

Anexo

LA TRANSMISIÓN POR PUERTO SERIE

1. LAS COMUNICACIONES SERIE

Cuando nos comunicamos en serie, cada byte o carácter de datos que mandamos o recibimos se envía bit a bit. Cada uno de estos bits puede estar en On o en Off, aunque a veces estos estados se conocen como arca (mark) para el estado On y espacio (space) para el estado Off.

m

La velocidad de la transmisión de datos en serie se suele expresar a menudo como bits por segundo (bps). Esto representa sencillamente el número de unos y ceros que pueden ser enviados en un segundo. 9600 y 19200 son velocidades comunes que se utilizaban en el interfaz RS-232. Muchas veces la velocidad se mide en kbps, así las velocidades anteriores se representan por 9.6Kbps, 19.2Kbps. Los bits por segundo no deben confundirse con los baudios, que a veces pueden expresar lo mismo pero otras no, ya que los baudios representan el número de cambios en la señal modulada por segundo, y si la modulación emplea 4 símbolos, los bps serán el doble del valor de la velocidad en baudios.

Cuando nos referimos a dispositivos o puertos serie, se etiquetan como Equipo de Comunicaciones de Datos (Data Communications Equipment (DCE)), o Equipo Terminal de Datos (Data Terminal Equipment (DTE)). La diferencia entre ellos es muy simple. Cada par de señales, tales como transmitir y recibir, están intercambiadas.

Cuando se conectan 2 DTEs o 2 DCEs juntos, debe emplearse un cable de modem nulo (null-modem) o un adaptador para que intercambie las señales emparejadas.

2. EL ESTÁNDAR RS-232

RS-232 es un estándar de interfaz eléctrico para comunicación de datos en serie definido por la Electronic Industries Association (EIA). Existen 3 versiones diferentes, cada una definiendo un rango diferente de tensiones para los niveles On y Off. La variedad más utilizada es la RS-232C, para la cual una tensión entre -3V y -12V define un bit "marca", y una tensión entre +3V y +12V define un bit "espacio". La especificación RS-232C dice que estas señales pueden llegar hasta 8 metros antes de que pierdan su efectividad.

RS-232 es también uno de los interfaces de ordenador más populares de todos los tiempos. Considerada como una de los más básicas conexiones externas a una computadora, el puerto serie ha sido una parte integral de todas las computadoras por más de 20 años. A pesar de que muchos sistemas nuevos han abandonado el puerto serie completamente y adoptado conexiones por USB, el uso más común del interfaz RS-232 es la conexión con un módem, pero otros circuitos con interfaces RS-232 incluyen impresoras, módulos de adquisición de datos, instrumentos de prueba y circuitos de control. También podemos utilizar RS-232 como un enlace simple entre ordenadores de cualquier tipo.

Hoy día, existen interfaces que son más rápidos y sofisticados, pero RS-232 sigue siendo popular debido a que los requerimientos de hardware y programación son sencillos y baratos, y por que hay un gran número de dispositivos que vienen equipados con este interfaz. Otras elecciones incluyen descendientes del RS-232 que son más rápidos o baratos, pero conservan la compatibilidad con RS-232 en muchos aspectos.

Otros estándares que podemos encontrar para interfaces serie son el RS-422, que usa tensiones más bajas y señales diferenciales para permitir longitudes de cable de hasta 300 metros aproximadamente y el RS-574, que define el conector estándar para PC de 9 pines y sus tensiones.

- **Ventajas**

- Está ampliamente extendido, aunque en muchos de los nuevos ordenadores no esté presente (sin embargo, es un hecho que no causa mayores problemas gracias al adaptador USB-puerto serie).
- Aunque la mayor parte de los periféricos no están diseñados para colocarse demasiado lejos, los enlaces pueden ser de hasta 30 metros. Los enlaces USB pueden llegar hasta los 5 metros, y el puerto paralelo del PC puede alcanzar entre 3 y 5 metros.

- Tan sólo se necesitan 3 cables para una comunicación en los 2 sentidos. Un enlace en paralelo tiene típicamente 8 líneas de datos, dos o más señales de control y varios cables de tierra. El coste de todos los cables y conectores más grandes se paga.

- **Desventajas**

- Si el otro lado del enlace requiere datos en paralelo, necesitamos alguna forma de convertir los datos entre serie y paralelo. De cualquier forma, esto es sencillo utilizando una UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).
- No puede haber más de dos dispositivos en un enlace.
- La máxima velocidad de transmisión especificada es de 20000 bits por segundo, aunque muchos chips pueden exceder esta cifra, especialmente en distancias más cortas.
- Los enlaces muy largos requieren otro interfaz.

3. SEÑALES RS-232

El estándar RS-232 define 3 cosas sobre la interfaz: los nombres y funciones de las señales en el enlace, las características eléctricas de las señales y aspectos mecánicos, incluyendo la asignación de pines.

Aunque el estándar designa 25 líneas en el interfaz, los PCs y muchos otros dispositivos raramente tienen mayor soporte que las 9 señales principales que aparecen en la tabla siguiente. Las señales adicionales están pensadas para usarse con modems síncronos, canales de transmisión secundarios y selección de la velocidad de transmisión en modems de velocidad dual, los cuales no son comunes hoy en día.

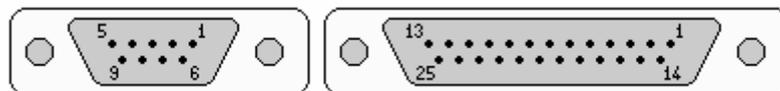


Figura 104: Puertos serie de 9 y 25 pines

| PIN (9PINS) | PIN (25PINS) | SEÑAL | FUENTE | TIPO | DESCRIPCIÓN |
|-------------|--------------|-------|--------|------------|---|
| 1 | 8 | CD | DCE | Control | Carrier Detect (Detección de portadora) |
| 2 | 3 | RD | DCE | Datos | Received Data (Datos recibidos) |
| 3 | 2 | TD | DTE | Datos | Transmitted Data (Datos transmitidos) |
| 4 | 20 | DTR | DTE | Control | Data Terminal Ready (Terminal de Datos Listo) |
| 5 | 7 | GND | - | Referencia | Ground (Tierra) |
| 6 | 6 | DSR | DCE | Control | Data Set Ready (Datos Listos) |
| 7 | 4 | RTS | DTE | Control | Request To Send (Petición de envío) |
| 8 | 5 | CTS | DCE | Control | Clear To Send (Listo para Enviar) |
| 9 | 22 | RI | DCE | Control | Ring Indicator (Indicador de Llamada) |

TABLA XXIX: Pines puerto serie

Las tres señales esenciales para la comunicación bidireccional son:

TD: Transporta datos desde el DTE al DCE. También conocida como TX o TXD.

RD: Transporta datos desde el DCE al DTE. También conocida como RX o RXD.

GND: Referencia de tierra.

La tabla anterior utiliza nombres de las señales que son básicamente abreviaturas de las funciones de las señales. El estándar llama al terminal final del enlace el Data Terminal Equipment (Equipo Terminal de Datos), abreviado como DTE, y al modem Data Communications Equipment (Equipo de Comunicación de Datos), abreviado como DCE.

No importa qué dispositivo del enlace sea el DTE y cuál el DCE, pero un enlace debe tener uno de cada. El tipo determina que señales son entradas y cuales son salidas en el conector. Todas las señales se nombran desde la perspectiva del DTE. Por ejemplo, TD (transmisión de datos) es una salida en un DTE y entrada en un DCE.

Con pocas excepciones, los puertos serie de los PCs se configuran como DTEs, y todos los puertos serie de los modems como DCEs, al igual que la mayoría de los periféricos.

Los puertos seriales dependen de un chip especial como controlador, el Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART), para funcionar correctamente. El UART toma la salida paralela del bus del sistema de la computadora y lo transforma en forma serial, para transmitirse a través del puerto serie. Con la finalidad de que funcione más rápido, la mayoría de los chips UART tienen un buffer integrado que varía de 16 a 16kB de capacidad. Este buffer permite almacenar datos que vienen del bus del sistema, mientras procesa los datos de salida (por el puerto serie). Mientras la mayoría de los puertos serie tienen una velocidad de transferencia de 115Kbps (kilobits por segundo), los puertos seriales de alta velocidad tales como el Enhanced Serial Port (ESP) y el Super Enhanced Serial Port (Super ESP), pueden alcanzar velocidades de transferencia de 460Kbps.

- **TENSIONES**

Los niveles lógicos de RS-232 se indican con tensiones positivas y negativas en lugar de usar tensiones sólo positivas como sucede con los 5 voltios de TTL y lógica CMOS o con los 3.3V de la tecnología de bajo consumo. A la salida de datos (TD) de una línea RS-232, un valor lógico 0 se define como igual o más positivo que +5V, y un valor lógico 1 se define como igual o más negativo que -5V. En otras palabras, se utiliza lógica negativa, dado que el valor más negativo corresponde al 1.

Las líneas de control utilizan las mismas tensiones, pero con lógica positiva. Una tensión positiva indica que la función está On, y valores negativos indican que la tensión está Off.

Los chips de interfaz RS-232 invierten las señales. En el pin de salida de una UART, la señal para un bit 1 de datos o un control Off está cercano a 5V, lo cual resulta en una tensión negativa en el interfaz RS-232. Un bit 0 de datos o un control On tiene un valor cercano a 0V, resultando una tensión positiva en el interfaz RS-232.

Dado que el receptor de la señal RS-232 puede encontrarse al final de un largo cable, cuando la señal llega al receptor, su tensión puede haberse atenuado y tener ruidos añadidos. Para permitir esto, las tensiones mínimas requeridas en el receptor son menores que en la transmisión. Cualquier entrada por encima de +3V se considera un 0 lógico de datos o un control On, y lo contrario para las señales por debajo de -3V. De acuerdo con el estándar, una entrada entre -3V y +3V queda indefinida.

La transmisión de datos por el puerto serie se hace de acuerdo al protocolo RS232. Esta transmisión usa desde 5 a 8 bits de datos, donde la velocidad de transmisión varía entre 100 y 900 kbaudios. La transmisión de datos se realiza de la siguiente forma:

- En reposo, las líneas de datos (RxD y TxD) están a nivel alto.
- La transmisión comienza con un bit de start, a nivel bajo.
- Luego le siguen los bits de datos, el bit menos significativo se envía primero.
- Un bit de paridad, que es opcional. Si el número de bits a nivel alto es par, se envía un uno. Y si es impar, el bit de paridad es cero.
- La transmisión finaliza con uno o más bits de stop, que consisten en poner a nivel alto el pin de transmisión.

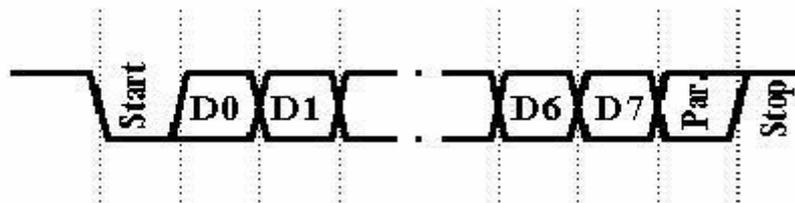


Figura 105: Diagrama de transmisión de la línea de datos

Al mismo tiempo, las otras líneas controlan la transferencia de datos, aunque en algunos periféricos esas líneas no son usadas, y sólo se usan en la transmisión los pins RxD, TxD y GND. Es también posible controlar el estado de cada pin independientemente, con una programación a muy bajo nivel.

4. GENERALIDADES DEL PUERTO SERIE EN WINDOWS

Los puertos serie, también denominados COM (de las siglas en inglés "communication port"), son bi-direccionales. La comunicación bidireccional permite a cada dispositivo recibir datos, así como también transmitirlos. Los dispositivos seriales usan distintos pines para recibir y transmitir datos. Usando el mismo pin, limitaría la comunicación a half-duplex, esto quiere decir que la información solamente podría viajar en una dirección a la vez. Usando distintos pines, permite que la comunicación sea full-duplex, en la cual la información puede viajar en ambas direcciones al mismo tiempo.

Windows trata los puertos serie (y también el paralelo), como si se tratase de un fichero de entrada y salida más. La única peculiaridad es que su comportamiento es asíncrono, y esta característica influye mucho en el modo en

que tenemos que programar nuestras aplicaciones cuando usen uno de estos puertos.

El comportamiento asíncrono se debe a varias características de este tipo de comunicación, para empezar, los datos se envían secuencialmente, a una velocidad relativamente baja. El sistema tiene que estar preparado para recibir los datos en el momento en que están disponibles, ya que si no actúa así, se perderán irremisiblemente.

En los ficheros normales, somos nosotros los que decidimos cuándo y cómo leemos o escribimos los datos. Y como la velocidad de respuesta de estos ficheros es bastante buena, generalmente no notamos que el programa se para mientras se procesan estas órdenes de lectura y escritura.

Esto no pasa cuando se lee o se escribe de un puerto serie. Los datos que se reciben por uno de estos canales hay que leerlos cuando llegan, casi nunca sabremos cuándo el dispositivo que tenemos conectado al otro extremo del cable va a decidir enviarnos datos. En cuanto a la escritura, pasa algo parecido, no podemos prever con precisión si el dispositivo al que enviamos los datos lo va a procesar con la velocidad a la que se los enviamos, o si está o no preparado para recibirlos.

Aunque el sistema operativo dispone de un buffer para almacenar los datos que se reciben, ese buffer es finito, y si nuestro programa no retira los datos con cierta frecuencia, los perderá.

5. ADAPTADOR PUERTO SERIE-USB

Hoy en día existen situaciones donde es necesario convertir, o bien, emular un puerto serie RS232 a partir de un puerto USB. Esto se debe a que muchas de los ordenadores modernos no incluyen el puerto serie, ya que para aplicaciones informáticas se considera obsoleto. Sin embargo existen muchas aplicaciones en electrónica donde resulta muy conveniente usar el protocolo RS232 para el intercambio de información y el PC resulta la interfaz más conveniente.

Afortunadamente hay en el mercado una variedad de convertidores de USB a RS232 integrados en un cable o bien como adaptador.

Lo que hacen estos adaptadores es emular un puerto serie mediante el puerto USB. Estos adaptadores vienen con un software que una vez instalado crea un puerto serie virtual a través del puerto USB.



Figura 106: Ejemplos de adaptadores RS232-USB

Los kits de X10 que encontramos en el mercado poseen tanto interfaz serie como acceso al puerto USB, ya que vienen provistos de su propio adaptador USB-puerto serie. Estos adaptadores soportan todas las funciones del protocolo X-10. En el caso de que se vaya a usar el software ActiveHome, el software debe instalarse antes de conectar el adaptador USB al ordenador. Y una vez que hemos seleccionado el puerto serie, debemos instalar el software ActiveHome seleccionando dicho puerto.

En la ventana de administrador de dispositivos de Windows, accesible desde el Panel de Control/Sistema se muestran los puertos COM y, previa instalación del controlador, se observa el puerto Prolific USB-to Serial Comm Port, en el caso de la figura inferior asignado como el COM4. El número de COM que se le asigna a este puerto se configura automáticamente en la instalación pero se puede cambiar a cualquier otro que este disponible hasta 256, basta con ver las propiedades de ese puerto dando doble clic sobre el COM y posteriormente modificar el número. No puede haber dos puertos con el mismo número.

De esta manera se puede intercambiar información entre un PC y un dispositivo externo que utilice la norma RS232 mediante el puerto USB.

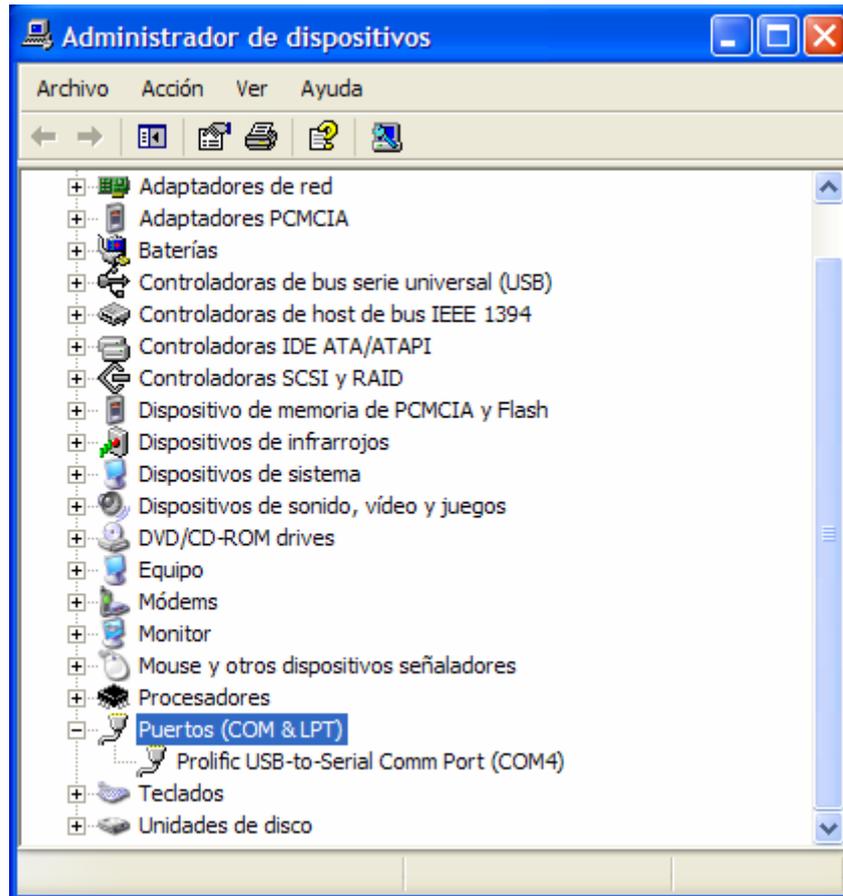


Figura 107: Puertos COM