

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE RS485 Y RS422

INTRODUCCIÓN

Los estándares RS485 y RS422 definen esquemas de transmisión de datos balanceados que proporcionan soluciones robustas para transmitir datos en largas distancias y en entornos ruidosos. Estos estándares no definen el protocolo a utilizarse para la comunicación de datos y se adoptan como especificación de la capa física de varios protocolos, como, por ejemplo, Modbus, Profibus, DIN-Measurement-BUS y muchos otros.

Los dispositivos de NOVUS que tienen comunicación serial por bus utilizan el estándar RS485 debido a sus ventajas en entornos industriales. Ampliamente utilizado, es bien aceptado en todas partes del mundo.

Aunque sean utilizadas hace bastante tiempo, es muy común que los usuarios tengan dudas con respecto a redes basadas en RS485 y RS422. Así, en este documento se propone presentar una breve explicación de temas importantes para el diseño, análisis e instalación de redes de comunicación utilizando un bus RS485 o RS422.

TIA/EIA-422

El estándar TIA/EIA-422, popularmente conocido como RS422, describe una interfaz de comunicación que opera sobre líneas diferenciales capaces de conectar un dispositivo transmisor a hasta 10 dispositivos receptores. El entorno físico definido para RS422 se compone por dos pares trenzados. Se utiliza el primer par trenzado para comunicarse desde el transmisor (usualmente el maestro) a los receptores (normalmente esclavos). Se utiliza el segundo par trenzado para comunicarse entre los esclavos y el maestro.

Como varios esclavos necesitan transmitir a través del mismo par de cables, necesitan conmutar sus transmisores para que, en el mismo instante de tiempo, sólo el transmisor de un esclavo esté activo. El uso de dos pares permite que, en el mismo instante de tiempo, ocurra la transmisión y la recepción de datos entre el maestro y el esclavo. La posibilidad de transmisión y recepción simultánea caracteriza RS422 como full-duplex.

TIA/EIA-485

El estándar TIA/EIA-485, popularmente conocido como RS485, describe una interfaz de comunicación que opera sobre líneas diferenciales capaces de comunicarse con 32 "unidades de carga". Normalmente, un dispositivo transmisor/receptor corresponde a una "unidad de carga", que permite la comunicación con hasta 32 dispositivos. Sin embargo, hay dispositivos que consumen fracciones de unidades de carga, lo que aumenta el número máximo de dispositivos a conectar.

El entorno físico más utilizado es el par trenzado. A través de este único par trenzado de cables, cada dispositivo transmite y recibe datos. Cada dispositivo activa su transmisor sólo en el instante en que necesita transmitir, manteniéndolo apagado por el resto del tiempo, de manera a permitir que otros dispositivos transmitan datos. En un momento dado, sólo se puede transmitir un dispositivo, lo que caracteriza a esta red como full-duplex.

Una red RS485 también puede utilizar dos pares trenzados, operando en modo full-duplex, totalmente compatible con RS422.

LÍNEAS DE COMUNICACIÓN EQUILIBRADAS

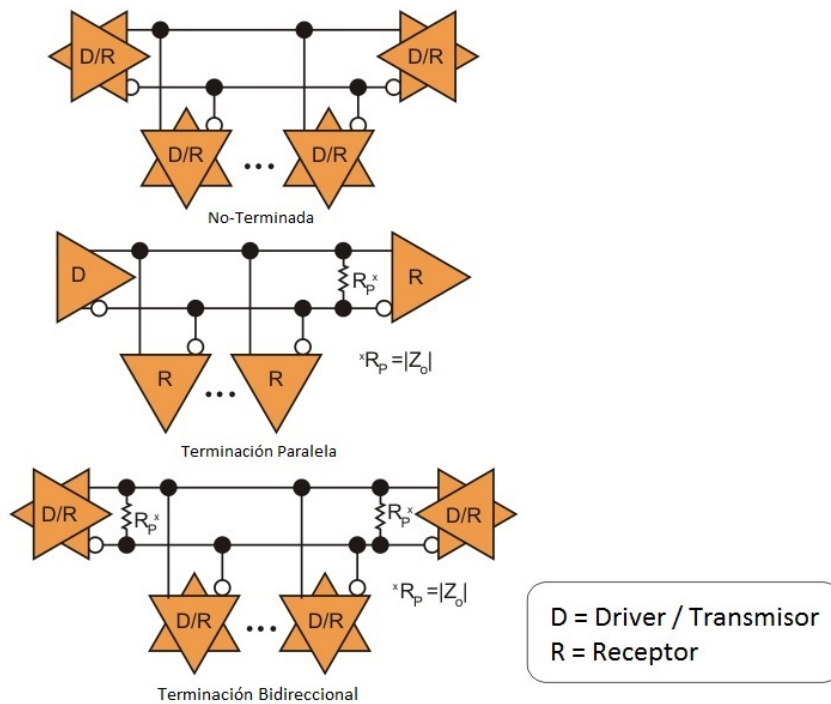
RS485 y RS422 se caracterizan por la utilización de un medio de comunicación diferencial (o equilibrado), denominado "par trenzado". Los circuitos transmisores y receptores adoptados en estas interfaces utilizan la diferencia entre los niveles de tensión en cada conductor del par trenzado. Los códigos binarios se identifican por la polaridad (+ o -) de la diferencia de tensión entre los conductores de los dos circuitos, es decir, cuando la tensión en el conductor "+" es mayor que en el conductor "-", se caracteriza un nivel lógico "1". Cuando, al revés, la tensión del conductor "-" es mayor que la del conductor "+", se caracteriza un nivel lógico "0".

Se define un margen de ruido de $\pm 0,2$ V para aumentar la tolerancia a la interferencia. Esta técnica tiene como resultado la cancelación de ruidos inducidos en el medio de transmisión, pues, si se induce el ruido en los dos conductores, la diferencia de tensión entre ellos no se cambia y la información se conserva. La interferencia electromagnética emitida por un bus de comunicación diferencial también es menor que la emitida por los buses de comunicación no diferencial.

RESISTENCIAS DE TERMINACIÓN

La teoría de las comunicaciones describe la necesidad de terminación de líneas de comunicación con un valor de impedancia correspondiente a la impedancia característica en la línea de transmisión. La correcta terminación atenúa las reflexiones que distorsionan los datos transmitidos, aumentando los límites de velocidad y/o longitud de la red.

Algunos métodos de terminación disponibles se presentan en la figura a continuación:



Redes no-terminadas son menos costosas y fáciles de implementar. La clara desventaja es que las tasas de comunicación deben ser lentas y los cables deben ser lo suficientemente cortos para mantener la fiabilidad de la red. Redes con cables cortos (de hasta 100 m) y que operan a baja velocidad (hasta 19200 bps) funcionan correctamente, incluso sin la utilización de resistencias de terminación.

La terminación en paralelo ofrece excelentes tasas de comunicación, pero se limita a redes con un solo driver, donde un dispositivo habla y los demás sólo escuchan, como es el caso de cada uno de los pares de redes RS422 o RS485 dúplex completo. En estos casos, se debe posicionar el driver en un extremo de la red y la resistencia de terminación en el otro extremo de la red.

El tercer método es la terminación bidireccional, que proporciona una excelente integridad de señal. Con esta técnica, se pueden ubicar los driver en cualquier lugar de la red. La desventaja es que el consumo de la red aumenta. Este es uno de los métodos más confiables de terminación.

La impedancia característica de un par trenzado es de aproximadamente 120 ohmios, lo que se considera un valor adecuado para la resistencia de terminación que se va a instalar.

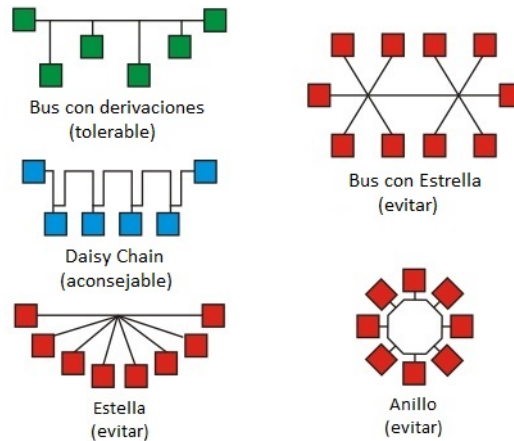
El último asunto relacionado con la terminación es qué hacer con los conductores no utilizados en un cable de datos. Puede que conductores auto-resuenen y acoplen ruido a los conductores de datos. Si se dejan abiertos, resonarán en todos los tipos de frecuencias; si se son puestos a tierra en una extremidad, resonarán en $L/2$ ("L" es la longitud del cable); si son puestos a tierra en las dos extremidades, resonarán en $L/4$.

La mejor manera de minimizar la energía de un conductor no utilizado es disiparla en forma de calor. Para hacerlo, se deben poner resistencias de terminación en las dos extremidades del conductor para la tierra (una terminación bidireccional). Las resistencias deben tener un valor igual a la impedancia característica de la línea, es decir, alrededor de 120 ohmios. Utilizar cables de manera que no queden conductores es una mejor alternativa.

TOPOLOGÍA

Mientras la velocidad es relativamente baja y las distancias son relativamente cortas, la influencia de la topología de la red en su rendimiento no es significativa. Sin embargo, cuando los efectos de las líneas de transmisión empiezan a aparecer, existe apenas una topología simple para manejarlos. Sólo en el tipo "Daisy Chain" (Conexión en Cadena), donde los dispositivos están conectados directamente a los conductores de la línea de comunicación principal, es fácil controlar las reflexiones que producen errores de comunicación.

La figura a continuación muestra algunos tipos de topologías:



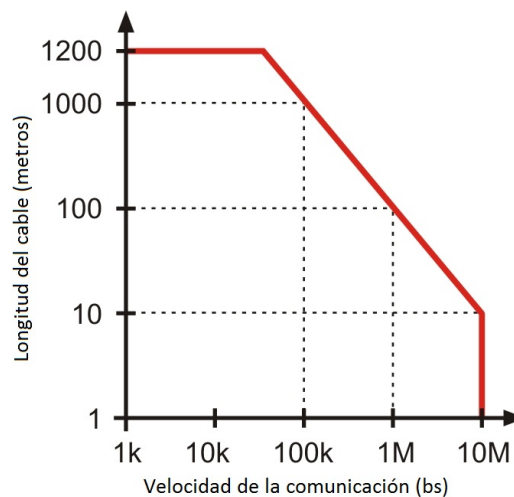
Esto no significa que sea imposible implementar una red funcional con otra topología. Sin embargo, en la práctica, controlar las reflexiones sobre una red de tipo estrella (por ejemplo) es más una arte que una ciencia.

Cuando se utiliza un bus con derivaciones, se recomienda que la longitud de las derivaciones que conectan cada dispositivo a la línea de comunicación principal sea lo más corto posible (más corto que la longitud del bus principal).

LÍMITES DE DISTANCIA Y VELOCIDAD

RS485 y RS422 especifican una longitud máxima de 1200 metros para los cables de comunicación. La velocidad máxima de comunicación (en bits por segundo – bps) depende de las características de los equipos instalados, de la capacidad de los cables de comunicación y de las resistencias de terminación instaladas. Por regla general, cuanto más largos los cables, menor será la velocidad de comunicación. A título indicativo, no se deben aguardar problemas de comunicación cuando el producto entre la longitud de los cables (en metros) y la velocidad de comunicación (en bits por segundo – bps) es menor que 10^8 (100.000.000).

La figura a continuación muestra el compromiso entre la velocidad de comunicación y la longitud máxima del cable. La performance del sistema varía según el tipo de cable, las terminaciones, la topología de red, la interferencia presente en el entorno y la calidad de los transmisores y receptores de cada dispositivo de la red.



NÚMERO MÁXIMO DE DISPOSITIVOS EN LA RED RS485

RS485 no define el número máximo de dispositivos interconectados en una red, sino una serie de parámetros que se pueden utilizar para calcular este límite. Algunos parámetros son:

- Límite inferior para la resistencia de carga resultante en el bus;
- Valor de resistencia que cada dispositivo de la red representa en el bus, denominado "Carga Unitaria" (15 kΩ);
- Valor mínimo de corriente que el driver (transmisor) de un dispositivo RS485 puede proveer.

A partir de estos datos y considerando la necesidad de resistencias de terminación en los dos extremos del bus (correspondientes a 60 Ω), se puede calcular el límite de 32 dispositivos con carga unitaria para un bus de comunicación RS485.

Actualmente, los equipos RS485 están disponibles con carga inferior a la carga unitaria, siendo habituales los valores de 1/2, 1/4 y 1/8 de carga unitaria. Para aumentar para 256 el número de dispositivos en una red RS485, una solución posible es utilizar sólo dispositivos con 1/8 de la carga unitaria.

En aplicaciones más pequeñas, donde la longitud de los cables de la red es pequeña y/o la velocidad de comunicación es baja, se pueden eliminar las resistencias de terminación. Esto permite aumentar la capacidad de dispositivos de la red de 32 a 282. Obviamente, no se garantiza el funcionamiento confiable en estas condiciones.

CONEXIÓN A TIERRA / INTERCONEXIÓN DE LA TIERRA COMÚN

Este es quizá el tópico menos comprendido y más problemático para la instalación de redes RS485. Las líneas de transmisión diferencial utilizan como información apenas la diferencia de potencial entre 2 conductores del par trenzado, independiente de la diferencia de potencial que presenten en relación con la referencia de tensión (común o tierra). Esto permite que múltiples sistemas se comuniquen, incluso si no se establece una referencia de potencial común entre ellos.

Sin embargo, puede que los circuitos electrónicos de transmisión y recepción sean dañados si el par trenzado presentar un potencial muy elevado con relación al referencial (común o tierra). El estándar TIA/EIA-485 especifica que la máxima diferencia de potencial entre los equipos de red debe estar entre -7V y +12V, mientras que el estándar TIA/EIA-422 especifica estos límites entre -7V y +7V. Diferencias de potencial por encima de estos límites son comunes cuando se interconectan varios dispositivos eléctricamente aislados sólo a través de los pares diferenciales de comunicación.

Aunque ayude el proceso, utilizar la conexión a tierra en los dispositivos no soluciona el problema en todas las situaciones. En una instalación industrial, la diferencia de potencial entre conexiones a tierra desde lugares remotos puede ser de muchos voltios y puede alcanzar cientos de voltios en caso de descargas atmosféricas. Utilizar un conductor adicional que interconecte el común (o tierra) de todos los dispositivos de la red es la mejor solución para evitar la quema de los circuitos de comunicación.

Se recomienda utilizar un cable apantallado siempre que el mayor coste de este tipo de cable no suponga un problema. Un cable apantallado con una malla conectada a tierra hace que la red sea más inmune a las interferencias externas, incluso si se instala el cable cerca de fuentes de ruido eléctrico como convertidores de frecuencia, máquinas de soldar, interruptores electromagnéticos y conductores de alimentación de CA.

Para reducir costes, se puede utilizar un cable trenzado sin malla de blindaje, aunque debe instalarse en separado de los conductores de alimentación de CA y alejado de las fuentes de ruido eléctrico.

CONEXIONES

Se efectúan las conexiones de los dispositivos según el tipo de red que se desea implementar: RS422, RS485 2 cables o RS485 4 cables. Se debe utilizar el par trenzado para conectar los bus de comunicación entre los dispositivos de la red, interconectando los terminales "Común" de todos los dispositivos de la red. El calibre mínimo recomendado para los conductores de comunicación es de 24 AWG (0,2 mm²).



Se recomienda adoptar un conductor adicional para interconectar el común de todos los dispositivos de la red. El incumplimiento de esta recomendación puede resultar en la quema de los circuitos de comunicación de un o más equipos de la red.

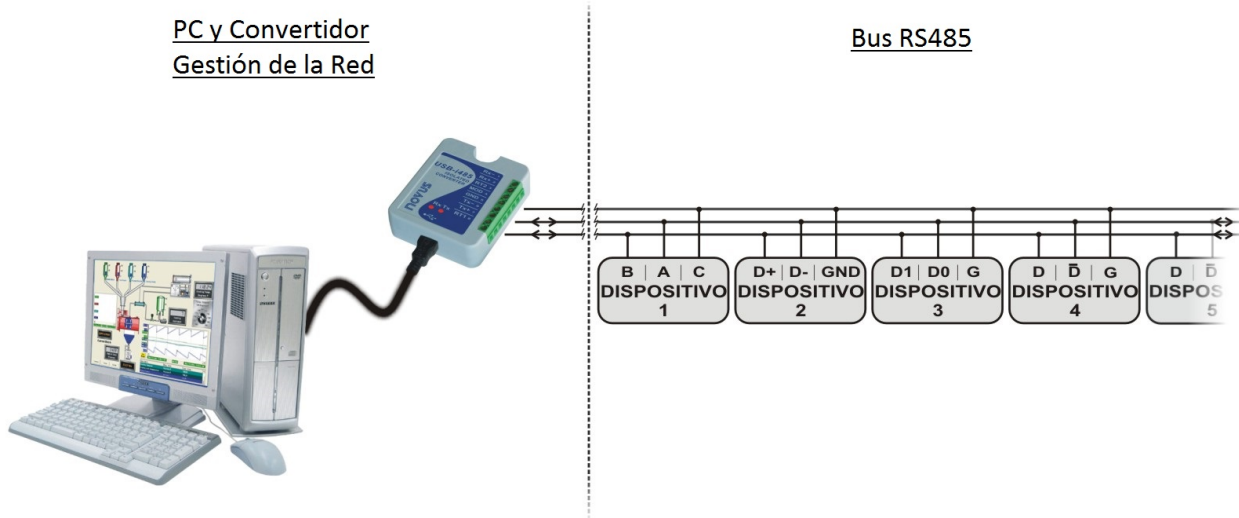
Equipos RS485 o RS433 de distintos fabricantes y modelos identifican de manera distinta los terminales de comunicación. En la tabla a continuación se muestran las equivalencias en los términos más comunes.

IDENTIFICACIONES MÁS POPULARES PARA RS485 Y RS422	D	D̄
	D1	D0
	B	A
	D+	D-

RS485 HALF-DUPLEX (2 CABLES)

Esta es la manera más común de utilizar el RS485. Se utiliza un único par de cables para transmisión y recepción de datos. Se conectan varios dispositivos en forma de bus, según se muestra en la figura a continuación. Diferentes dispositivos RS485 utilizan diferentes notaciones para indicar la forma correcta de conectar el par de comunicación diferencial.

Se presentan algunas de las notaciones utilizadas en la figura a continuación:



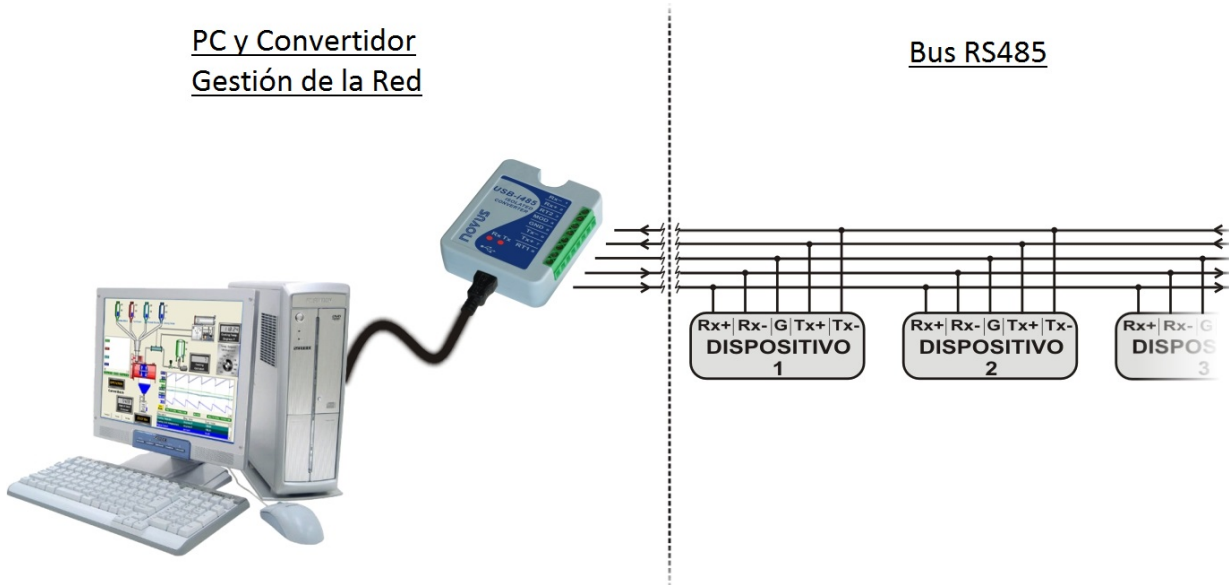
Se debe interconectar el terminal común a los terminales correspondientes de cada dispositivo para garantizar el equilibrio de tensión entre ellos. Si el conductor común no está instalado en todos los dispositivos, los dispositivos deberán estar adecuadamente conectados a tierra, según las recomendaciones del fabricante de cada equipo de la red. Este requisito resulta en la utilización de un tercer cable, que, aunque no participe del proceso de comunicación, es esencial para garantizar la integridad eléctrica de los equipos de la red.

La necesidad de utilizar resistencias de terminación depende de la longitud total del bus de comunicación y de la velocidad de comunicación utilizada.

RS485 FULL-DUPLEX (4 CABLES)

En esta forma de conexión se utilizan dos pares de cables para comunicación. Por un par de cables trafagan los datos transmitidos en el sentido Convertidor → Dispositivos de la red (par de transmisión del convertidor). Por el otro par trafagan los datos transmitidos en el sentido Dispositivos de la red → Convertidor (par de recepción del convertidor).

Se conectan múltiples dispositivos en la forma de un bus, según ilustra la figura a continuación:



Se debe interconectar el terminal común a los terminales correspondientes de cada dispositivo para garantizar el equilibrio de tensión entre ellos. Si no se instala el conductor común entre todos los dispositivos, ellos deberán estar adecuadamente conectados a tierra, según las recomendaciones del fabricante de cada equipo de la red.

Este requisito resulta en la utilización de un quinto cable, que, aunque no participe del proceso de comunicación, es esencial para garantizar la integridad eléctrica de los equipos de la red.

La necesidad de utilizar resistencias de terminación depende de la longitud total del bus de comunicación y de la velocidad de comunicación utilizada.

RS422

La conexión descrita para RS485 full-duplex (4 cables) cumple y supera las especificaciones de la interfaz RS422. Se debe utilizar esta conexión en un sistema de comunicación RS422.

REFERENCIAS TÉCNICAS

Parte de este texto se basa en las siguientes referencias, en las que puede obtenerse información adicional:

Perrin, Bob. *The Art and Science of RS-485*. Circuit Cellar Magazine, Jul. 1999.

Dallas/Maxim Semiconductor. *Guidelines for Proper Wiring of an RS-485 (TIA/EIA-485-A) Network*. Application Note 763, Jul. 2001.

Soltero, Manny; Zhang, Jing; Cockrill, Chris. *422 and 485 Standards Overview and System Configurations*. Application Report SLLA070C, Texas Instruments, Jun. 2002

Texas Instruments. *Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) – Design Notes*. Jun. 2002.

Gingerich, Kevin. *The RS-485 unit load and maximum number of bus connections*. Texas Instruments, 2004.

Stanek, Jan. *Introduction to RS 422 & RS 485*. HW Server, Czech Republic, 1998.