

Máxima > Asistencia en diseño > Documentos Técnicos > Tutoriales > Circuitos de interfaz > APP 763

Palabras clave: RS-485, RS-485, EIA / TIA-485, los datos diferenciales, cableado de red, línea equilibrada, de rechazo de modo común, cancelación de ruido CMR, EMI, par trenzado, carga unidad, terminación de resistencia de sus repuestos

## TUTORIAL 763

# Directrices para el correcto cableado de un RS-485 (TIA / EIA-485-A) Red

© 19 de noviembre 2001, Maxim Integrated Products, Inc.

*Resumen: El método apropiado de cableado de una red RS-485 se describe, con recomendaciones para cableado de par trenzado y localizar correctamente resistencias de terminación. Formas de onda recibidos se muestran ejemplos de terminación correcta e incorrecta del cable. Las configuraciones se muestran para un solo transmisor / receptor de red simple, múltiple a través transceptor múltiple para circuitos multiramificados.*

Esta nota de aplicación proporciona directrices básicas para el cableado de una red RS-485. La especificación RS-485 (llamado oficialmente TIA / EIA-485-A) no explica específicamente cómo se debe armar una red RS-485. La especificación no, sin embargo, dan algunas pautas. Estas directrices y prácticas de ingeniería de sonido son la base de esta nota. Las sugerencias aquí, sin embargo, de ninguna manera son inclusivo de todas las diferentes maneras en que una red puede ser diseñado.

RS-485 transmite información digital entre varias ubicaciones. Las velocidades de datos pueden ser de hasta, a veces, mayor que, 10Mbps. RS-485 está diseñada para transmitir esta información sobre longitudes significativas, y 1,000 metros están bien dentro de su capacidad. La distancia y la velocidad de datos con la que RS-485 puede ser utilizado con éxito dependen en gran medida de los cables del sistema.

## Alambre

RS-485 está diseñado para ser un sistema equilibrado. En pocas palabras, esto significa que hay dos cables, que no sean de tierra, que se utilizan para transmitir la señal.

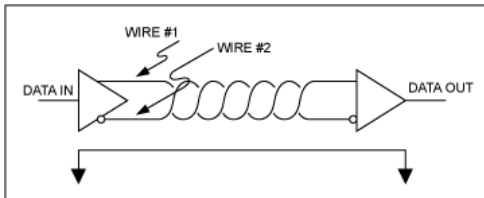


Figura 1. Un sistema equilibrado utiliza dos cables, distintos de suelo, para transmitir datos.

El sistema se llama equilibrado, ya que la señal de un cable es ideal exactamente lo contrario de la señal en el segundo alambre. En otras palabras, si un cable está transmitiendo un alto, el otro cable se transmite a, y viceversa bajo. Ver **Figura 2**.

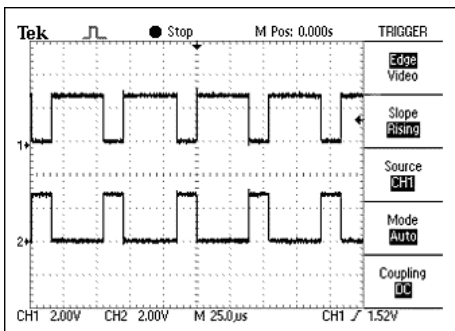


Figura 2. Las señales de los dos cables de un sistema equilibrado son idealmente contrario.

Aunque RS-485 puede ser transmitido con éxito el uso de múltiples tipos de medios de comunicación, que debe ser usado con el cableado comúnmente llamado "par trenzado".

## ¿Qué es el par trenzado, y por qué se utiliza?

Como su nombre lo indica, un par trenzado es simplemente un par de hilos de igual longitud y retorcido juntos. El uso de un transmisor RS-485 compatible con alambre de par trenzado reduce dos principales fuentes de problemas para los diseñadores de redes de alta velocidad de larga

distancia: EMI radiadas y recibidas EMI.

## IEM

Como se muestra en **la Figura 3**, los componentes de alta frecuencia están presentes siempre que se utilicen bordes rápidos en la transmisión de información. Estos bordes rápidos son necesarios en las mayores velocidades de datos a la que RS-485 es capaz de transmitir.

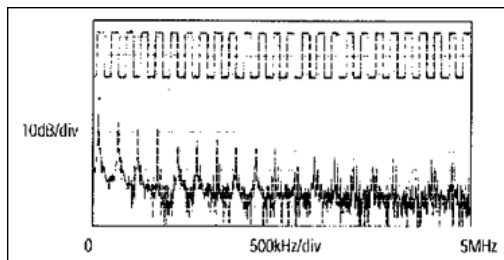


Figura 3. Forma de onda de una onda cuadrada de 125 kHz y su trama FFT.

Los componentes de alta frecuencia resultantes de estos bordes rápidos junto con cables largos pueden irradiar EMI. Un sistema equilibrado utilizado con alambre de par trenzado reduce este efecto haciendo que el sistema de un radiador ineficiente. Se trabaja en un principio muy simple: como las señales en los cables son iguales pero opuestas, las señales radiadas desde cada alambre también tienden a ser igual pero opuesta. Esto tiene el efecto de cancelar el uno al otro, lo que significa que no hay red de radio frecuencia. Sin embargo, este resultado se basa en la suposición de que los cables son exactamente la misma longitud y exactamente en la misma ubicación. Debido a que es imposible tener dos cables en el mismo lugar al mismo tiempo, los cables deben situarse lo más cerca unos de otros como sea posible. Torciendo los cables de modo que hay una distancia finita entre los dos cables ayuda a contrarrestar cualquier resto de EMI.

## Recibido EMI

Recibido EMI es básicamente el mismo problema que radiada EMI pero a la inversa. El cableado utilizado en un sistema RS-485 también actuará como una antena que recibe las señales no deseadas. Estas señales no deseadas podrían distorsionar las señales deseadas, las cuales, si es lo suficientemente malo, pueden causar errores de datos. Por la misma razón que el cable de par trenzado ayuda a prevenir irradiaba EMI, sino que también ayuda a reducir los efectos de recibido EMI. Debido a que los dos cables están muy juntos y retorcido, el ruido recibido en un alambre tenderá a ser el mismo que recibió en el segundo alambre. Este tipo de ruido se denomina "ruido de modo común". Como receptores RS-485 están diseñados para buscar señales que son lo contrario de uno al otro, pueden rechazar fácilmente ruido que es común a ambos.

## Impedancia característica de alambre de par trenzado

Dependiendo de la geometría del cable y los materiales utilizados en el aislamiento, alambre de par trenzado tendrá un "impedancia característica" asociada con el que generalmente se especifica por el fabricante. La especificación RS-485 recomienda, pero no dicta específicamente, que esta impedancia característica sea 120Ω. Recomendar esta impedancia es necesario calcular los rangos de carga y voltaje de modo común peores casos indicados en la especificación RS-485. La especificación probablemente no dicta esta impedancia en el interés de la flexibilidad. Si por alguna razón 120Ω cable no se puede utilizar, se recomienda que el peor de los casos la carga (el número de transmisores y receptores que se puede utilizar) y peor de los casos rangos de voltaje de modo común ser recalculados para asegurarse de que el sistema bajo el diseño funcionará. La publicación estándar de la industria TSB89, *Guía de Aplicación para TIA-EIA-485-A*,<sup>1</sup> tiene una sección dedicada específicamente a esos cálculos.

## Número de pares trenzados por transmisor

Ahora que el tipo requerido de alambre se entiende, se puede preguntar, ¿cuántos pares trenzados puede conducir un transmisor? La respuesta corta es: exactamente una. Aunque es posible para un transmisor para conducir más de un par trenzado, en determinadas circunstancias, esto no es la intención de la especificación.

## Las resistencias de terminación

Debido a las altas frecuencias y las distancias involucradas, se debe prestar la debida atención a los efectos de la línea de transmisión. Una discusión detallada de los efectos de la línea de transmisión y técnicas de terminación adecuadas es, sin embargo, son mucho más allá del alcance de esta nota de aplicación. Con esto en mente, las terminaciones se discutirán brevemente en su forma más simple, ya que se refieren a RS-485.

Una resistencia de terminación es simplemente un resistor colocado en el extremo extremo o extremos de un cable (**Figura 4**). El valor de la resistencia de terminación es idealmente el mismo valor que la impedancia característica del cable.

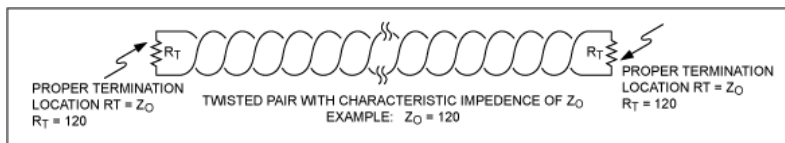


Figura 4. Resistencias terminales deben tener el mismo valor de la impedancia característica del par trenzado y deben ser colocados en los extremos del cable.

Cuando la resistencia de terminación no es el mismo valor que la impedancia característica del cableado, las reflexiones se producen como la señal viaja por el cable. Este proceso se rige por la ecuación  $(R_T - Z_0) / (Z_0 + R_T)$ , donde  $Z_0$  es la impedancia del cable y  $R_T$  es el valor de la resistencia de terminación. Aunque algunas reflexiones son inevitables debido a la resistencia de los cables y las tolerancias, grandes desajustes suficientes pueden provocar reflexiones lo suficientemente grandes para causar errores en los datos. Ver la Figura 5.

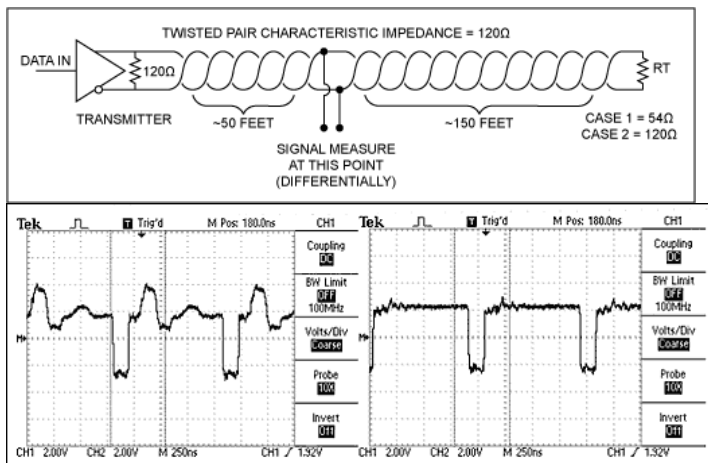


Figura 5. Utilizando el circuito que se muestra en la parte superior, la forma de onda de la izquierda se obtuvo con un MAX3485 conducción de un cable de par trenzado 120Ω terminado con 54Ω. La forma de onda a la derecha se obtuvo con el cable terminado correctamente con 120Ω.

Sabiendo esto sobre reflexiones, es importante para que coincida con la resistencia de terminación y la impedancia característica tan estrechamente como sea posible. La posición de las resistencias de terminación es también muy importante. Resistencias terminales siempre se deben colocar en los extremos del cable.

Como regla general, por otra parte, las resistencias de terminación deben ser colocados en *ambos* extremos del cable. Aunque terminar correctamente ambos extremos es absolutamente fundamental para la mayoría de los diseños de sistemas, se puede argumentar que en un caso especial sólo se necesita una resistencia de terminación. Este caso se produce en un sistema cuando hay un solo transmisor y que solo transmisor está situado en el extremo del cable. En este caso no hay necesidad de colocar una resistencia de terminación en el extremo del cable con el transmisor, porque la señal se pretende siempre viajar *de distancia* de este extremo del cable.

### Número máximo de transmisores y receptores en una red

La red RS-485 más simple se compone de un único transmisor y un receptor único. Aunque es útil en una serie de aplicaciones, RS-485 permite una mayor flexibilidad al permitir que múltiples receptores y transmisores en un solo trenzado par.<sup>2</sup> El número máximo de transceptores y receptores permitido depende de la cantidad de cada dispositivo carga el sistema. En un mundo ideal, todos los receptores y transmisores inactivos tendrán impedancia infinita y no sobrecargar el sistema en modo alguno. En el mundo real, sin embargo, este no es el caso. Cada receptor conectado a la red y todos los transmisores inactivos agregará una carga incremental.

Para ayudar al diseñador de una red RS-485 determinar cuántos dispositivos se puede añadir a una red, una unidad hipotética llamada "carga unitaria" se ha creado. Todos los dispositivos conectados a una red RS-485 deben caracterizarse con respecto a múltiplos o fracciones de las unidades de carga. Dos ejemplos son el MAX3485, que se especifica en 1 unidad de carga, y el MAX487, que se especifica en el cuarto de una unidad de carga. El número máximo de unidades de carga permitió un par trenzado, suponiendo un cable correctamente terminado con una impedancia característica de 120Ω o más, es 32. Uso de los ejemplos dados anteriormente, esto significa que hasta 32 MAX3485s o hasta 128 MAX487s puede ser colocado en una sola red.

### Failsafe Bias Resistencias

Cuando las entradas son entre -200mV y + 200 mV, la salida del receptor es "indefinido". Hay cuatro condiciones de fallo comunes que resultan en la salida del receptor indefinido que puede causar datos erróneos:

- Todos los transmisores en un sistema están en la parada.
- El receptor no está conectado al cable.
- El cable tiene un proceso abierto.

- El cable tiene un corto.

Polarización a prueba de fallos se utiliza para mantener la salida del receptor en un estado definido cuando se produce una de estas condiciones. La polarización de seguridad consta de una resistencia pull-up en la línea de no inversión y una resistencia de caída en la línea de inversión. Con polarización correcta, la salida del receptor una alta válida cuando cualquiera de las condiciones de falla ocurre. Estas resistencias de polarización a prueba de fallos se deben colocar en el extremo receptor de la línea de transmisión.

Maxim MAX13080 y MAX3535 familias de transceptores no requieren resistencias de polarización a prueba de fallos, porque una verdadera característica a prueba de fallos está integrada en los dispositivos. En la verdadera prueba de fallos, el alcance del receptor-umbral es de -50mV a -200mV, eliminando así la necesidad de prueba de fallos resistencias de polarización, cumpliendo plenamente con el estándar RS-485. Estos dispositivos aseguran que 0V en la entrada del receptor produce una lógica "alta" de salida. Además, este diseño garantiza un estado receptor-producto conocido por las condiciones abiertas y de línea de cortocircuito.

### Ejemplos de redes adecuadas

Teniendo en cuenta la información anterior, estamos listos para diseñar algunas RS-485 redes. Aquí hay algunos ejemplos.

#### Un transmisor, un receptor

La red más simple es un transmisor y un receptor ( **Figura 6** ). En este ejemplo, una resistencia de terminación se muestra en el extremo transmisor del cable. Aunque innecesaria aquí, es probable que sea un buen hábito para diseñar en ambas resistencias de terminación. Esto permite que el transmisor puede mover a lugares que no sean el extremo más alejado, y permite que los transmisores adicionales que se añaden a la red si llega a ser necesario.

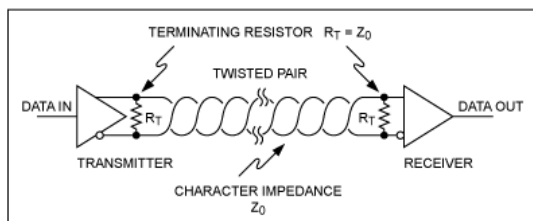


Figura 6. A un transmisor, un receptor-RS-485 de red.

#### Un transmisor, Receptores Múltiples

La **Figura 7** muestra una red de múltiples receptores de un solo transmisor. Aquí, es importante mantener las distancias desde el par trenzado a los receptores tan cortos como sea posible.

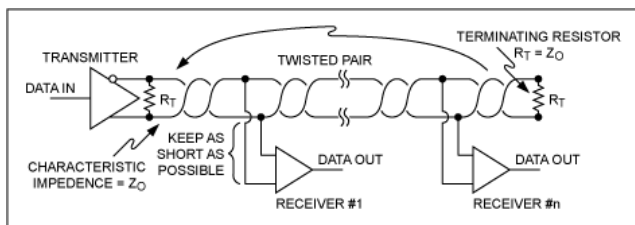


Figura 7. A un transmisor, multiple-receptores RS-485.

#### Dos transceptores

La **Figura 8** muestra una red de dos transceptores.

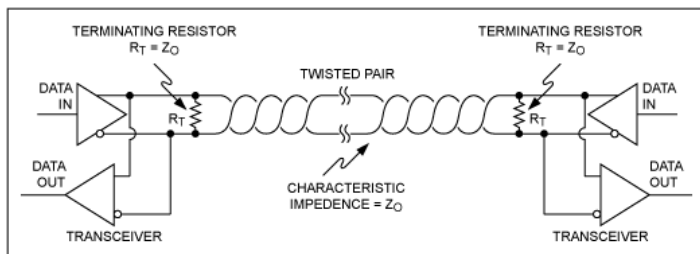


Figura 8. A-dos transceptores RS-485 de la red.

#### Múltiples transceptores

La figura 9 muestra una red de múltiples transceptores. Como con el ejemplo de un transmisor y varios receptores-en la figura 7, es importante mantener las distancias desde el par trenzado a los receptores tan cortos como sea posible.

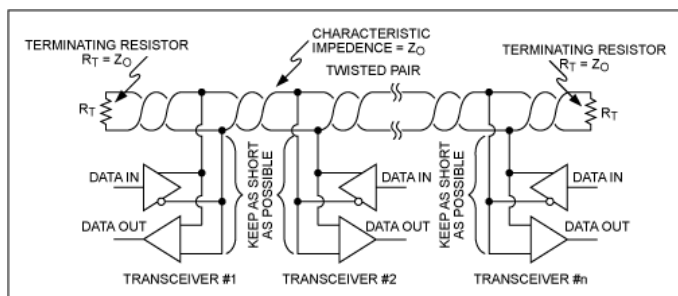


Figura 9. A-múltiples transceptores RS-485 de la red.

### Ejemplos de redes inadecuadas

Los siguientes diagramas son ejemplos de sistemas configurados de manera incorrecta. Cada ejemplo se muestra la forma de onda obtenida de la red mal diseñado, y compara esa forma de onda de un sistema bien diseñado. La forma de onda se mide diferencialmente en los puntos A y B (AB).

#### Red sin terminar

En este ejemplo, los extremos del par trenzado son sin terminación. A medida que la señal se propaga por el cable, se encuentra con el circuito abierto en el extremo del cable. Esto constituye una falta de concordancia, lo que produce reflejos. En el caso de un circuito abierto (como se muestra a continuación), toda la energía se refleja de vuelta a la fuente, haciendo que la forma de onda para llegar a ser muy distorsionada.

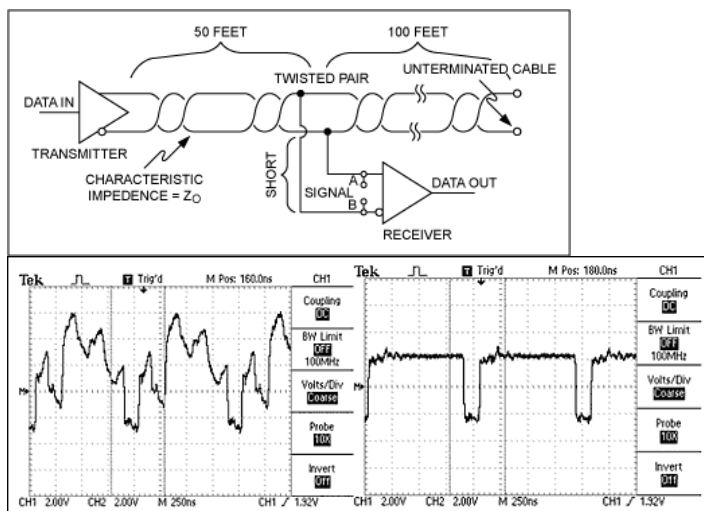


Figura 10. Un unterminated red RS-485 (arriba) y su forma de onda resultante (izquierda), en comparación con una forma de onda obtenida de una red terminado correctamente (a la derecha).

#### Wrong Terminación Ubicación

La Figura 11 muestra una resistencia de terminación, pero está situado en una posición distinta que el extremo lejano del cable. A medida que la señal se propaga por el cable, se encuentra con dos desajustes de impedancia. La primera se produce en la resistencia de terminación. A pesar de que la resistencia está adaptada a la impedancia característica del cable, todavía hay cable después de la resistencia. Este cable extra causa una falta de coincidencia y, por tanto, las reflexiones. El segundo desajuste está en el extremo del cable sin terminación, dando lugar a otras reflexiones.

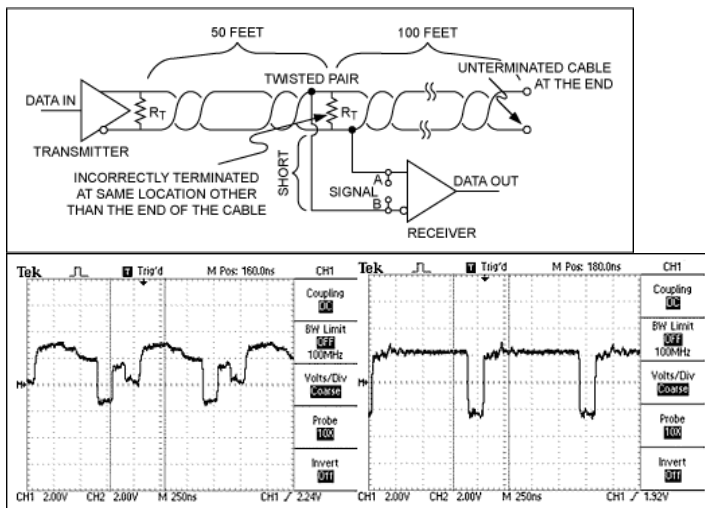


Figura 11. Una red RS-485 con la resistencia de terminación se coloca en el lugar equivocado (arriba) y su forma de onda resultante (izquierda), en comparación con una red correctamente terminada (a la derecha).

### Múltiples Cables

Hay varios problemas con la disposición de **la figura 12**. Los controladores RS-485 están diseñados para impulsar una única, terminado correctamente par trenzado. Aquí, los transmisores están impulsando cada cuatro pares trenzados en paralelo. Esto significa que los niveles lógicos mínimos exigidos no puede ser garantizada. Además de la carga pesada, existe un desfase de impedancia en el punto donde se conectan múltiples cables. Desajustes de impedancia significan más reflexiones y, por tanto, distorsiones de la señal.

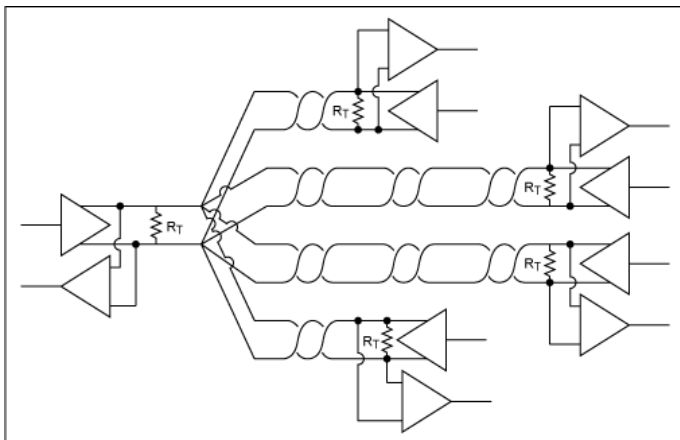


Figura 12. Un RS-485 de red que utiliza múltiples pares trenzados incorrectamente.

### Larga Stubs

En **la Figura 13**, el cable está correctamente terminado y el transmisor está impulsando un solo par trenzado. Sin embargo, el punto de conexión (stub) para el receptor es excesivamente largo. Una larga stub provoca un desfase de impedancia significativo y por lo tanto reflexiones. Todos los talones deben ser lo más corto posible.

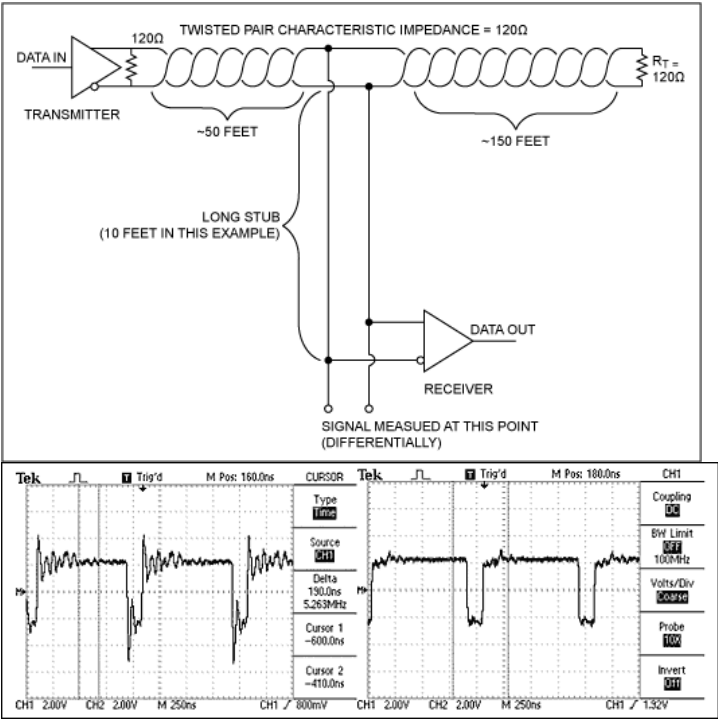


Figura 13. An-RS 485 que tiene un talón de 10 pies (arriba) y su forma de onda resultante (izquierda), en comparación con una forma de onda obtenida con un corto de empalme (derecha).

### Referencias

1. TSB89, *Guía de Aplicación de la norma TIA / EIA-485-A* , se puede encontrar mediante la búsqueda de la norma en [www.global.ihs.com](http://www.global.ihs.com) .
2. Para obtener más información, consulte la TIA / EIA-485-A *Características eléctricas de los generadores y receptores para uso en sistemas multipunto Balanced digital* , que se pueden encontrar mediante la búsqueda de la norma en [www.global.ihs.com](http://www.global.ihs.com) .

### Más información

Preguntas y apoyo técnico

Muestras

Las piezas relacionadas		
MAX1480E	Protegidas-ESD ± 15kV, RS-485 Isolated / RS-422 de datos Interfaces	Muestras gratuitas
MAX1490E	Protegidas-ESD ± 15kV, RS-485 Isolated / RS-422 de datos Interfaces	Muestras gratuitas
MAX3157	CMRR alto RS-485 Transceptor con ± 50V Aislamiento	Muestras gratuitas

Pasos siguientes	
EE-Mail	Suscríbete a EE-Mail y recibir notificación automática de nuevos documentos en sus áreas de interés.
Descargar	Descarga, Formato PDF (246.7kB) Descarga, MOBI Formato (Kindle)
Cuota	<div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> <div> </div> </div> Otros Canales    Email esta página a un socio o amigo.

El contenido de esta página web está protegida por las leyes de copyright de Estados Unidos y de países extranjeros. Para las solicitudes para copiar este contenido, póngase en contacto con nosotros .

APP 763: 19 de noviembre 2001 TUTORIAL 763, AN763, AN 763, APP763, Appnote763, Appnote 763