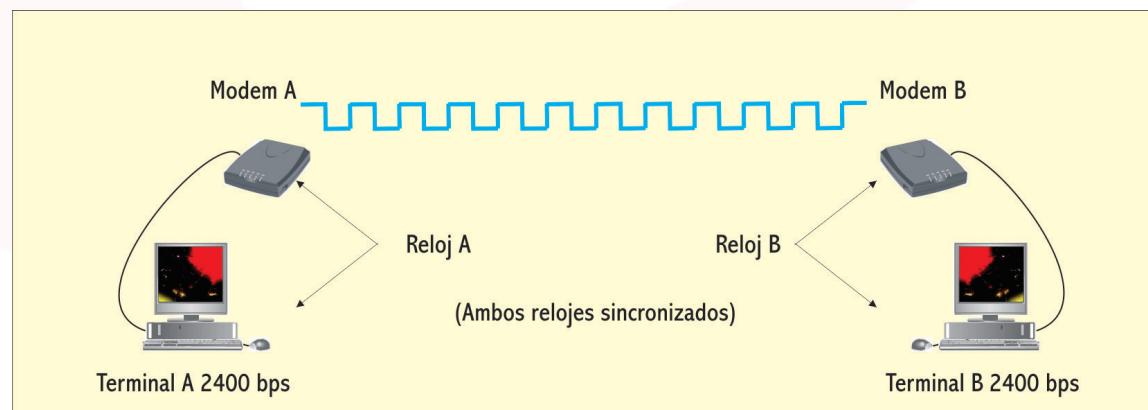
La necesidad de obtener una mayor proporción de bits útiles (los que contienen información) respecto de la cantidad total de información transmitida, hizo pensar en la posibilidad de usar una menor cantidad de bits para el proceso de resincronización de emisor y receptor. De esa manera, aumentaría la cantidad de bits útiles en el total transmitido.

Paralelamente, el desarrollo de tecnologías mas sofisticadas permitió la transmisión conjunta de señales de sincronismo con las señales de datos. Esto abrió el camino para que nacieran los procedimientos de transmisión sincrónicos.

6.7.7.2 Descripción del procedimiento sincrónico

En el procedimiento sincrónico existen dos relojes, uno en el receptor y otro en el transmisor, y la información útil es transmitida entre dos grupos de Bytes denominados delimitadores. En inglés se usa, en sentido figurado, el término *flag* (bandera), ya que en algunas carreras, como por ejemplo las de automóviles, se utiliza una bandera para indicar el comienzo y el fin de la competencia.. Un grupo delimitador es el de encabezado, que se encarga de resincronizar los relojes (osciladores), y el de terminación, que suele cumplir varias funciones.

A causa de la tecnología que se emplea en estas transmisiones, los relojes deben permanecer estables durante un tiempo relativamente largo (se usan osciladores con una precisión superior a 1:100 000). Por ello, los relojes se resincronizan periódicamente mediante la utilización de códigos banda base.





6.7.7.3 Características de la transmisión sincrónica

- Los bloques que se transmiten tienen un tamaño que oscila, en la mayoría de los casos, entre 128 y 1 024 Bytes. Aquí se debe señalar el compromiso de la ingeniería de diseño, que debe determinar la longitud del bloque de información. Si el mismo fuera corto, se perdería rendimiento, que es una de las razones por las cuales se usa el procedimiento sincrónico. Si se alarga demasiado, en caso de errores será necesario retransmitir una cantidad grande de caracteres, con la consiguiente demora.
- La señal de sincronismo en el extremo fuente puede ser generada por el equipo terminal de datos o por el equipo modem; sin embargo, cualquiera sea el que genere dicha señal, la misma será común para ambos equipos y en ambos extremos de la línea. Nunca la pueden generar ambos simultáneamente.
- El rendimiento de la transmisión sincrónica, cuando se transmiten bloques de 1 024 Bytes y se usan no mas de 10 Bytes de cabecera y terminación, supera el 99%.



6.7.7.3 Características de la transmisión sincrónica

Como ventajas y desventajas del modo sincrónico se pueden señalar las siguientes:

- Posee un alto rendimiento en la transmisión. Esto supone un mejor aprovechamiento de la línea de transmisión.
- Los equipamientos necesarios son de tecnología mas compleja y de costos mas altos.
- Son especialmente aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades (iguales o superiores a 1 200 baudios de velocidad de modulación).
- El flujo de datos es mas regular.
- En caso de errores de transmisión, la cantidad de Bytes que se han de retransmitir puede ser importante. Este problema debe hacer meditar seriamente sobre la velocidad mas conveniente para el enlace.

Existen dos tipos de procedimientos sincrónicos: orientados al bit y orientados al carácter. Las características de estos procedimientos están relacionadas con los protocolos de comunicaciones usados en los enlaces de datos y con los códigos o alfabetos usados en la transmisión de datos, entre otros aspectos fundamentales.