

Tema 4. Comunicación Serie.

La comunicación serie se caracteriza en que la información formada por bits, se transmiten de uno en uno a través de una sola línea de datos. Tendremos una línea de datos para enviar (**Tx**) y otra línea de datos para recibir (**Rx**). Estas dos líneas, junto con la de referencia de tensión o **GND**, son las 3 líneas necesarias para establecer un enlace serie entre dos dispositivos.

En este tema nos ocuparemos de describir algunas de las formas de comunicación serie más frecuentes en comunicaciones industriales. Veremos el número de conexiones y la función de cada uno de ellas así como sus niveles de tensión.

Los enlaces que veremos son: **RS-232**, **Bucle de corriente (TTY)**, **RS-485** y **RS-422**. Corresponden todos a comunicaciones en serie, transmitiendo los bits uno a uno a través de una línea.

1.- Norma RS-232.

La norma RS-232 para comunicaciones serie fue establecida por el **EIA** (Asociación de la Industria Electrónica) y es equivalente al estándar europeo V.24.

En la actualidad, la norma RS-232 es usada para comunicar ordenadores con multitud de periféricos y sobre todo terminales industriales (autómatas, controladores industriales, aparatos de medida,...). La norma RS-232 cubre tres aspectos de la comunicación: especificaciones mecánicas, especificaciones eléctricas y especificaciones funcionales.

1.1.-Especificaciones mecánicas

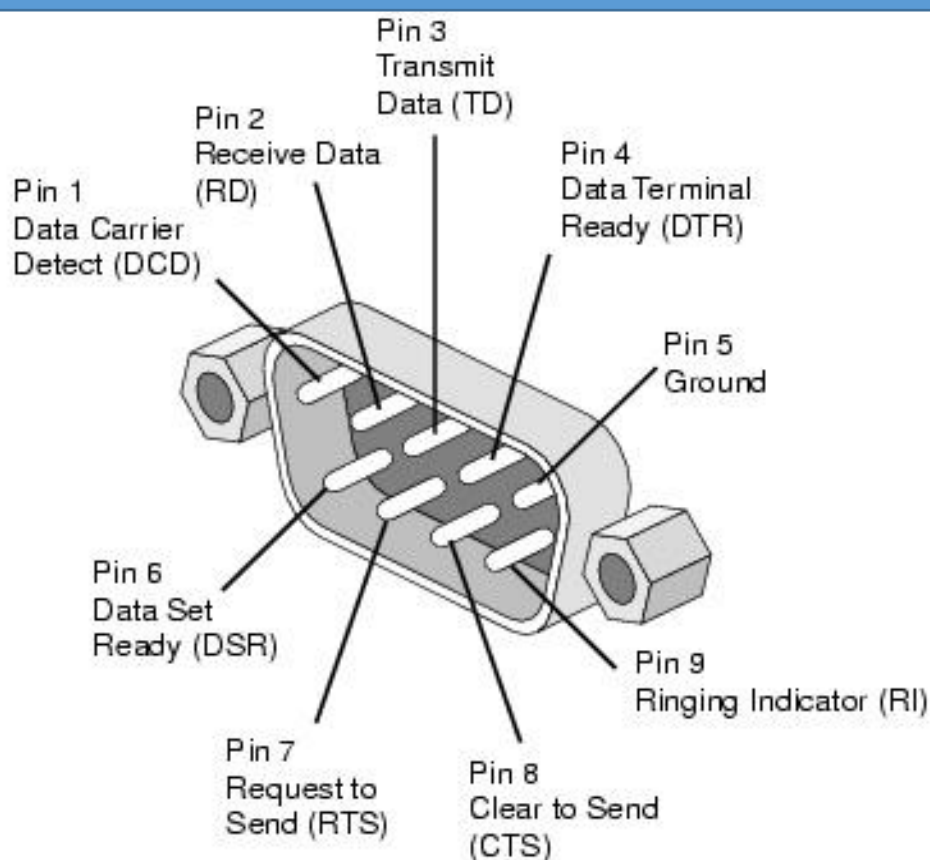
La norma original establece que la conexión se realiza mediante un conector de 25 pines, **DB-25**, macho en **DTE** y hembra en **DCE**. Actualmente 9 de las señales son suficientes para una comunicación bidireccional y se utiliza el conector **DB-9**.



Los PC's poseen uno o dos puertos serie identificados como **COM1** y **COM2**. La longitud máxima del cable es de 15 metros, aunque son posibles longitudes mayores, si se utilizan cables apantallados. En la figura se indica la configuración y patillas del conector **DB9**:

Los conectores **DB9** o **RS-232**, se diseñaron inicialmente para la informática. El pc tiene un conector RS-232 **macho**, o varios, que se utilizaban inicialmente para conectar periféricos como el ratón. También podemos encontrar dispositivos que llevan integrados puertos RS-232 de tipo hembra como algún PLC.

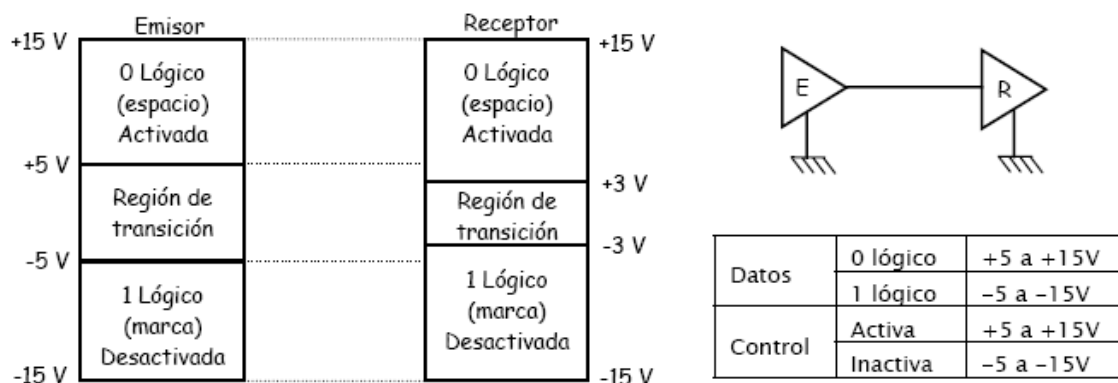
Conector DB-9 Macho PC



- 1.- Averigua que son los DTE y los DCE en el estándar europeo V2.4.
- 2.- ¿Qué función tiene cada uno de los anteriores pines del conector DB-9? ¿Son de entrada o de salida?
- 3.- ¿Qué significan RS en la norma RS-232?

1.2.-Especificaciones eléctricas

Las señales eléctricas utilizadas son **no diferenciales** (single-ended), es decir, referidas a masa. Se utiliza una línea para la transmisión y una para la recepción. Los niveles lógicos son los siguientes:

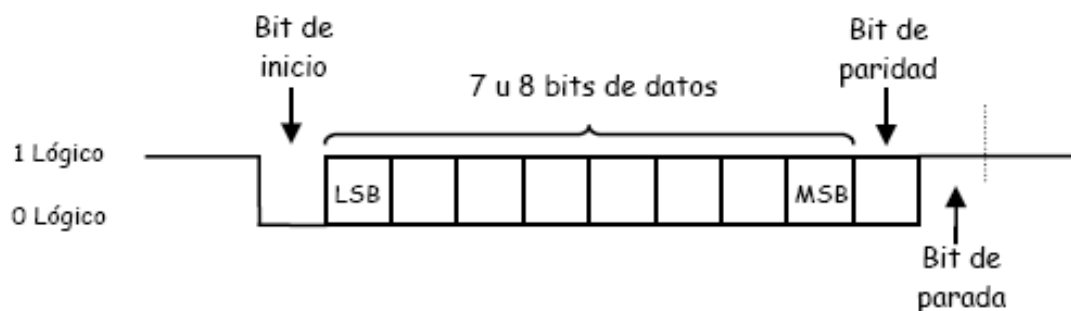


En RS232 no es posible establecer conexionado multipunto, solo **punto a punto**.

1.3.- Especificaciones funcionales.

La norma define que con 25 señales que permiten la transmisión en modo **síncrono** o **asíncrono** (con DB9 sólo es posible la transmisión asíncrona). En la transmisión asíncrona, que es la más frecuentemente utilizada, para cada carácter se envía:

- 1 bit de inicio o arranque, representado por un 0 lógico (espacio).
- 7 u 8 bits de datos, comenzando con el bit de menor peso (LSB) hasta el de mayor peso (MSB).
- 0 o 1 bit de paridad para control de errores.
- 1, 1.5 o 2 bits de parada, representados por un 1 lógico.



La **paridad** es un método sencillo para **detectar errores** en la transmisión; consiste en enviar un bit de datos adicional que depende del tipo de paridad seleccionado y de la composición del dato que se transmite. La paridad seleccionada puede ser:

- **Ninguna** (sin paridad), en cuyo caso no se añade el bit de paridad.
- **Paridad par** (even parity), el bit de paridad se pone a 1 lógico si el número de unos del carácter a enviar es impar y se pone a 0 lógico si el número de unos del carácter es par.
- **Paridad impar** (odd parity), el bit de paridad se pone a 1 lógico si el número de unos del carácter a enviar es par y se pone a 0 lógico si el número de unos del carácter es impar.
- **Marca** (mark parity), el bit de paridad que se transmite es siempre 1 lógico.
- **Espacio** (space parity), el bit de paridad que se transmite es siempre 0 lógico.

Las velocidades de transmisión establecidas en la norma son: 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 **baudios**, aunque se pueden lograr velocidades de 38400, 57600 y hasta 115200 baudios con cables de buena calidad y distancias cortas. Evidentemente los dos dispositivos a comunicar deben programarse con la misma velocidad de transmisión.

-
- 4.- Indica la secuencia de bits transmitidos por la línea TxD, en la transmisión del carácter W, con paridad par y 1 bit de parada. Si la velocidad es de 9600 baudios, ¿Cuánto tiempo tardará en enviarse el carácter?
 - 5.- ¿En una comunicación serie RS-232C un baudio equivale a un bps?
 - 6.- En una comunicación RS-232, que transmita en paridad par, indica la secuencia que se transmite si se envía la palabra PAZ. (Se entiende que se envía cada letra codificada en ASCII).
 - 7.- Calcula lo que tarda en enviarse la palabra anterior para una velocidad de transmisión de 9600bps.
-

2.- Tipos de control de flujo.

Cuando un DTE intercambia datos en modo **asíncrono** empleando la norma RS232C, los datos internos a transmitir, que se manipulan en paralelo a través de su bus de datos, han de ser convertidos a modo serie por un circuito electrónico llamado **UART**. La UART además genera los tiempos de bits necesarios, así como la inclusión de bits de inicio, parada y paridad.

Cuando la aplicación desea transmitir un dato, lo deja en el buffer (zona de memoria intermedia) de emisión, y es la UART la que se encarga de ir tomando los datos del buffer y transmitirlos en serie. El proceso de recepción es **inverso**; los datos son recibidos por la UART, convertidos de serie a paralelo y depositados en el buffer de recepción, de donde los recogerá la aplicación correspondiente. Pero ¿qué ocurre si un buffer de recepción se llena porque la aplicación no los retira con suficiente celeridad?. **Se produciría un desbordamiento de datos y estos se perderían.**

Para evitar estas situaciones y regular el flujo de datos se emplean los protocolos de control de flujo y que permiten informar al emisor para que deje de transmitir cuando el buffer se llena. En RS232 existen dos tipos:

- **Control de flujo por software** (*XON/XOFF*). Cuando el buffer de recepción se llena, el receptor envía un carácter denominado *XOFF* (ASCII 19) para que el emisor detenga la transferencia. Cuando vuelva a haber espacio en el buffer del receptor se envía el carácter *XON* (ASCII 17) para reanudar la transmisión.
- **Control de flujo por hardware**. Se emplean las líneas RTS-CTS o DTR-DSR para regular el flujo.

8.- Averigua en los manuales de OMRON como es la disposición de pines del puerto RS232C de un PLC.

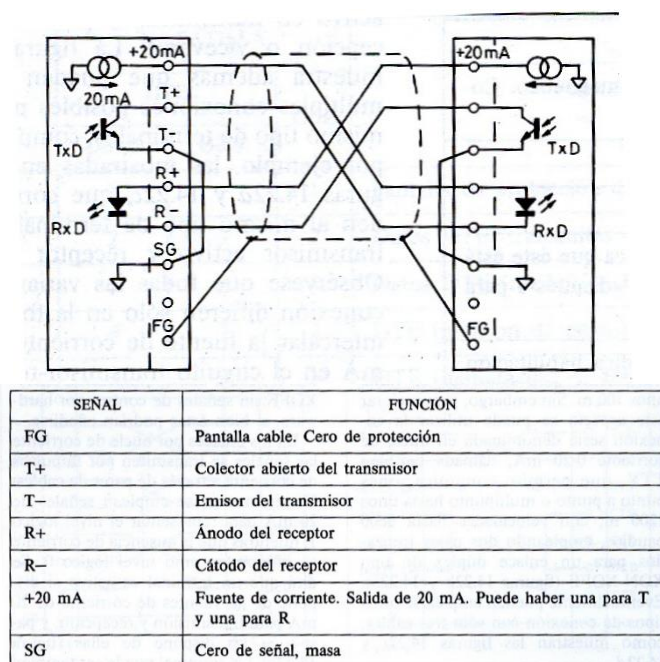
9.- Averigua en los manuales de OMRON como son los cables de comunicaciones entre PC-PLC.

3.- Bucle de corriente TTY.

Es el tipo de conexión serie de dispositivos más antiguo de la industria, pero sigue siendo usado por sus excelentes prestaciones para enlaces en ambientes con mucho ruido. Sus características son:

- Enlace punto a punto o multipunto.
- Velocidad de 9600 baudios.
- Longitud máxima de 1200 metros.
- Señal balanceada inmune a ruidos.

En los enlaces en bucle de corriente las señales se transmiten por impulsos de corriente a través de pares de cables. Una señal de 20mA representa un 1 lógico y 0mA un 0 lógico. Se emplean dos pares trenzados para un enlace dúplex.



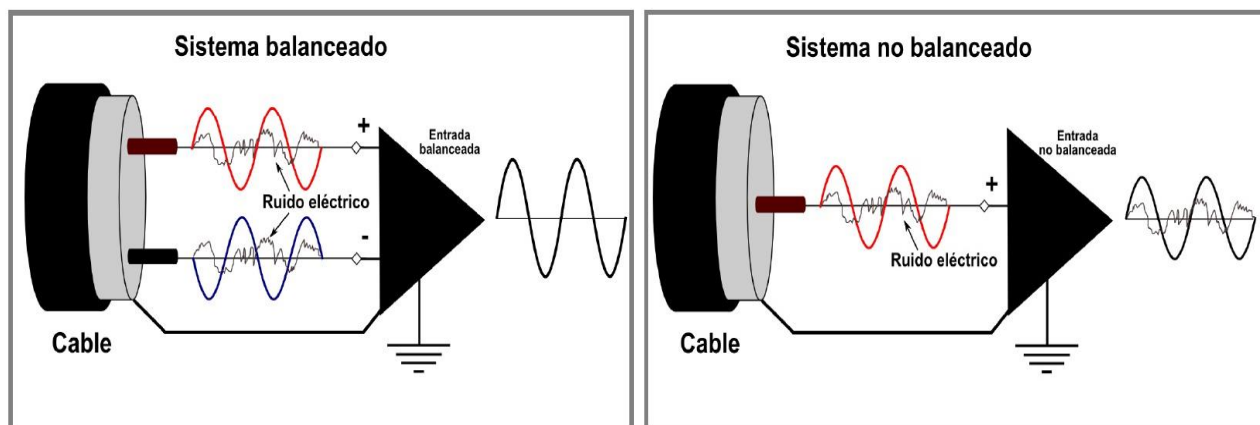
10.- ¿Se puede convertir las señales del bucle de corriente a RS232?
Busca información sobre algún conversor.

4.- Normas RS422 y RS485.

De la descripción realizada de la norma RS-232 se puede observar que presenta bastantes limitaciones; las conexiones pueden ser únicamente del tipo **punto a punto**, y además dada la naturaleza de las señales, que son **referenciadas a masa**, las **velocidades** y **distancias** de transmisión que se pueden lograr **no son muy elevadas**.

Para solucionar estos problemas se utiliza la **transmisión diferencial balanceada**. Aquí el voltaje producido por el driver aparece como diferencia de dos tensiones en **dos líneas** de señal. El receptor en una línea diferencial balanceada mide la diferencia de tensión entre las dos líneas de transmisión A y B para obtener el nivel lógico recibido. No se trata por tanto de una señal referida a masa, como ocurría en la norma RS-232. Aunque la conexión a masa es importante para el funcionamiento de los dispositivos, ésta no se usa por el receptor para determinar el estado lógico de la línea.

Si la tensión diferencia de entrada V_{AB} es mayor de +200mV, entonces el receptor interpretará un 0 lógico, y si dicha tensión diferencial está invertida y es menor de -200mV, entonces interpretará un 1 lógico.



Las ventajas del empleo de este tipo de transmisión son evidentes: **cualquier ruido inducido en la línea de transmisión afectará por igual a ambos conductores**, con lo cual se eliminará al obtener el nivel lógico como diferencia de sus tensiones. Si además se utiliza un par trenzado mejoraremos aún más la inmunidad al ruido.

Las normas RS-422 y RS-485 utilizan este tipo de transmisión diferencial, con características muy similares en cuanto al modo de transmisión, pero también con notables diferencias en cuanto al número de nodos que pueden estar implicados en la comunicación.

Hay que tener presente que estas normas, tal y como sucede con la RS-232, definen solo un medio físico, no son un protocolo. Podemos encontrar multitud de buses industriales o buses de campo que utilizan estas normas como capa física, aunque sus protocolos (capa de enlace) son distintos. Por ejemplo: Profibus-DP, CAN, Host-Link, Modbus, etc.

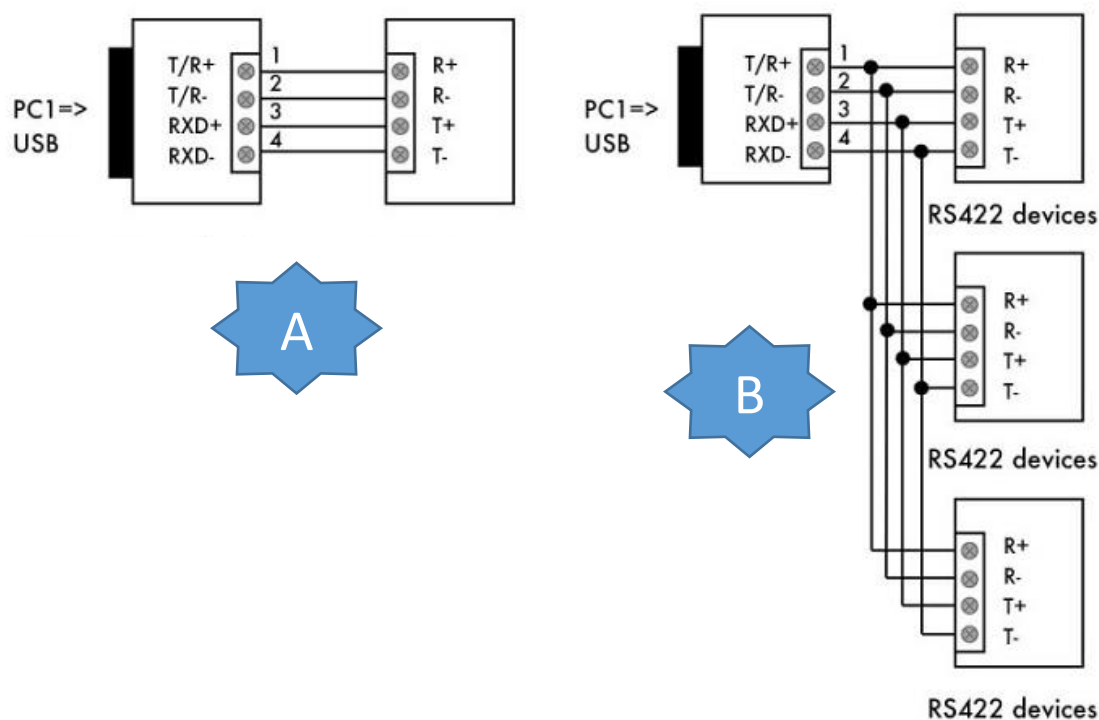
4.1.- Norma RS-422.

Las principales características de la norma RS-422 son:

- 1 transmisor y hasta 10 receptores simultáneamente. Se puede emplear en transmisiones punto a punto o multipunto con un emisor y hasta 10 receptores.
- Tensión de transmisión diferencial de $\pm 2V$ a $\pm 6V$.
- Los niveles lógicos se representan por:
$$\begin{aligned} \text{Tensión en A} < \text{Tensión en B} &\rightarrow 1 \text{ lógico.} \\ \text{Tensión en B} < \text{Tensión en A} &\rightarrow 0 \text{ lógico.} \end{aligned}$$

Siendo la sensibilidad de entrada de 200mV.
- Longitud del cable de hasta 1200 metros.
- Velocidad máxima de hasta 10Mbps (para una longitud inferior a 10 metros).

En la figura A se muestra un ejemplo de conexión punto a punto RS-422 a cuatro hilos, dos para la transmisión y otros dos para la recepción (dúplex completo) de tipo XON-XOFF, es decir, sin ninguna línea de control. En la figura B, lo mismo pero multipunto.



4.2.- Norma RS-485.

El enlace RS-485 es una simplificación del enlace RS-422 empleando un único par trenzado para un enlace XON-XOFF, semiduplex. Desde el punto de vista físico, el hecho de que el enlace sea semiduplex permite utilizar una sola línea para transmitir y recibir los datos. En la figura se puede ver un enlace punto a punto RS-485, donde se ve una línea de habilitación (patilla triestado) aplicada al driver de emisión y recepción de cada nodo (obsérvese que son complementarios), de modo que dicho nodo no recibe los datos cuando los está transmitiendo. También una tabla con las señales típicas en un enlace RS-485. Las características del enlace RS-485 son idénticas al

RS-422 excepto que permite la comunicación de hasta 32 pares de emisores-receptores en el mismo bus.

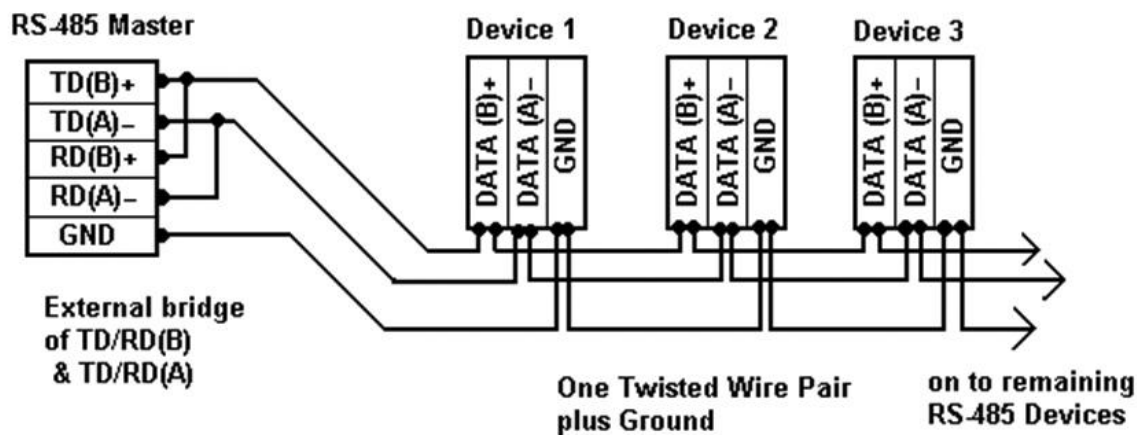


Fig. 3
2-Wire RS-485 Connections

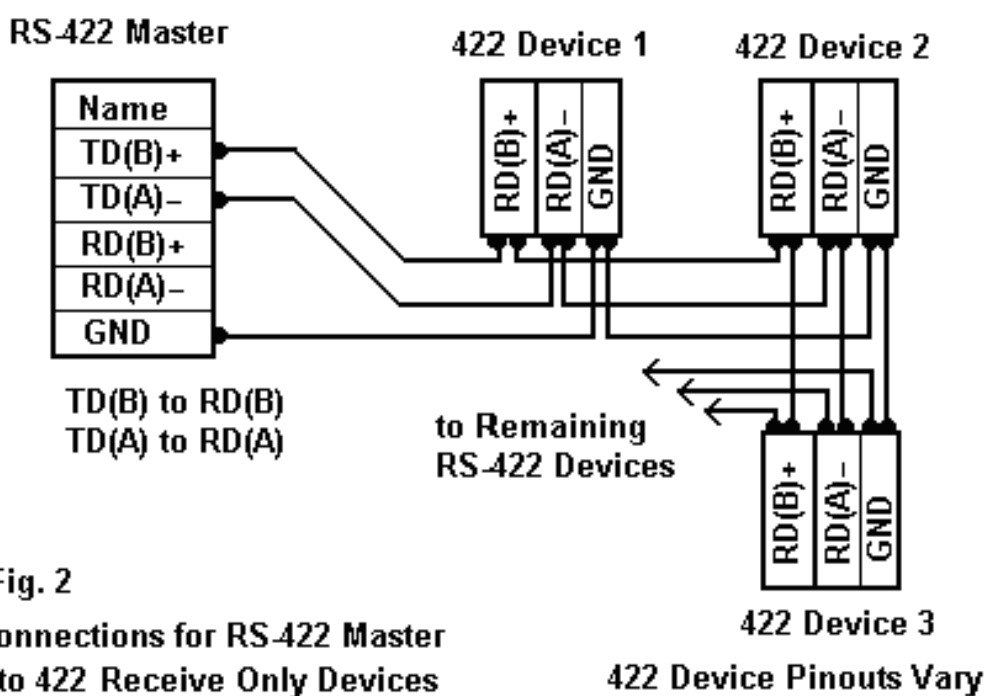
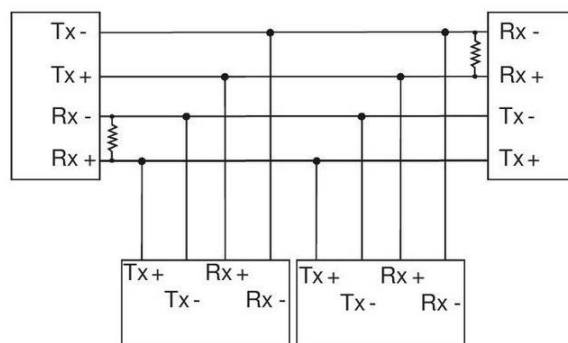
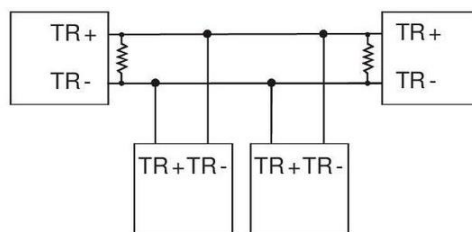


Fig. 2
Connections for RS-422 Master
to 422 Receive Only Devices

4.3.- Terminadores de línea.

Los terminadores o resistencias de terminación, se emplean para ajustar la impedancia de un nodo a la impedancia de la línea de transmisión que se está utilizando. Si dichas impedancias difieren, la señal transmitida no es absorbida totalmente por la carga y una parte es reflejada en la línea. Si las impedancias de la fuente, la línea de transmisión y el receptor son iguales estas reflexiones son eliminadas. Las resistencias de terminación se emplean en casos de velocidades elevadas y longitudes grandes.



El método más utilizado para terminar las líneas es añadir una resistencia en paralelo con las líneas de transmisión A y B con un valor igual a la impedancia del cable (normalmente 120Ω en cables de par trenzado). Se colocan dos resistencias una al inicio y otra al final de la línea.

5.- Comparaciones.

	RS232	RS422	RS485
Cableado	Punto a punto	Punto a punto Multipunto	Multipunto
Nº dispositivos	1 emisor 1 receptor	1 emisor 10 receptores	32 emisores 32 receptores
Modo comunicación	Dúplex completo	Dúplex completo Semidúplex	Semidúplex
Longitud máxima	15m a 19.2 Kbps	1200m a 100 Kbps	1200m a 100 Kbps
Velocidad máxima	19.2 Kbps para 15m	10Mbps para 15m	10Mbps para 15m
Tipo señal	Ref a masa	Diferencial balanceada	Diferencial balanceada
Nivel lógico '1' (marca)	-5 V máx -15 V mín.	2 V mín. (B>A) 6 V máx. (B>A)	1.5 V mín. (B>A) 5 V máx. (B>A)
Nivel lógico '0' (espacio)	5 V mín 15 V máx	2 V mín. (A>B) 6 V máx. (A>B)	1.5 V mín. (A>B) 5 V máx. (A>B)
Nivel entrada mínimo	±3 V	200 mV diferencial	200 mV diferencial
Corriente de salida	500 mA (En PCs los drivers están limitados a 10mA)	150 mA	250 mA
Impedancia de salida del generador	3kΩ a 7kΩ	100 Ω	54 Ω
Impedancia entrada receptor	3kΩ a 7kΩ	4 kΩ	12 kΩ