

7. TRANSMISIÓN DE DATOS

7.1 Introducción

A continuación vamos a comentar algunos de los aspectos más importantes y destacables de la comunicación entre computador y dispositivos externos.

La comunicación entre el computador y un dispositivo externo como tal es un aspecto fundamental que es necesario conocer con profundidad para poder solventar algunos de los problemas que puedan suceder durante ella. En la mayor parte de los casos, no se tienen en cuenta circunstancias exteriores (ruido, vibración, etc.) que pudieran dar lugar a una incorrecta comunicación y por lo tanto el proceso derivado de tal comunicación no se podría dar por bueno, como se verá más adelante. Es por ello que es importante conocer las diversas posibilidades y limitaciones que la comunicación entre dispositivos como son los computadores y dispositivos externos.

En nuestro caso, se llevará a cabo una comunicación serie mediante un puerto de comunicaciones serie. Tal puerto es utilizado para la comunicación del computador con diversos sistemas como por ejemplo impresoras, ratones, telados, etc. Pero a nosotros nos interesa la utilización de este puerto aplicado a este proceso de medición de forma exclusiva. Nos centraremos, por ello, en hablar de aspectos acerca de la comunicación serie y de sus principales características, así como de explicar de forma breve el funcionamiento de este dispositivo.

7.2 Comunicación en serie

Las comunicaciones serie se utilizan para enviar datos a través de largas distancias, ya que las comunicaciones en paralelo exigen demasiado cableado para ser operativas. Los datos serie recibidos desde un módem o otros dispositivos son convertidos a paralelo gracias a lo cual pueden ser manejados por el bus del PC.

Los equipos de comunicaciones serie se pueden dividir entre simplex, half-duplex y full-duplex. Una comunicación serie simplex envía información en una sola dirección (p.e. una emisora de radio comercial). Half-duplex significa que los datos pueden ser enviados en ambas direcciones entre dos sistemas, pero en una sola dirección

al mismo tiempo. En una transmisión full-duplex cada sistema puede enviar y recibir datos al mismo tiempo.

Hay dos tipos de comunicaciones: síncronas o asíncronas. En una transmisión síncrona los datos son enviados en bloques, el transmisor y el receptor son sincronizados por un o más caracteres especiales llamados caracteres sync.

El puerto serie del PC es un dispositivo asíncrono, luego empezaremos describiendo este tipo de sistema.

En una transmisión asíncrona, un bit identifica su bit de comienzo y 1 o 2 bits identifican su final, no es necesario ningún carácter de sincronismo. Los bits de datos son enviados al receptor después del bit de start o inicio. El bit de menos peso es transmitido primero. Un carácter de datos suele consistir en 7 o 8 bits. Dependiendo de la configuración de la transmisión un bit de paridad es enviado después de cada bit de datos. Se utiliza para corregir errores en los caracteres de datos. Finalmente 1 o 2 bits de stop son enviados.

En modo asíncrono, la primera transición de "1" a "0" es llamada Start Bit, que será seguida, por 5, 6, 7 u 8 bits de datos. Al final de la transmisión del carácter, la señal debe obligatoriamente regresar a "0", esto se llama el *Stop Bit*, para atender el próximo *Start Bit*. Se puede definir 1, 1.5 o 2 *Stop bits*.

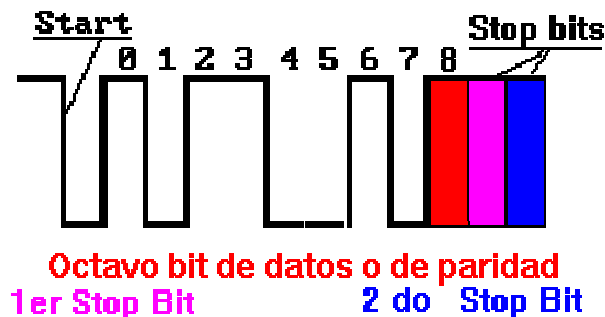


Figura 7.1.- Secuencia de bits start y stop.

Hoy, se configuran casi siempre los equipos en 8 Bits de datos, sin paridad y 1 *Stop Bit*.

7.3 Periféricos

Se denomina periférico a todo aquel dispositivo que se conecta a una unidad central de proceso a través de las unidades de entrada/salida. Existe una amplia gama de periféricos que permiten almacenar información o comunicar el computador con el mundo exterior, pudiéndose establecer la siguiente clasificación:

- Almacenamiento
 - Cintas magnéticas
- Discos
- Comunicación
 - Comunicación hombre – máquina: terminales
 - Comunicación impresa: impresoras, trazadores, digitalizadores, lectores ópticos, etc.
 - Comunicación máquina – máquina: módems y adaptadores de red local
 - Comunicación con un sistema físico: periféricos de control.

En relación a este último punto decir que en muchas aplicaciones, el computador se encuentra conectado directamente a un sistema físico exterior sobre el que realiza funciones tales como la adquisición de datos, control de procesos, control de instrumentación de laboratorios, etc. Para realizar esta conexión entre el computador y un sistema externo se emplean una serie de periféricos llamados periféricos de control.

Un aspecto muy importante de esta comunicación es el aislamiento eléctrico que debe existir entre ambos elementos conectados. En ocasiones los niveles de ruido y las tensiones existentes en el sistema físico pueden ser fatales para la circuitería del computador conectado. Debido a este fenómeno, debe establecerse una etapa de aislamiento eléctrico que garantice que ni las tensiones del sistema físico lleguen al computador, ni viceversa.

7.4 Deterioros en la transmisión de datos

Cuando una computadora desea enviar datos digitales por una línea, los datos se deben convertir primero a la forma analógica mediante un módem para que esos datos se puedan transmitir y después se deben convertir en forma digital para ser aceptada por el computador lejano. De modo que a la hora de la comunicación de un computador con otro mediante cableado es necesario transformar la señal con la que trabaja el computador dos veces. El módem, en este caso jugaría el papel de convertidor de señales, tanto de digital a analógica como de analógica a digital.

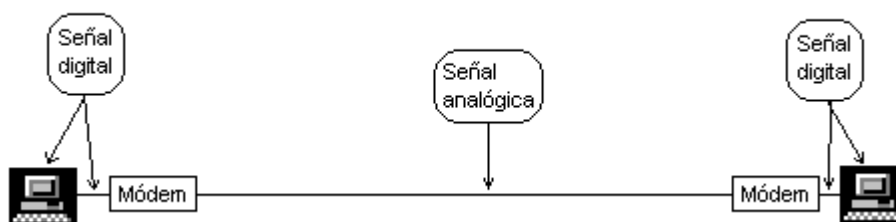


Figura 7.2.- Señales de intercambio.

Vemos que gracias a dichos convertidores es posible la comunicación entre computadoras, en particular, la transferencia de información en forma de señales digitales por circuitos analógicos. Dos interfaces de módem comunes son RS-232-C y RS-449.

La señalización analógica consiste en la variación del voltaje con el tiempo para representar una corriente de información.

Si los medios de transmisión fuesen perfectos, el receptor recibiría la misma señal que envió el transmisor. Pero en realidad, esto no sucede así, así que la señal recibida no es la misma que la transmitida. Debido a que los datos son digitales, esta diferencia de señales puede conducir a errores.

Las líneas de transmisión tienen 3 problemas principales:

- Atenuación

Es la pérdida de energía conforme la señal se propaga hacia su destino. En medios como cables o fibra óptica, la señal decae de forma logarítmica con la distancia. La pérdida se expresa en decibelios por kilómetro.

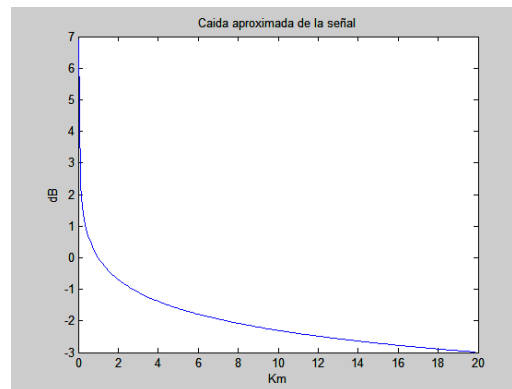


Figura 7.3.- Caída logarítmica de la atenuación.

La cantidad de energía perdida depende fundamentalmente de la frecuencia. Si la atenuación es muy grande es posible que el receptor no sea capaz de detectar la señal enviada por el emisor, o la señal puede caer por debajo del nivel de ruido. El problema de atenuación se puede solventar con amplificadores para tratar de compensar la atenuación. Esta medida es una ayuda utilizada para solventar este posible problema, pero nunca puede restaurar la señal a su forma original.

- Distorsión por retardo

Es causada por el hecho de que los modelos de señales (Fourier) viajan a distintas velocidades. Para los datos digitales, los componentes rápidos de un bit pueden alcanzar y rebasar a los componentes lentos del bit de adelante. Debido a esto se pueden mezclar los dos bits y se incrementa la probabilidad de una recepción incorrecta de la señal original.

- Ruido

El problema debido al ruido proviene de la energía no deseada de fuentes distintas del transmisor. Existe un ruido inevitable dentro del cable de transmisión de señales. Este es causado por el movimiento al azar de los electrones y se llama ruido térmico.

Las posibles fuentes de energía distintas del transmisor pueden ser debidas al acoplamiento inductivo entre dos cables que estén cerca uno del otro ya que un cable se puede considerar idealmente como un elemento inductivo. Este tipo de ruido se llama diafonía.

Por último, existe también el ruido de impulso. Este es causado por picos en la línea de suministro de energía o por otros fenómenos. Este tipo de ruido puede causar que se borren uno o más bits durante la transmisión.

7.5 RS-232-C

La RS-232-C ha estado en circulación desde hace más de 30 años. Esta interfase esta recomendada técnicamente por la ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication). Esta recomendación estandariza la disposición y significado de las clavijas en el conector utilizado por la mayor parte de las terminales asíncronas.

Significa literalmente "Recomended Standard 232 revisión C" (también conocida como EIA 232). Es un estándar publicado en 1969 por la EIA ("Electronic Standard Association") que define las características eléctricas que deben presentar los elementos de conexión para la comunicación serie entre ordenadores y equipos periféricos.

Posteriormente se realiza un versión internacional por el CCITT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se habla indistintamente de V.24 y de RS-232C (incluso sin el sufijo "C"), refiriéndose siempre al mismo estándar.

Este estándar se estableció para la conexión de equipos informáticos a módems. Pero en realidad se está utilizando para interconectar equipos informáticos directamente entre sí sin el empleo de módems. Ello hace que no se pueda aplicar directamente la norma RS-232-C y que la interpretación dada a sus distintas señales difiera de un fabricante a otro.

Su título dice exactamente: "Conexión entre un Equipo Terminal de Datos y un Equipo de Comunicación de Datos empleando un intercambio de datos binario serie", y comprende diversos apartados:

- Características eléctricas de la conexión
- Características mecánicas de la conexión
- Descripción funcional del intercambio, proporcionando nombres a las señales utilizadas.
- Conexiones ejemplo para una selección de sistemas de comunicación

7.6 Características técnicas del RS-232-C

En la comunicación serie se distinguen dos tipos de dispositivos: Los equipos terminales de datos DTE ("Data Terminal Equipment"), y los equipos de comunicación de datos DCE ("Data Communication Equipment").

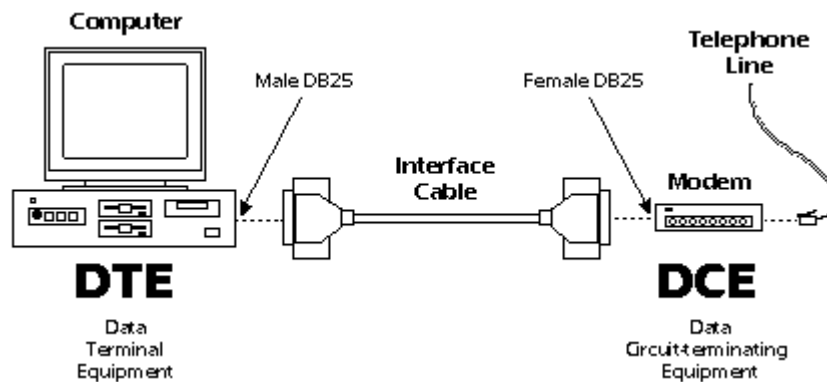
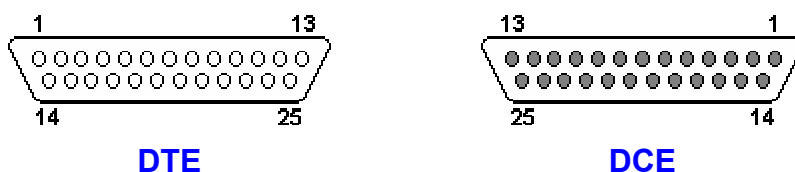


Figura 7.4.- Terminales DTE y DCE.

Básicamente el DTE transmite por la patilla 2 y recibe por la 3. El significado de las flechas es el siguiente:

- señal originada en el **DTE**
- ← señal originada en el **DCE**.

A efectos prácticos podemos considerar que el puerto serie del PC es un DTE.



| Pin | Nombre | RS232 | Dirección | Descripción |
|-----|--------------|-------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | GND | n/a | — | Shield Ground (tierra de protección) |
| 2 | TXD | BA | → | Transmit Data |
| 3 | RXD | BB | ← | Receive Data |
| 4 | RTS | CA | → | Request to Send |
| 5 | CTS | CB | ← | Clear to Send |
| 6 | DSR | CC | ← | Data Set Ready |
| 7 | GND | AB | — | System Ground (nivel de referencia) |
| 8 | CD | CF | ← | Carrier Detect |
| 9 | - | | - | RESERVADO |
| 10 | - | | - | RESERVADO |
| 11 | STF | | → | Select Transmit Channel |
| 12 | S.CD | SCF | ← | Secondary Carrier Detect |
| 13 | S.CTS | SCB | ← | Secondary Clear to Send |
| 14 | S.TXD | SBA | → | Secondary Transmit Data |
| 15 | TCK | DB | ← | Transmission Signal Element Timing |
| 16 | S.RXD | SBB | ← | Secondary Receive Data |
| 17 | RCK | DD | ← | Receiver Signal Element Timing |
| 18 | LL | LL | → | Local Loop Control |
| 19 | S.RTS | SCA | → | Secondary Request to Send |
| 20 | DTR | CD | → | Data Terminal Ready |
| 21 | RL | RL | → | Remote Loop Control |
| 22 | RI | CE | ← | Ring Indicator |
| 23 | DSR | CH | → | Data Signal Rate Selector |
| 24 | XCK | DA | → | Transmit Signal Element Timing |
| 25 | TI | TM | ← | Test Indicator |

Tabla 7.1. Señales RS-232 C

Las conexiones externas de los puertos serie del PC se han estandarizado en 2 tipos de conectores de 9 y 25 pines (**DB9** y **DB25**), con el macho del lado del ordenador.

Conector DB 25 Conector DB 9

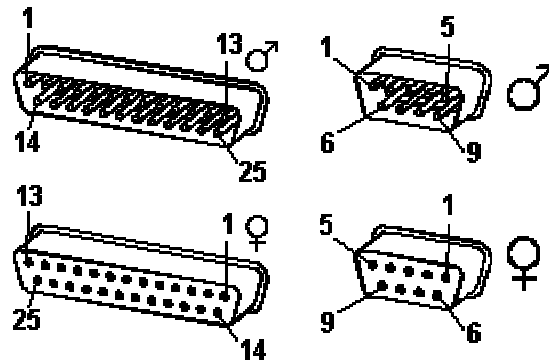


Figura 7.5.- Pines de los terminales.

Los parámetros que caracterizan estas comunicaciones son: Velocidad; paridad; bits de datos y bits de parada. En la literatura sobre el tema es frecuente expresar estos datos en forma resumida. Por ejemplo: 1200 8 N 1 para indicar una transmisión de 1200 baudios con 8 bits de datos sin paridad y un bit de Stop.

- Velocidad de transmisión ("Connection speed") es la cantidad de datos transmitidos en unidad de tiempo. Se expresa en bits por segundo (bps).
- Longitud del carácter. Se han utilizado caracteres de 5, 6, 7 y 8 bits, aunque actualmente los datos son enviados como caracteres ASCII, por lo que pueden utilizarse 7 u 8 bits. El conjunto de bits que componen un carácter se denominan bits de dato.
- Paridad. Para poder comprobar la calidad de la transmisión se suele utilizar un sistema de control de paridad que añade un bit a los bits de datos. Los sistemas utilizados son:
 - Paridad par
 - Paridad impar
 - Paridad marca
 - Paridad espacio
 - Sin paridad

Los sistemas de paridad par e impar cuentan el número de unos contenidos en los bits de datos y añade un uno o un cero según el resultado. Por su parte la paridad marca indica que se incluirá siempre una marca (bit de valor "1") como bit de paridad, mientras que la paridad espacio añade siempre un espacio ("0"). Evidentemente estos dos últimos sistemas no aportan absolutamente ninguna información, por lo que son usados muy raramente.

- Bits de parada. Después que se envía un carácter se envía un bits de parada, que tienen el valor "1". La duración de este bit puede ser 1, 1.5 o 2 periodos.

Los parámetros anteriores están relacionados con la forma en que se transmite la información serie a través del elementos de conexión.

En la comunicación serie los bits se transmiten uno detrás de otro (de ahí el nombre), lo que hace que sean mucho más lentas que sus homólogas "paralelo" en las que se transmiten varios bits a la vez. La ventaja es que puede utilizarse un solo par de hilos, o incluso uno solo (si el retorno se realiza por la tierra).

Como características generales decir que la norma fue diseñada para conectar un equipo informático a un módem. Las velocidades de transmisión previstas son de 110 baudios a 19200 baudios.

Debido a las desventajas en la velocidad de transmisión de datos a no mas de 20 Kbps y a la longitud máxima del cable (15m), la EIA tuvo un largo debate sobre si debía o no tratar de crear un estándar nuevo que fuera compatible con el viejo pero técnicamente no muy avanzado o uno nuevo e incompatible que satisficiera todas las necesidades de los años por venir. Finalmente optaron por elegir ambos y crearon un nuevo estándar llamado RS-449.

7.7 Características eléctricas del RS-232-C

En cuanto a la especificación eléctrica, la siguiente figura muestra el circuito equivalente de emisores y receptores, en el que las señales se determinan por niveles de tensión.

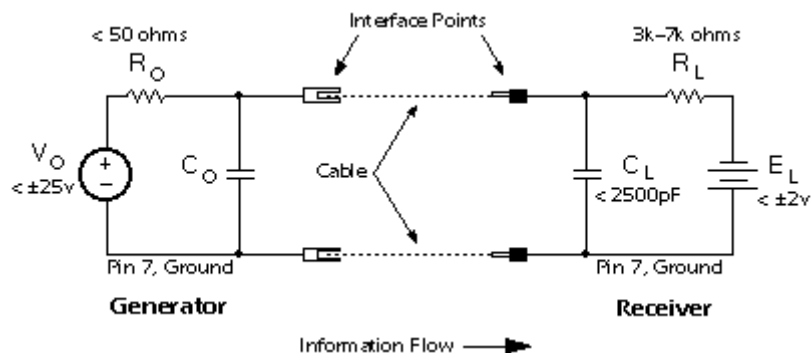


Figura 7.6.- Circuito equivalente.

Una curiosidad de esta norma es que la transmisión de los caracteres ASCII se realiza empezando por el bit menos significativo. Puesto que estamos acostumbrados a

representarlos de derecha a izquierda (empezando por el más significativo), podría decirse que los bits son transmitidos al revés.

Los datos se transmiten en binario, pero no es frecuente referirse a ceros y unos como en la informática convencional, sino a espacios y marcas.

El RS-232-C consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9, mas barato e incluso mas extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC). En cualquier caso, los PC's no suelen emplear mas de 9 pines en el conector DB-25.

7.8 Especificación lógica

En cuanto a la especificación lógica, decir que esta norma considera 25 señales de las que se suelen emplear menos de 10. Las más importantes son las que a continuación vienen representadas:

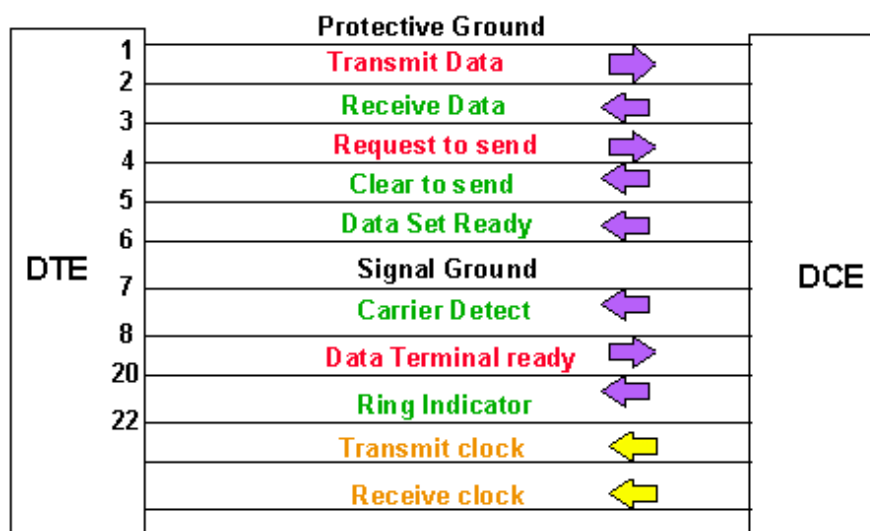


Figura 7.7.- Señales entre el emisor y el receptor

- Protective Ground: Tierra del chasis, tierra de protección eléctrica
- Signal Ground: Tierra de la señal RS232
- Transmit Data: Datos DTE - DCE
- Receive Data: Datos DCE - DTE
- Request To Send: Demanda para emitir, Señal de control de flujo o para el funcionamiento en semi-duplex
- Clear To send: OK para emitir, pareja de Request To Send

- Data Set Ready: Modem listo
- Data Terminal Ready: Terminal (PC) lista
- Ring Indicator: Detección del sonido de llamada (Auto Answer Mode)
- Carrier Detect: Detección de la portadora del módem del otro lado

Los voltajes para un nivel lógico alto están entre -3V y -15V. Un nivel lógico bajo tendrá un voltaje entre +3V y +15V. Los voltajes más usados son +12V y -12V.

Las señales con las que trabaja este puerto serie son digitales, de +12V (0 lógico) y -12V (1 lógico), para la entrada y salida de datos, y a la inversa en las señales de control. El estado de reposo en la entrada y salida de datos es -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metros como ya hemos comentado.

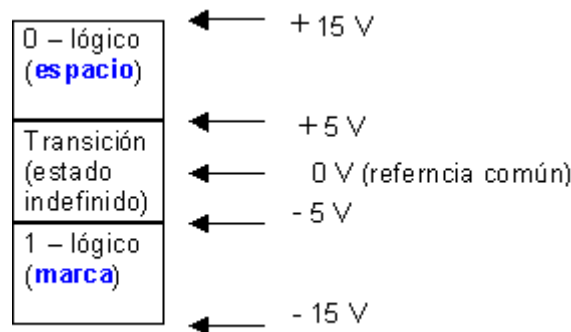


Figura 7.8.- Niveles lógicos para las salidas RS 232 C

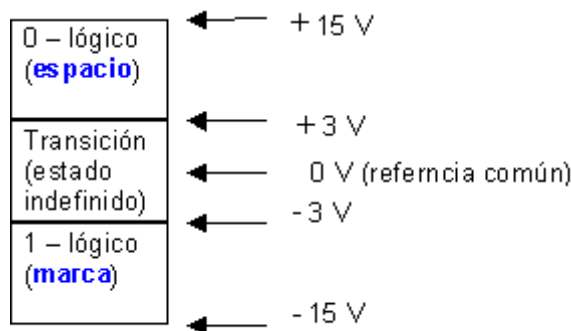


Figura 7.9.- Niveles lógicos para las entradas RS 232 C

La señal eléctrica define el "1" lógico como comprendido entre -3V y -15V y el "0" entre +3V y +15V.

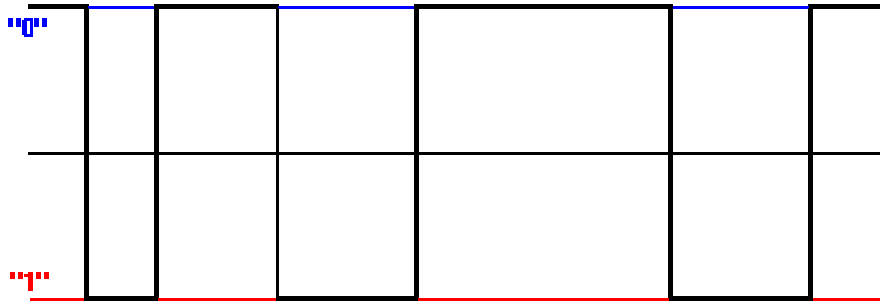


Figura 7.10.- Señal eléctrica lógica.

Dado que la norma se aplica para interconectar equipos directamente, el asignarles a estos el tipo DTE o DCE es totalmente arbitrario, lo que puede ser fuente de problemas a la hora de conectar equipos de distintos fabricantes, puesto que ambos pueden ser DTE o DCE. Ello obliga a cambiar los hilos de transmisión 2 y 3, así como adaptar las señales de control empleadas, puesto que estas también varían según el fabricante.