



ANT005A0

Corretto cablaggio delle reti RS-485

ELSIST S.r.l.
Sistemi in elettronica

Via G. Brodolini, 15 (Z.I.)
15033 CASALE M.TO
ITALY

Internet: <http://www.elsist.it>
Email: elsist@elsist.it

TEL. (39)-0142-451987
FAX (39)-0142-451988

Questa nota applicativa è intesa fornire la guida di riferimento di base per il collegamento di una rete RS-485. La specifica RS-485 (ufficialmente denominata TIA/EIA-485-a) non spiega in modo dettagliato come una rete RS-485 dovrebbe essere collegata, ma dà delle guide di riferimento. Queste guide di riferimento e sane pratiche di ingegneria sono la base di questa nota. Questi suggerimenti, tuttavia, non comprendono affatto tutti i modi differenti in cui una rete può essere progettata.

La rete RS-485 trasmette le informazioni digitali fra posizioni multiple. La velocità di trasmissione dei dati può arrivare fino a 10Mbps ed a volte anche più. La rete RS-485 è progettata per trasmettere informazioni a distanze rilevanti, e 1000 metri di distanza rientrano in questa specifica. La distanza e la velocità di trasmissione ottenibili dipendono in larga misura da come sono eseguiti i collegamenti della rete.

Collegamento

La rete RS-485 è progettata per essere un sistema bilanciato. Più semplicemente questo significa che, per la trasmissione dei segnali, sono usati 2 fili.

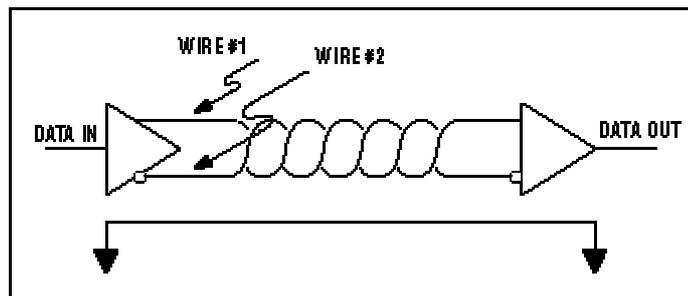


Figura 1. Un sistema bilanciato utilizza due conduttori, eccetto la terra, per trasferire dati

Il sistema è chiamato bilanciato, perché il segnale su un conduttore è, idealmente, l'opposto esatto del segnale sul secondo conduttore. In altre parole, se un conduttore sta trasmettendo un livello alto, l'altro conduttore trasmetterà un livello basso e viceversa. Vedere Figura 2.

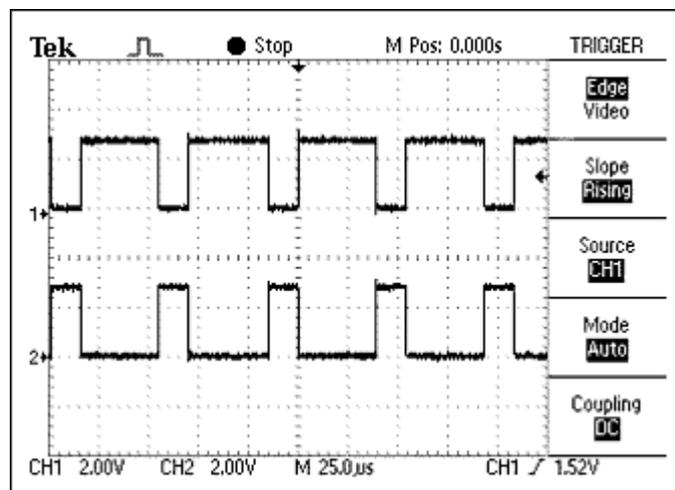


Figura 2. I segnali sui due fili di un sistema bilanciato sono idealmente opposti

Sebbene lo standard RS-485 possa essere utilizzato con diversi mezzi trasmissivi, il sistema di collegamento più comune è il "Doppino twistato"

Che cos'è il doppino twistato e perché viene usato?

Come dice il nome un "Doppino twistato" è semplicemente un accoppiamento di due conduttori della stessa lunghezza attorcigliati insieme. Usando un trasmettitore compatibile RS-485 con doppino twistato si riducono due fonti importanti di problemi per i progettisti delle reti a lunga distanza ed alta velocità: le interferenze elettromagnetiche (EMI) sia irradiate che ricevute.

EMI irradiate

Come appare figura 3, le componenti ad alta frequenza sono presenti ogni volta che vengono usati fronti veloci di segnali nella trasmissione di informazioni. Per contro i fronti di questi segnali devono essere ripidi per garantire le velocità di trasmissioni specificate per la RS-485.

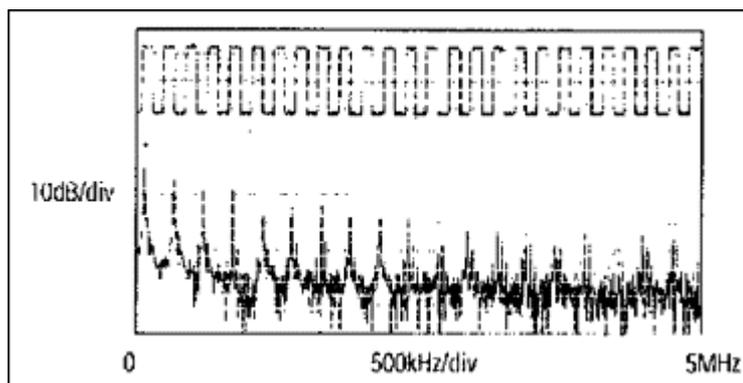


Figura 3. Forma d'onda di un'onda quadra ed il suo grafico FFT

Le componenti ad alta frequenza risultanti da questi fronti veloci accoppiati con conduttori lunghi possono avere effetto di irradiazione delle EMI. Un sistema bilanciato usato con doppino twistato riduce quest'effetto tentando di rendere il sistema un'antenna inefficiente. Esso lavora su un principio molto semplice: siccome i segnali sui due conduttori sono uguali ma opposti, anche i segnali irradiati da ogni conduttore tenderanno ad essere uguali ma a loro volta di segno opposto. Ciò produce l'effetto di annullarsi l'un l'altro, riducendo in modo significativo le EMI irradiate dalla rete. Tuttavia, questa considerazione è basata sul presupposto che i conduttori siano esattamente della stessa lunghezza e nella stessa posizione. Poiché è impossibile avere due conduttore nella stessa posizione allo stesso tempo, i conduttori dovrebbero essere tra loro il più vicino possibile. Attorcigliando tra loro i due conduttori si cerca di neutralizzare le EMI restanti dovute alla distanza finita fra i due conduttori.

EMI Ricevute

Le EMI ricevute sono sostanzialmente lo stesso problema delle EMI irradiate ma opposto. I collegamenti utilizzati in un sistema RS-485 fungeranno oltre che da antenna trasmittente, anche da antenna ricevente per i segnali indesiderati. Questi segnali indesiderati potrebbero distorcere i segnali veri, causando errori nella trasmissione dei dati. Per la stessa ragione per cui il doppino twistato contribuisce ad impedire le EMI irradiate, esso contribuirà a ridurre gli effetti delle EMI ricevute. Poiché i due conduttori sono vicini e ritorti, il rumore ricevuto su un conduttore tenderà ad essere lo stesso di quello ricevuto sull'altro conduttore. Questo tipo di rumore è chiamato "rumore di modo comune". Poiché i ricevitori RS-485 sono progettati per lavorare con segnali differenziali, essi possono facilmente scartare il rumore di modo comune.

Impedenza caratteristica di un doppino twistato

A seconda della geometria del cavo e dei materiali utilizzati nell'isolamento, il doppino twistato avrà un'impedenza caratteristica, ad esso associata, questo dato è solitamente specificato dal fornitore del cavo. La specifica RS-485 suggerisce, ma specificamente non impone, che quest'impedenza sia di 120 Ohm. Raccomandare quest'impedenza è necessario per poter calcolare il carico nel caso peggiore e i range di tensione in modo comune dati nella specifica RS-485. La specifica probabilmente non impone questa caratteristica nell'interesse della flessibilità. Se, per qualche motivo, non può essere usato il cavo da 120Ohm, è suggerito che il caricamento (il numero di trasmettitori e di ricevitori che possono essere usati) e le gamme di tensione di modo comune nel peggiore dei casi, siano ricalcolate per assicurarsi in fase di progetto che il sistema sia funzionante. La pubblicazione EIA/TIA TSB89 ha una sezione specificamente dedicata a tali calcoli.

Numero di coppie twistate per Trasmettitore

Ora che abbiamo la percezione sul tipo di conduttore da utilizzare, la domanda si pone è quante coppie twistate un trasmettitore può pilotare. La risposta è una sola. Benché sia possibile per un trasmettitore pilotare più di un doppino, in circostanze determinate; ciò è sconsigliato dalla specifica.

Resistenze di terminazione

A causa delle alte frequenze e delle distanze in questione, adeguata attenzione deve essere prestata agli effetti sulla linea trasmissiva. Tuttavia, una discussione approfondita sugli effetti della linea trasmissiva e sulle adeguate tecniche di terminazione è ben oltre la portata di questa nota applicativa. Avendo presente questo, le terminazioni saranno brevemente discusse, nella loro forma più semplice, come si riferiscono alla RS-485.

Una resistenza di terminazione è semplicemente una resistenza collegata all'estremità o alle estremità di un cavo (figura 4). Il valore della resistenza di terminazione è, idealmente, lo stesso valore dell'impedenza caratteristica del cavo.

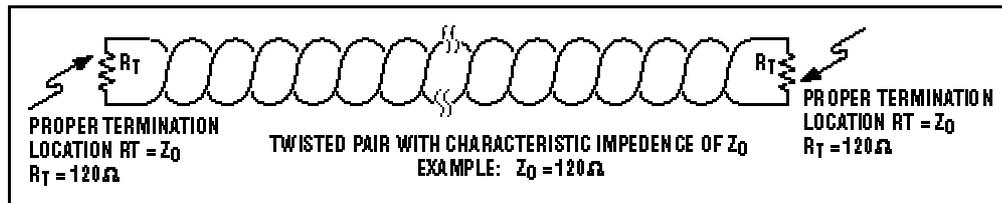


Figure 4. Le resistenze di terminazione dovrebbero essere dello stesso valore dell'impedenza caratteristica del doppino e collegate alle estremità del cavo.

Quando la resistenza di terminazione non è dello stesso valore dell'impedenza caratteristica del collegamento, avverranno riflessioni sul segnale trasmesso attraverso il cavo. L'ampiezza delle riflessioni è governata dall'equazione $(R_T - Z_0)/(Z_0 + R_T)$, dove Z_0 è l'impedenza del cavo ed R_T è il valore della resistenza di terminazione. Anche se alcune riflessioni sono inevitabili, a causa delle tolleranze delle resistenze e del cavo, è opportuno che il disadattamento sia contenuto in modo da evitare inquinamento dei dati trasmessi. Vedi Figura 5.

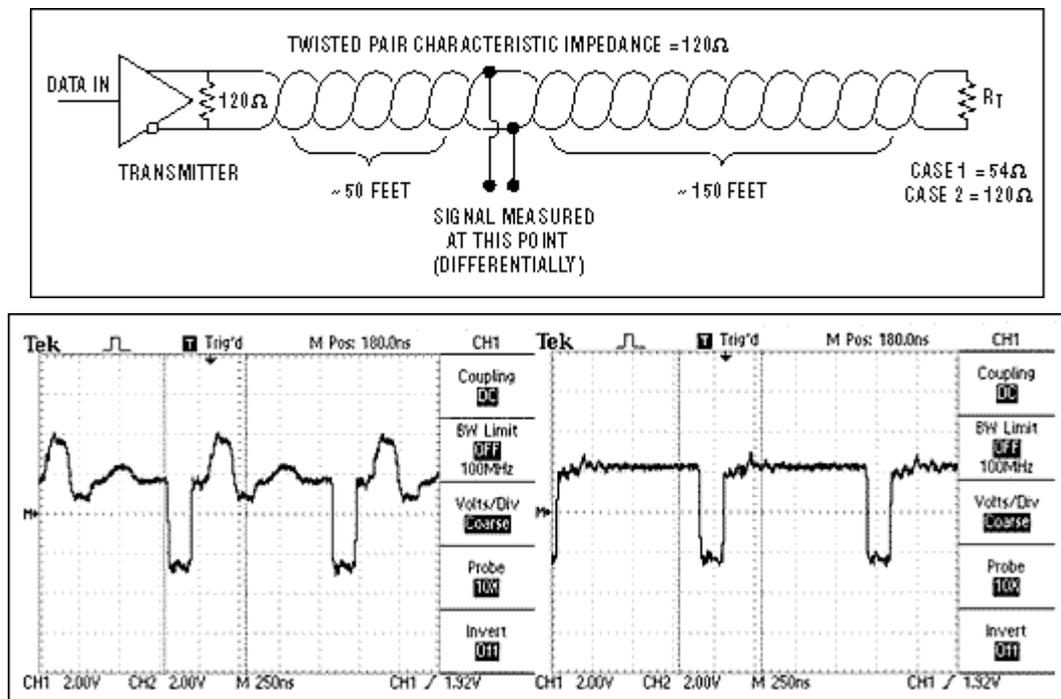


Figura 5. Con il circuito indicato sopra, la forma d'onda a sinistra è stata ottenuta pilotando un doppino di 120 Ohm terminato con 54 Ohm. La forma d'onda a destra è stata ottenuta con il cavo terminato correttamente con 120 Ohm.

È quindi importante abbinare la resistenza di terminazione e l'impedenza caratteristica del cavo quanto più rigorosamente possibile. La posizione delle resistenze di terminazione è anch'essa molto importante. Le resistenze di terminazione dovrebbero essere collegate sempre alle estremità più lontane del cavo.

Come regola generale, le resistenze di terminazione dovrebbero essere disposte ad entrambe le estremità più lontane del cavo. Anche se terminare correttamente entrambe le estremità è assolutamente critico per la maggior parte delle progettazioni di sistema, può essere discusso che in un caso speciale, sia necessaria soltanto una resistenza di terminazione. Questo caso si presenta in un sistema quando è presente un singolo trasmettitore ed è situato ad un'estremità del cavo; in questo caso è inutile collegare la resistenza di terminazione all'estremità del cavo ove è connesso il trasmettitore, poiché è sottinteso che il segnale viaggia sempre solo dal trasmettitore verso i/ricevitore.

Massimo numero di trasmettitori e ricevitori su una rete

La più semplice rete RS-485 è formata da un singolo trasmettitore e un singolo ricevitore. Anche se utile in un certo numero di applicazioni, la RS-485 permette, per una migliore flessibilità, di avere, sullo stesso doppino, più ricevitori e più trasmettitori. Il massimo numero di dispositivi permesso dipende da quanto ogni dispositivo carica il sistema.

In un mondo ideale, tutti i ricevitori e trasmettitori inattivi avranno impedenza infinita e non caricheranno il sistema in alcun modo. Nel mondo reale, tuttavia, questo non avviene. Ogni ricevitore collegato alla rete ed a tutti i trasmettitori inattivi aggiungerà un carico incrementale. Per aiutare il progettista di una rete RS-485 a calcolare quanti dispositivi possono essere aggiunti ad una rete, è stata generata un'unità ipotetica denominata "carico unitario". Tutti i dispositivi che sono collegati ad una rete RS-485 dovrebbero essere caratterizzati rispetto ai multipli o alle frazioni dei carichi dell'unità. Il numero massimo di carichi unitari su un doppino, presupponendo un cavo correttamente terminato, con un'impedenza caratteristica di 120 Ohm o più, è 32, in ogni modo è consigliabile far riferimento al manuale hardware del dispositivo.

Esempi di reti corrette

Con le suddette informazioni, siamo pronti a progettare qualche rete RS-485. A seguito alcuni esempi.

Un trasmettitore, Un ricevitore

La rete più semplice è costituita da un trasmettitore ed un ricevitore (figura 6). In questo esempio, è indicata una resistenza di terminazione all'estremità del cavo. Anche se in questo caso non necessaria, è una buona abitudine progettare reti con resistenze di terminazione su entrambe i lati. Ciò consente il successivo spostamento del trasmettitore dall'estremità del doppino e permette altresì l'aggiunta di altri dispositivi trasmettitori se diventano necessari.

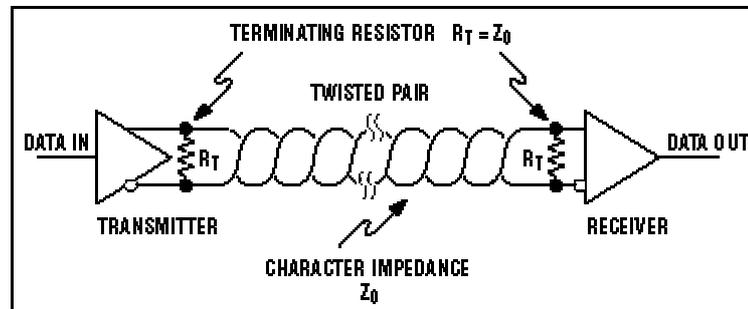


Figure 6. Rete RS-485 con un trasmettitore e un ricevitore

Un Trasmettitore, Più ricevitori (Multidrop)

La figura 7 mostra una rete multidrop ed un trasmettitore. Qui, è importante mantenere le distanze fra il doppino e i ricevitori il più corte possibile.

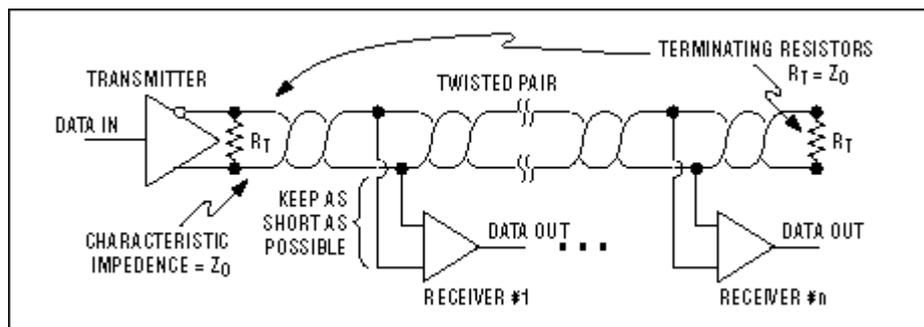


Figure 7. Rete RS-485 con un trasmettitore e più ricevitori

Due ricetrasmittitori

La figura 8 mostra una rete con due ricetrasmittitori.

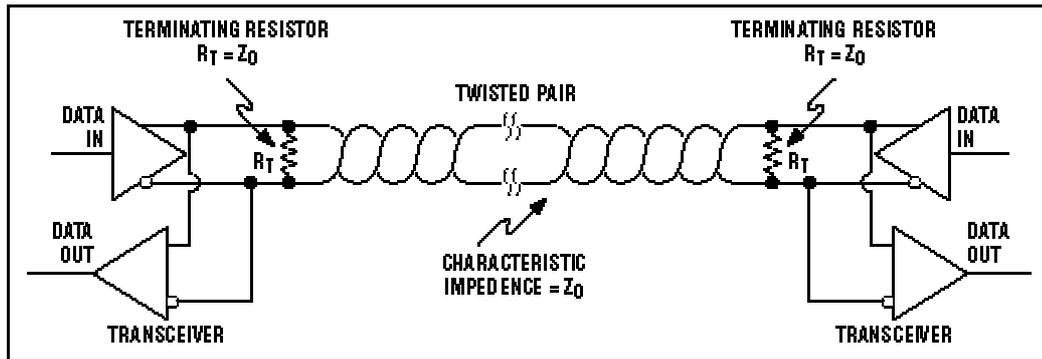


Figura 8. Rete RS-485 con due ricetrasmittitori

Più Ricetrasmittitori

La figura 9 mostra una rete multi ricetrasmittitori. Come nell'esempio dei multi ricevitori con un trasmettitore, è importante mantenere le distanze fra il doppino ed i ricetrasmittitori le più corte possibile.

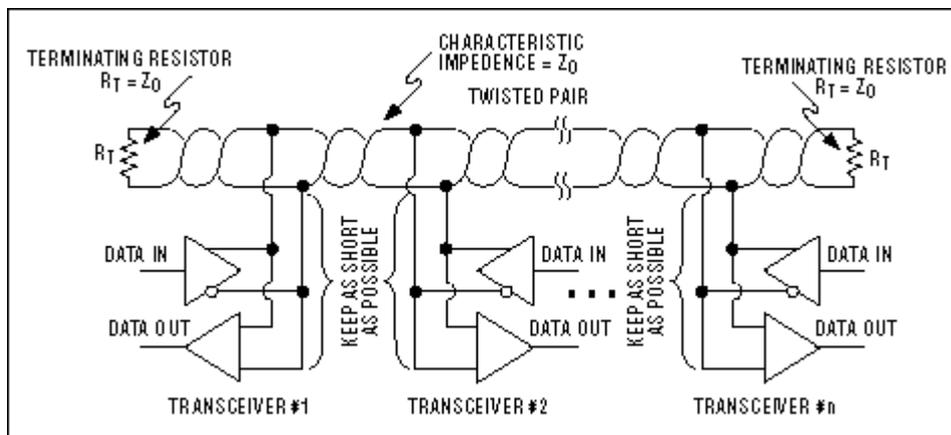


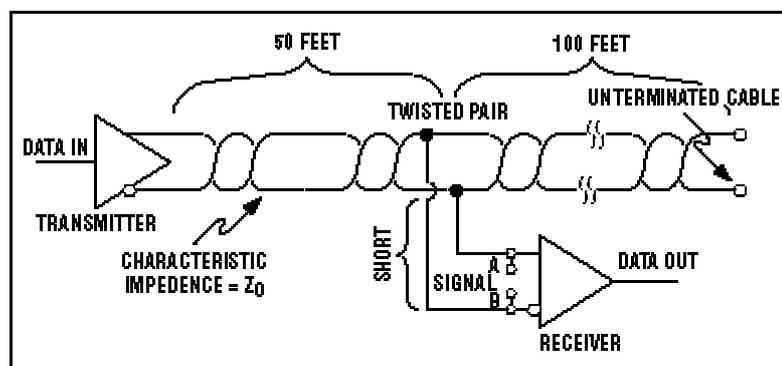
Figura 9. Rete RS-485 con più ricetrasmittitori

Esempi di reti Scorrette

Gli schemi sotto riportati sono esempi di sistemi impropriamente configurati. Ogni esempio mostra la forma d'onda ottenuta dalla rete impropriamente progettata e la confronta ad una forma d'onda proveniente da un sistema correttamente progettato. La forma d'onda è misurata in modo differenziale tra i punti A e B (A-B).

Rete non terminata

In questo esempio, le estremità del doppino non sono terminate. Mentre il segnale si propaga per il conduttore, incontra il circuito aperto all'estremità del cavo. Ciò costituisce un disadattamento di impedenza, che determina riflessioni di segnale. Nel caso di un circuito aperto (come mostrato sotto), tutta l'energia è riflessa di nuovo alla fonte, causando la distorsione della forma d'onda.



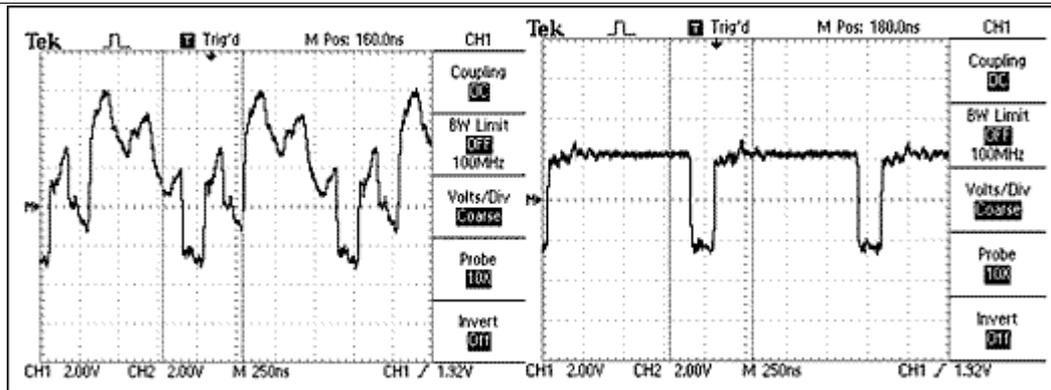


Figure 10.

Figura 10. Rete RS-485 non terminata (parte superiore) e la relativa forma d'onda risultante (a sinistra), rispetto ad una forma d'onda ottenuta da una rete correttamente terminata (a destra)

Posizione sbagliata della terminazione

La figura 11 mostra una resistenza di terminazione, ma situata in una posizione diversa dall'estremità più lontana del cavo. Mentre il segnale si propaga sul cavo, incontra due disadattamenti di impedenza. Il primo si presenta alla resistenza di terminazione. Anche se il valore della resistenza è adatto all'impedenza caratteristica del cavo, è presente ancora cavo dopo la terminazione. Questo cavo supplementare causa un disadattamento e quindi riflessioni di segnale. Il secondo disadattamento è al lato non terminato del cavo, che porta ad ulteriori riflessioni.

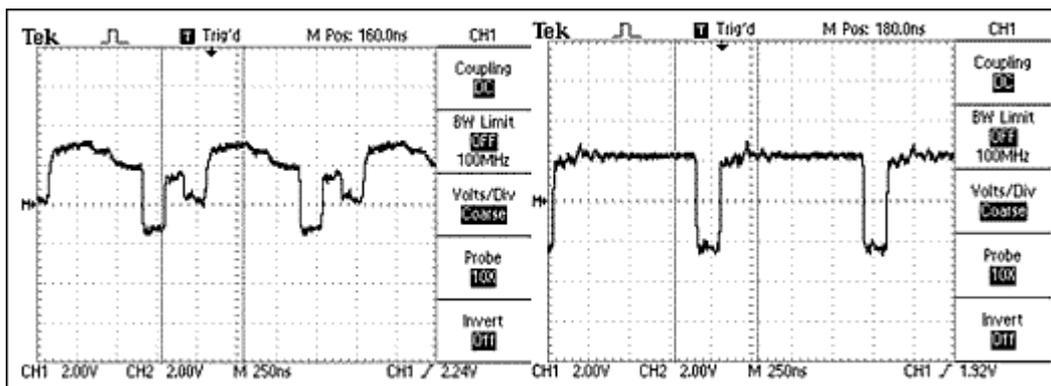
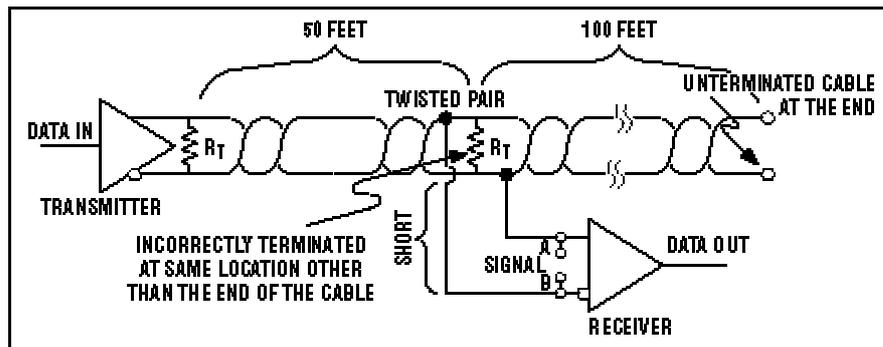


Figura 11. Una rete RS-485 con la resistenza di terminazione disposta in posizione errata (parte superiore) e la relativa forma d'onda risultante (a sinistra), confrontata ad una rete correttamente terminata (a destra)

Cavi multipli

Nella figura 12, ci sono problemi multipli con la disposizione. Il primo problema è che i driver RS-485 sono progettati per pilotare soltanto un doppino singolo e correttamente terminato. Qui invece essi devono pilotare quattro doppini in parallelo. Ciò significa che i livelli logici minimi richiesti non possono essere garantiti. Oltre a ciò ne deriva un caricamento pesante ed un disadattamento di impedenza nel punto in cui i cavi multipli sono collegati. I disadattamenti di impedenza causano ancora riflessioni di segnale e distorsioni.

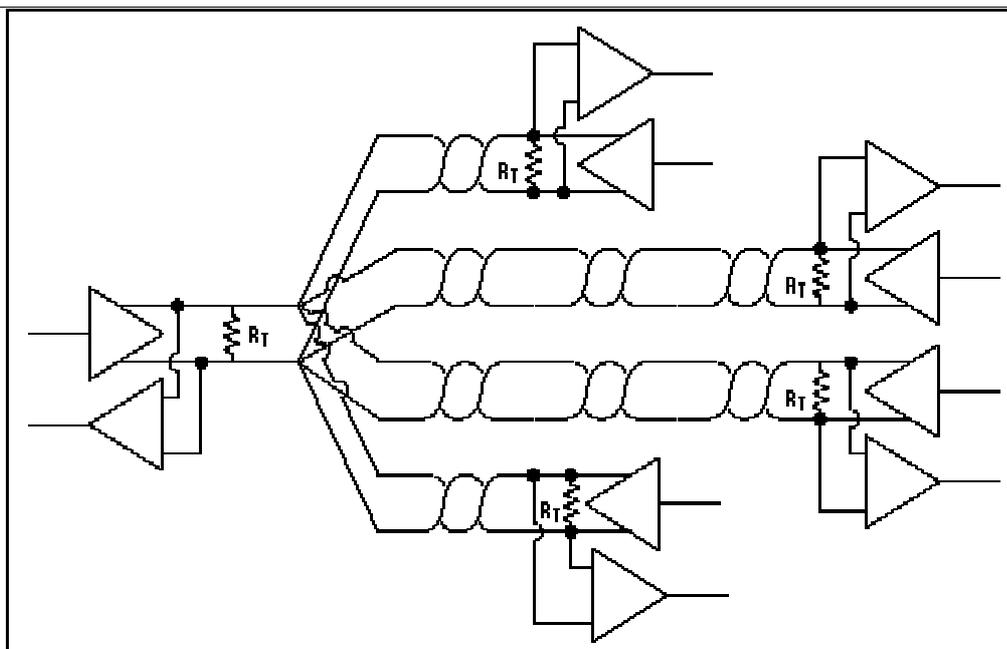
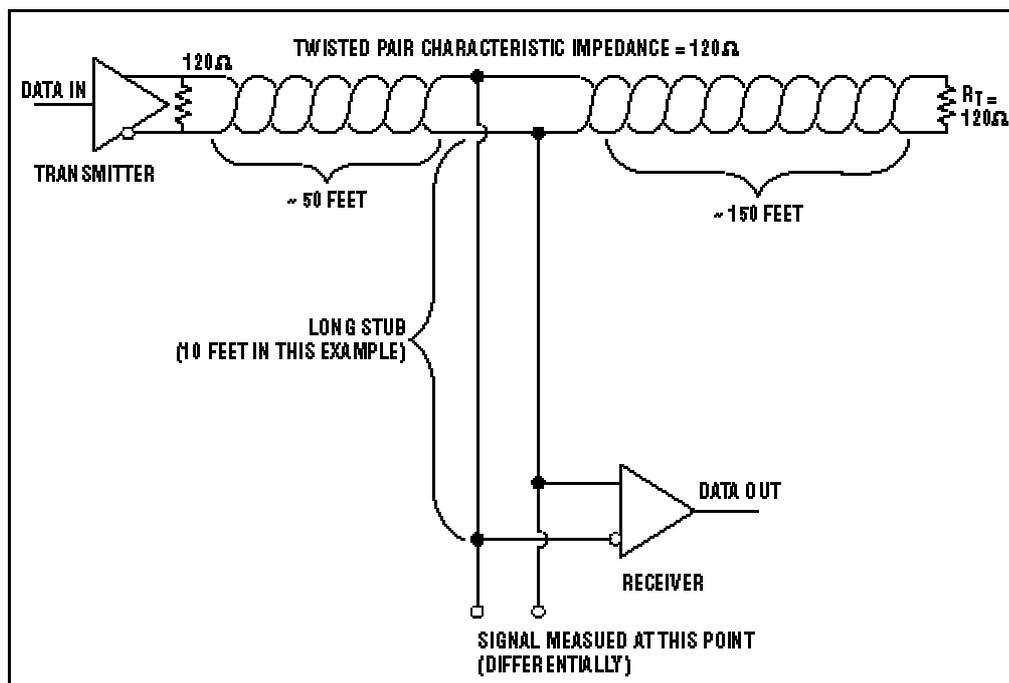


Figura 12. Una rete RS-485 che utilizza cavi multipli **incorretta**

Tronconi lunghi

Nella figura 13, il cavo è terminato correttamente ed il trasmettitore pilota solo un singolo doppino; tuttavia, il punto del collegamento (troncone) per il ricevitore è eccessivamente lungo. Un troncone lungo causa un disadattamento di impedenza significativo e riflessioni. Tutti i tronconi dovrebbero essere tenuti il più corti possibile.



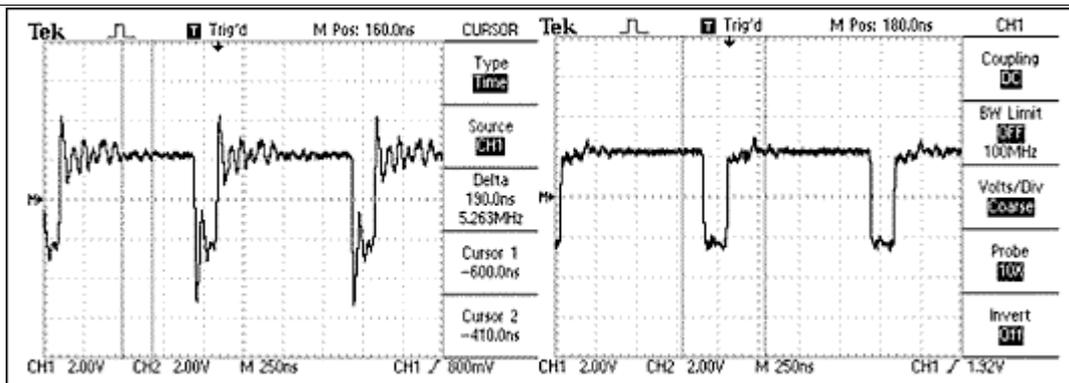


Figura 13. Una rete Rs-485 che ha un troncone lungo 3mt (parte superiore) e relativa forma d'onda risultante (a sinistra), confrontata ad una forma d'onda ottenuta con un troncone corto.

Riferimenti

1. TIA/EIA-485-A *Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems*
2. TSB89 *Application Guidelines for TIA/EIA-485-A*
3. Dallas/Maxim Application notes.