

ПРАВИЛЬНА МЕРЕЖА RS-485

Специфікація RS-485 (офіційно називається TIA/EIA-485-A) не дає конкретного пояснення того, як повинні прокладатися мережі RS-485. Однак він надає деякі вказівки. Поради, представлені тут, аж ніяк не охоплюють весь спектр можливих варіантів роботи в мережі. RS-485 передає цифрову інформацію між багатьма об'єктами. Швидкість передачі даних може досягати 10 Мбіт/с, а іноді перевищувати це значення. RS-485 призначений для передачі цієї інформації на значні відстані, а 1000 метрів добре вписується в його можливості. Відстань і швидкість передачі даних, з якою RS-485 може бути успішно використаний, залежить від багатьох міркувань при розробці схеми взаємозв'язку системи.

КАБЕЛЬ

RS-485 розроблений як збалансована система. Простіше кажучи, це означає, що, крім проводу заземлення, є два дроти, які використовуються для передачі сигналу (див. рис. 1).

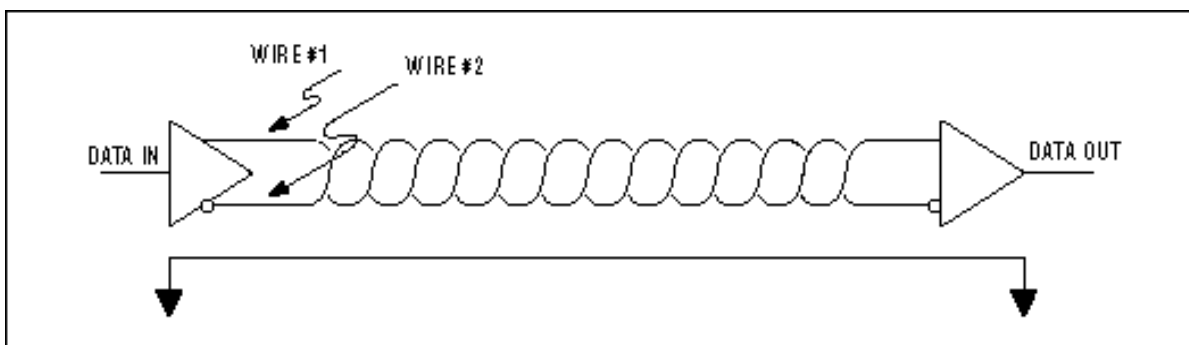


Рис. 1. Збалансована система використовує, крім землі, два дроти для передачі даних.

Збалансованою система називається тому, що сигнал на одному дроті є ідеально точною протилежністю сигналу на другому дроті. Іншими словами, якщо один провід буде передавати високий рівень, то інший провід буде передавати низький рівень, і навпаки (див. рис. 2).

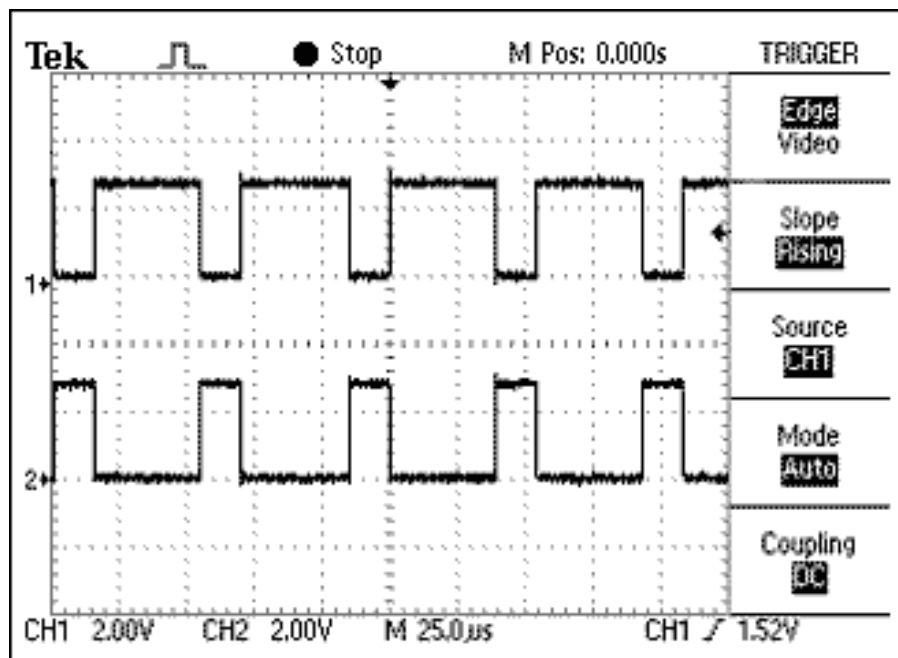


Рис. 2. Сигнали на двох проводах збалансованої системи абсолютно протилежні.

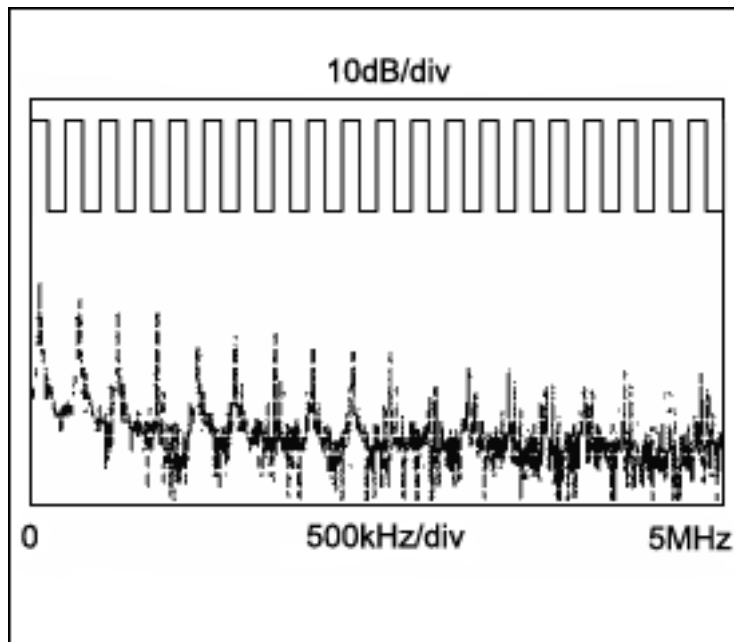


Рис. 3. Форма сигналу послідовності прямокутних імпульсів частотою 125 кГц і її ШПФ

Хоча RS-485 може успішно передаватися за допомогою різних типів середовища передачі, його необхідно використовувати з кабелем, який зазвичай називають «витою парою».

ЩО ТАКЕ ВИТА ПАРА І ДЛЯ ЧОГО ВОНА ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ?

Як випливає з назви, вита пара — це просто пара проводів, які мають однакову довжину і скручені разом. Використання RS-485-сумісного передавача з кабелем витої пари зменшує два основних джерела проблем для розробників високошвидкісних територіально розподілених мереж, а саме випромінювані та індуковані електромагнітні перешкоди (наводки).

ВИПРОМІНЮВАНІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПЕРЕШКОДИ

Як показано на рисунку 3, всякий раз, коли для передачі інформації використовуються імпульси з крутими фронтами, в сигналі присутні високочастотні компоненти. Ці круті фронти потрібні на більш високих швидкостях, ніж може забезпечити RS-485.

Отримані високочастотні компоненти цих крутих фронтів разом з довгими проводами можуть призвести до електромагнітних перешкод (ЕМП). Збалансована система з використанням ліній зв'язку на основі витої пари знижує цей ефект, роблячи систему неефективним випромінювачем. Це працює за дуже простим принципом. Оскільки сигнали на лініях рівні, але інверсні, сигнали, що передаються по кожного дроту, також будуть однаковими, але інверсними. Це створює ефект придушення одного сигналу іншим, що в свою чергу означає відсутність електромагнітного випромінювання. Однак це ґрунтується на припущенні, що дроти мають абсолютно однакову довжину і точно таке ж розташування. Так як не можна мати одночасно два абсолютно однаково розташованих дротів, дроти повинні знаходитися якомога ближче один до одного. Скручування проводів допомагає нейтралізувати будь-яке залишкове електромагнітне випромінювання за рахунок кінцевої відстані між двома проводами.

ІНДУКОВАНІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПЕРЕШКОДИ

Індуковані електромагнітні перешкоди — це в основному та ж проблема, що і випромінювані електромагнітні перешкоди, але навпаки. Взаємозв'язки, що використовуються в системі на базі RS-485, також виступають в ролі антени, яка приймає небажані сигнали. Ці небажані сигнали можуть спотворювати корисні сигнали, що в свою чергу може привести до помилок в даних. З тієї ж причини, що вита пара допомагає запобігти випромінюванню електромагнітних перешкод, вона також допоможе зменшити вплив індукованих електромагнітних перешкод. Оскільки два дроти розташовані між собою і скручені, шум, викликаний на одному дроті, буде мати тенденцію бути таким же, як і на другому дроті. Такий тип шуму називається «синфазним шумом». Оскільки приймачі RS-485 призначені для виявлення сигналів, протилежних один одному, вони можуть легко подавити шум, який є загальним для обох проводів.

ХВИЛЬОВИЙ ОПІР ВИТОЇ ПАРИ

Залежно від геометрії кабелю і матеріалів, що використовуються в ізоляції, вита пара буде мати відповідний «хвильовий імпеданс (характеристичний імпеданс)», який зазвичай визначається його виробником. Специфікація RS-

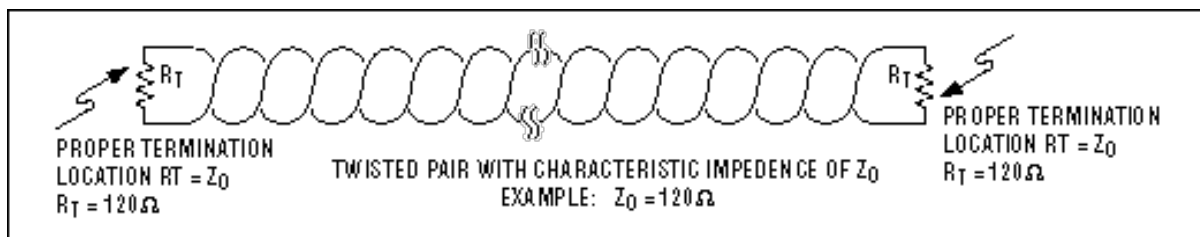
485 рекомендує, але прямо не нав'язує, щоб цей хвильовий імпеданс дорівнював 120 Ом. Рекомендація цього імпедансу необхідна для розрахунку найгіршого навантаження і діапазонів синфазних напруг, визначених в специфікації RS-485. Мабуть, специфікація не диктує цей імпеданс в інтересах гнучкості. Якщо з якихось причин не можна використовувати 120-омний кабель, рекомендується провести перерахунок найгіршого варіанту навантаження (допустима кількість передавачів і приймачів) і найгірших діапазонів напруги, щоб гарантувати, що спроектована система буде працювати. Публікація TSB89 містить розділ, спеціально присвячений таким розрахункам.

КІЛЬКІСТЬ ВИТИХ ПАР НА ОДИН ПЕРЕДАВАЧ

Тепер, коли ми розуміємо, який тип кабелю потрібен, виникає питання про те, якою кількістю витих пар може управляти передавач. Відповідь коротка – **тільки однією**. Хоча передавач може в деяких обставинах управляти більш ніж однією витю парою, в специфікації це не передбачено.

УЗГОДЖЕНІ РЕЗИСТОРИ

Оскільки під час передачі використовуються високі частоти і великі відстані, слід приділити належну увагу ефектам, що відбуваються в лініях зв'язку. Узгоджений резистор – це просто резистор, який монтується на крайньому кінці або кінцях лінії (рис. 4). В ідеалі опір узгодженого резистора дорівнює хвильовому опору кабелю.



Малюнок 4. Узгоджені резистори повинні мати опір, рівний хвильовому опору витю пари, і повинні розміщуватися на дальніх кінцях лінії.

Якщо опір узгоджених резисторів не дорівнює хвильовому опору кабелю, відбудеться відображення, тобто сигнал повернеться назад через кабель. Це описується рівнянням $(R_T - Z_0)/(Z_0 + R_T)$, де Z_0 - опір кабелю, а R_T - значення узгодженого резистора. Хоча через допустимі відхилення в кабелі і резисторі деяке відображення неминуче, значні розбіжності можуть викликати відображення, досить великі, щоб привести до помилок в даних (див. рис. 5).

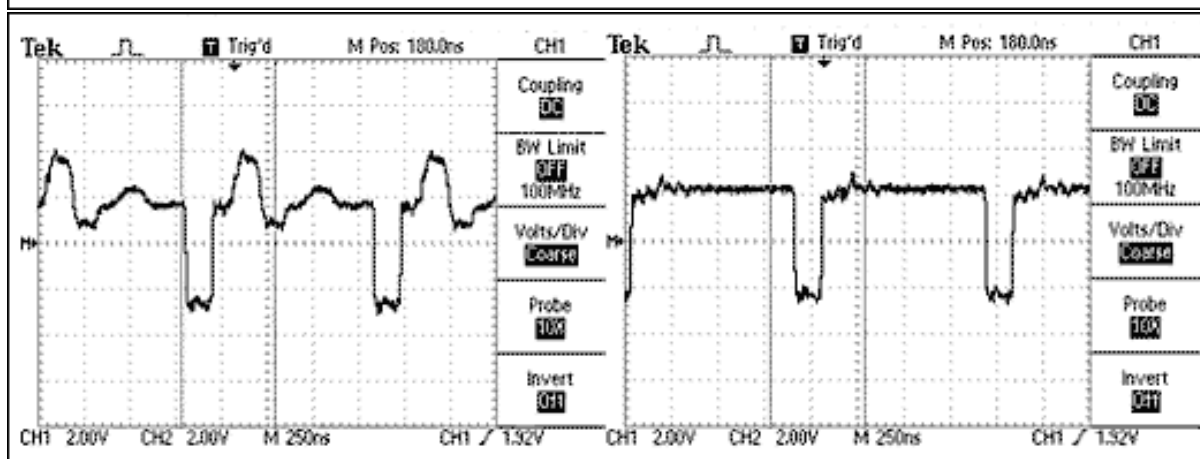
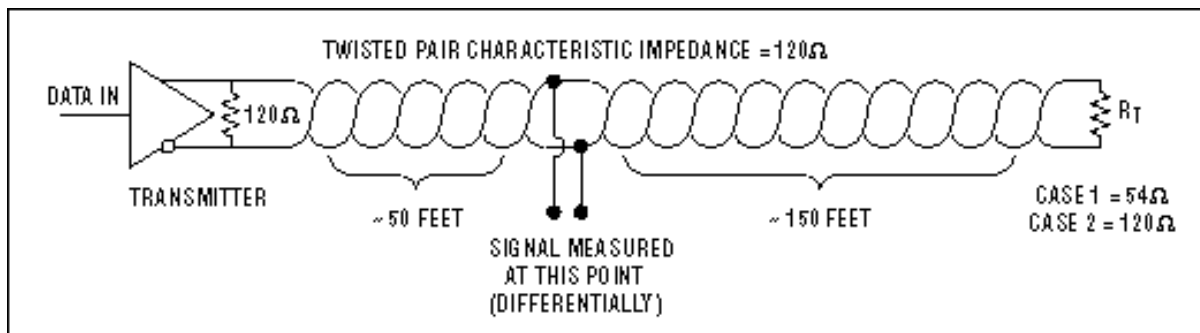


Рис. 5. За допомогою схеми, зображеної на верхньому малюнку, сигнал зліва приймався з навантаженням на 120-Ом витотою парою MAX3485 і 54-омним узгодженим резистором. Сигнал праворуч приймався шляхом правильного узгодження за допомогою 120-омного резистора.

З огляду на це, важливо стежити за тим, щоб значення опору узгодженого резистора і хвильового опору були максимально наближені. Місце установки відповідного резистора також дуже важливо. Узгоджені резистори завжди повинні розміщуватися на дальніх кінцях кабелю. За загальним правилом, **узгоджені резистори повинні розміщуватися на обох дальніх кінцях кабелю**. Хоча правильне вирівнювання обох кінців є абсолютно критичним для більшості конструкцій системи, можна стверджувати, що в одному окремому випадку необхідний тільки один узгоджений резистор. Цей випадок має місце в системі, в якій є один передавач, і цей єдиний передавач розташований на дальньому кінці кабелю. В цьому випадку немає необхідності розміщувати на кінці кабелю з передавачем узгоджений резистор, так як сигнал завжди поширюється від цього передавача.

МАКСИМАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ПЕРЕДАВАЧІВ І ПРИЙМАЧІВ В МЕРЕЖІ

Найпростіша мережа на базі RS-485 складається з одного передавача і одного приймача. Хоча це корисно в ряді застосувань, RS-485 забезпечує більшу гнучкість, дозволяючи використовувати більше одного приймача і передавача на одній витій парі. Максимально допустима кількість залежить від того, наскільки кожен пристрій навантажує систему. В ідеальному світі всі приймачі і неактивні передавачі мали б нескінченний імпеданс і ніколи б не навантажували систему. У реальному світі, це не так. Кожен приймач, підключений до мережі, і всі неактивні передавачі збільшують навантаження. Щоб допомогти розробнику мережі на базі RS-485 розібратися, скільки пристроїв можна додати в мережу, був створений гіпотетичний блок під назвою «єдиничне навантаження (unit load)». Всі пристрої, які підключаються до мережі RS-485, повинні характеризуватися співвідношенням множників або часток єдиничного навантаження. Двома прикладами є MAX3485, який вказується як 1 одиниця навантаження, і MAX487, який вказується як 1/4 одиниці навантаження. Максимальна кількість єдиничних навантажень на виту пару (за умови, що ми маємо справу з правильно підібраним кабелем, що має хвильовий імпеданс 120 Ом і більше) дорівнює 32. Для наведених прикладів це означає, що в єдину мережу може бути включено до 32 пристроїв MAX3485 або до 128 пристроїв MAX487.

ПРИКЛАДИ ПРАВИЛЬНИХ МЕРЕЖ

Озброївшись вищенаведеною інформацією, ми готові розробляти деякі мережі на базі RS-485. Ось кілька простих прикладів:

Один передавач, один приймач

Найпростіша мережа – це один передавач і один приймач (рисунок 6). У цьому прикладі узгоджений резистор показаний на кабелі з боку передавача. Хоча тут це не обов'язково, ймовірно, було б гарною звичкою проектувати мережі з обома узгодженими резисторами. Це дозволить перемістити передавач в інші місця, ніж дальній кінець кабелю, а також дозволить при необхідності додати в мережу додаткові передавачі.

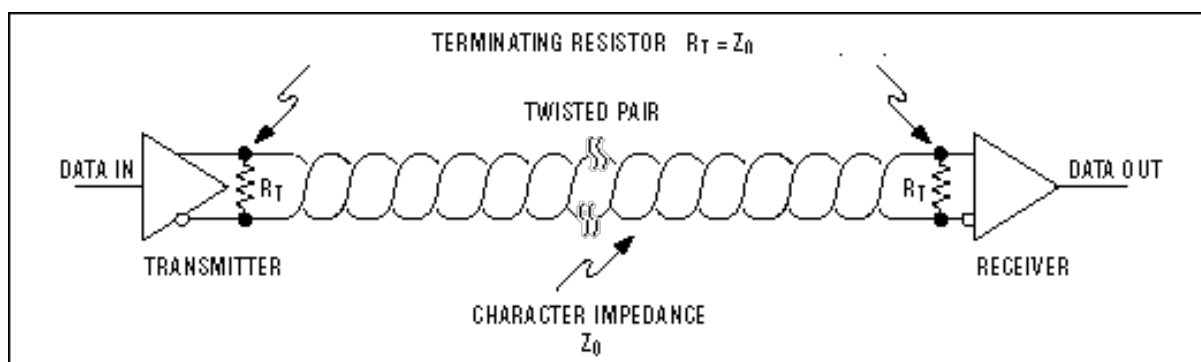


Рис. 6. Мережа RS-485 з одним передавачем і одним приймачем

Один передавач, кілька приймачів

На рисунку 7 представлена мережа з одним передавачем і декількома приймачами. Тут важливо, щоб відстані від виті пари до приймачів були максимально короткими.

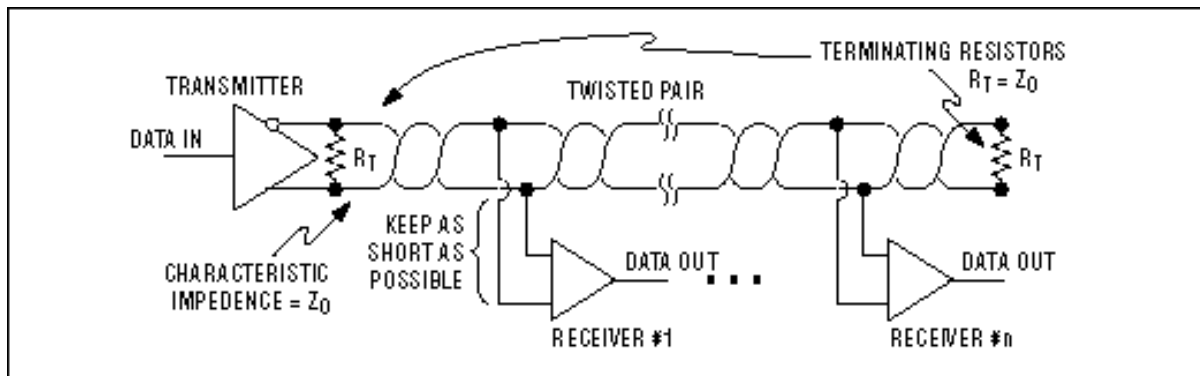


Рис. 7. Мережа RS-485 з одним передавачем і декількома приймачами

Два приймача

На рисунку 8 представлена мережа з двома приймачами:

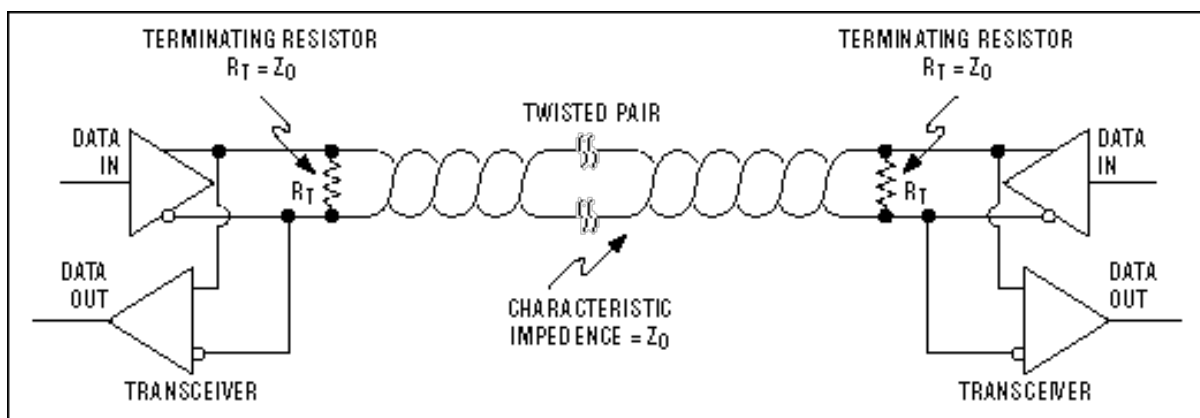


Рис. 8. Мережа RS-485 з двома приймачами

Кілька приймачів

На рисунку 8 представлена мережа з декількома приймачами. Як і в прикладі одного передавача і декількох приймачів, важливо, щоб відстані від виті пари до приймачів були максимально короткими.

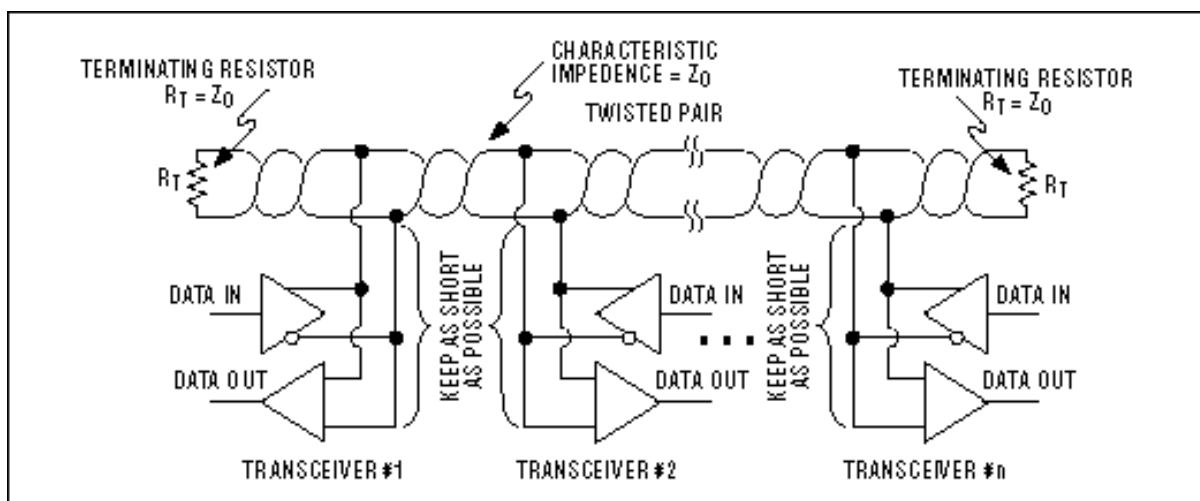


Рис. 9. Мережа RS-485 з декількома приймачами

ПРИКЛАДИ НЕКОРЕКТНИХ МЕРЕЖ

Нижче наведені приклади неправильно налаштованих систем: Кожен приклад порівнює форму хвилі, отриману від неправильно спроектованої мережі, з формою хвилі, отриманої від правильно спроектованої системи. Форма хвилі вимірювалася диференційовано в точках А і В (А-В).

Непослідовна мережа

У цьому прикладі немає узгоджувачих резисторів на кінцях виті пари. Коли сигнал поширюється від джерела, він стикається з обривом ланцюга на кінці кабелю. Це призводить до невідповідності імпедансів, викликаючи відзеркалення сигналів. У разі обриву ланцюга (як показано нижче) вся енергія відбивається назад до джерела, викликаючи сильне спотворення форми хвилі.

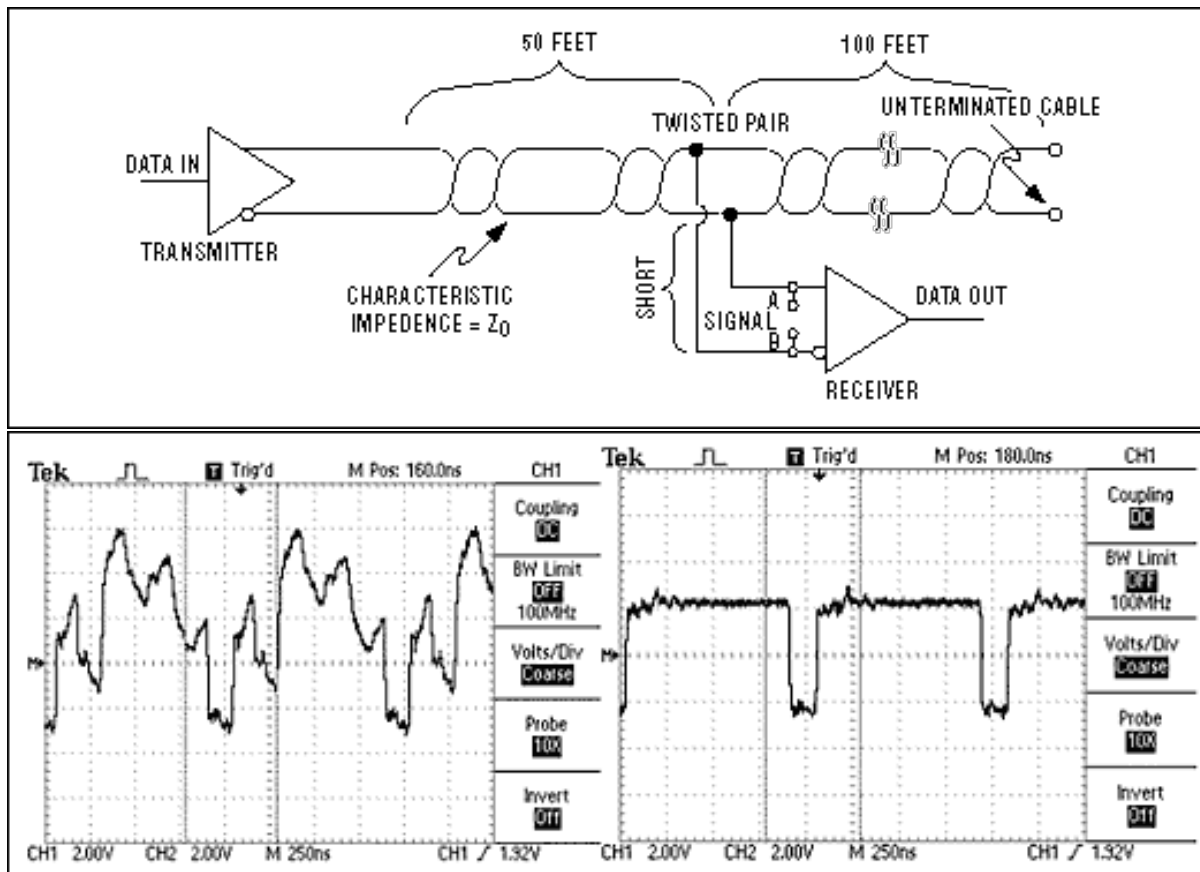


Рис. 10. Непослідовна мережа RS-485 (зверху) і її результуюча форма хвилі (зліва) в порівнянні з сигналом, прийнятим по правильно підібраній мережі (праворуч).

Неправильне розташування термінатора

На рисунку 11 присутній узгоджувачий резистор (термінатор), але його розміщення відрізняється від дальнього кінця кабелю. Коли сигнал поширюється від джерела, він стикається з двома розузгодженнями імпедансу. Перше виникає на узгоджувачому резисторі. Незважаючи на те, що резистор вирівняний з хвильовим імпедансом кабелю, за резистором все одно є кабель. Цей додатковий кабель викликає розузгодження, а значить, і відображення сигналу. Друге розузгодження, це кінець неузгодженого кабелю, що призводить до додаткових відображень.

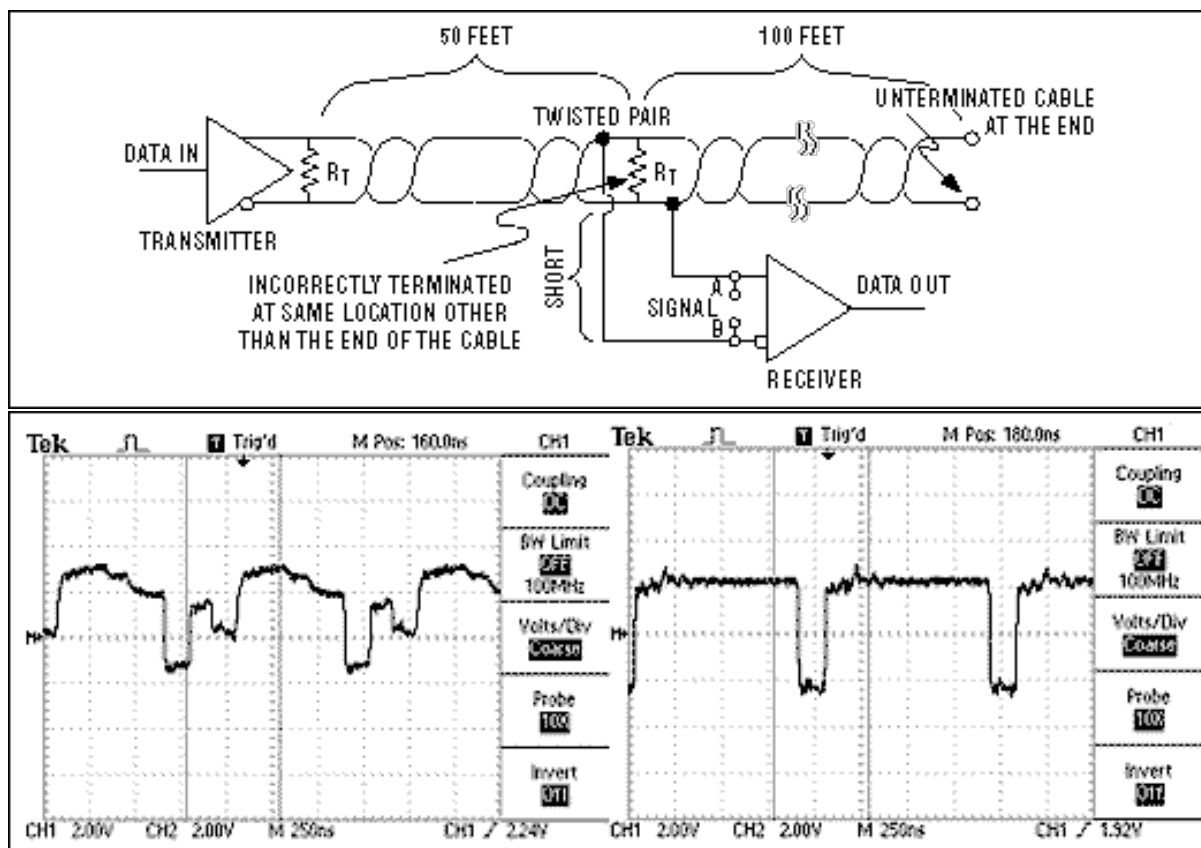


Рис. 11. Мережа RS-485 з неправильно розміщеним узгоджуючим резистором (верхня цифра) і його кінцевою формою хвилі (зліва) в порівнянні з сигналом, прийнятим по правильно підібраній мережі (праворуч).

Композитні кабелі

На рисунку 12 представлений ряд проблем з організацією взаємозв'язків. Перша проблема полягає в тому, що драйвери RS-485 призначені для управління тільки однією, правильно підбраною, витю парою. Тут кожен передавач управляє чотирма паралельними витими парами. Це означає, що необхідні мінімальні логічні рівні не можуть бути гарантовані. Крім великого навантаження, існує розузгодження імпедансу в точці, де підключено кілька кабелів. Розузгодження імпедансу зайвий раз означає відображення і, як наслідок, спотворення сигналу.

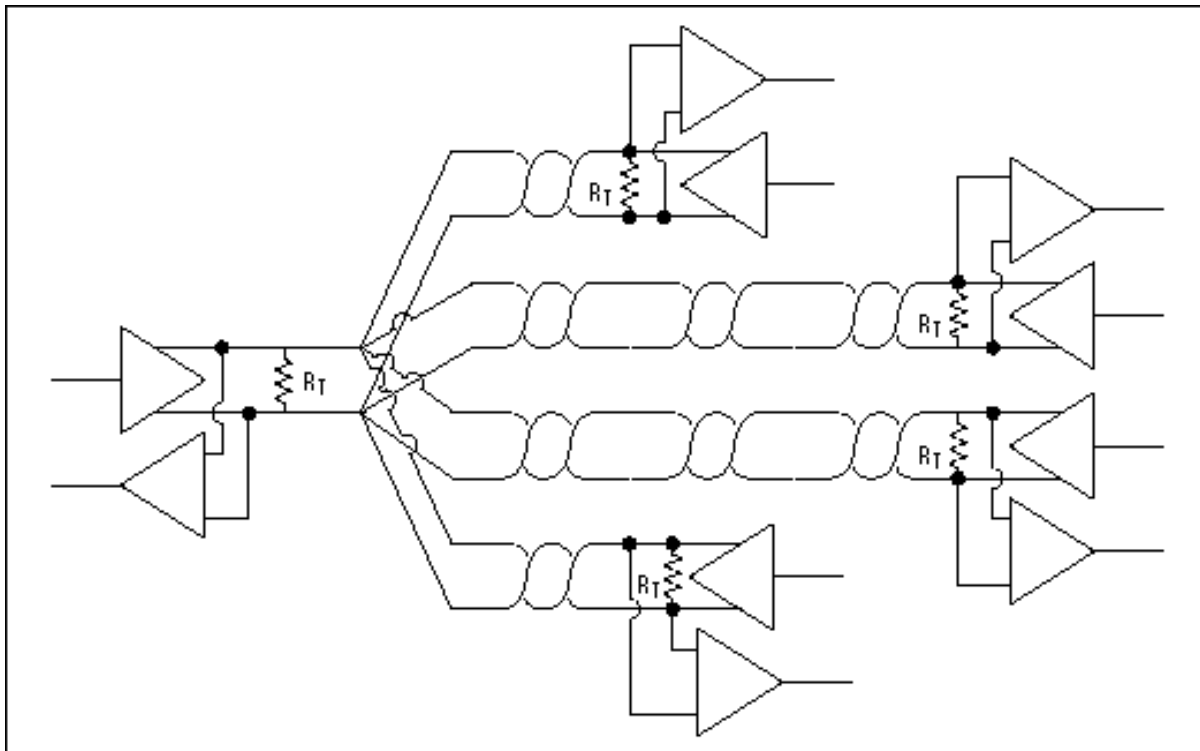
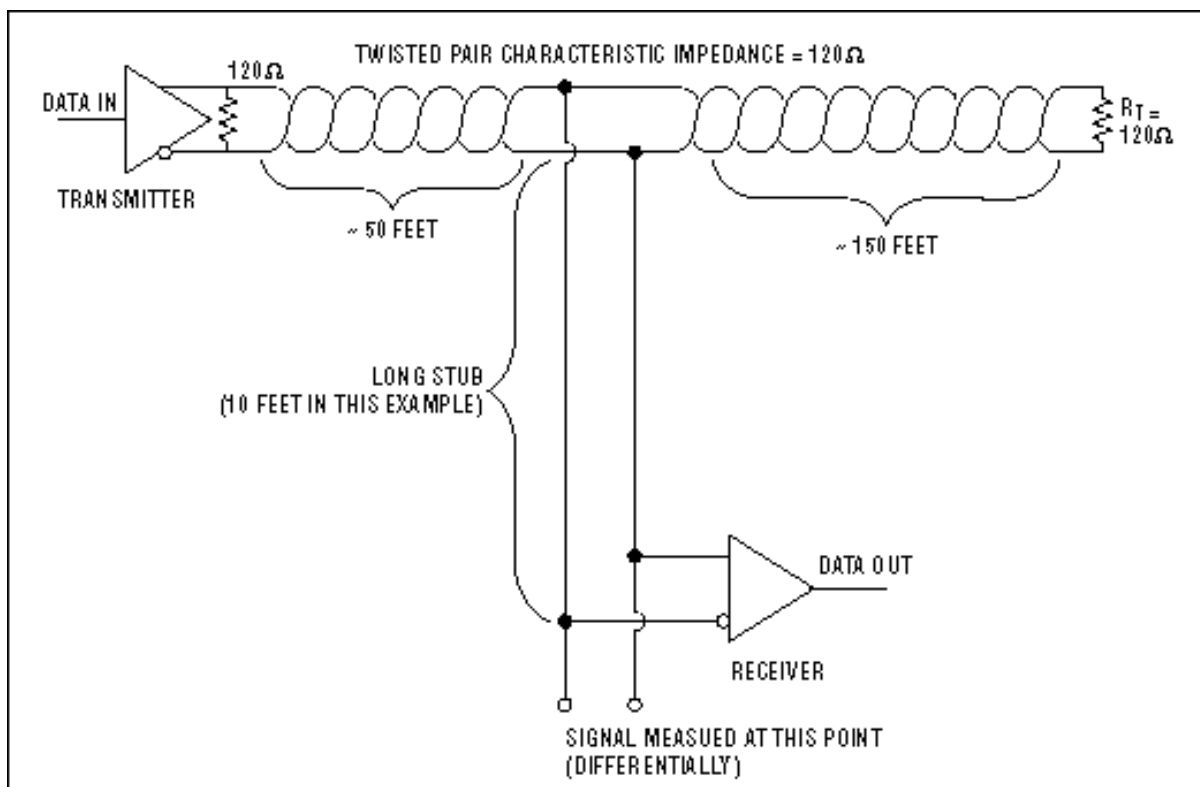


Рис. 12. Мережа RS-485, яка неправильно використовує кілька витих пар

Довгі відгалудження

На рисунку 13 кабель правильно вирівняний і передавач навантажується тільки на одну виту пару; Однак відрізок проводу в точці підключення (кран - заглушка) ресивера надмірно довгий. Довгі відгалудження викликають значне розузгодження імпедансу і, таким чином, відображення сигналу. Всі відгалудження повинні бути максимально короткими.



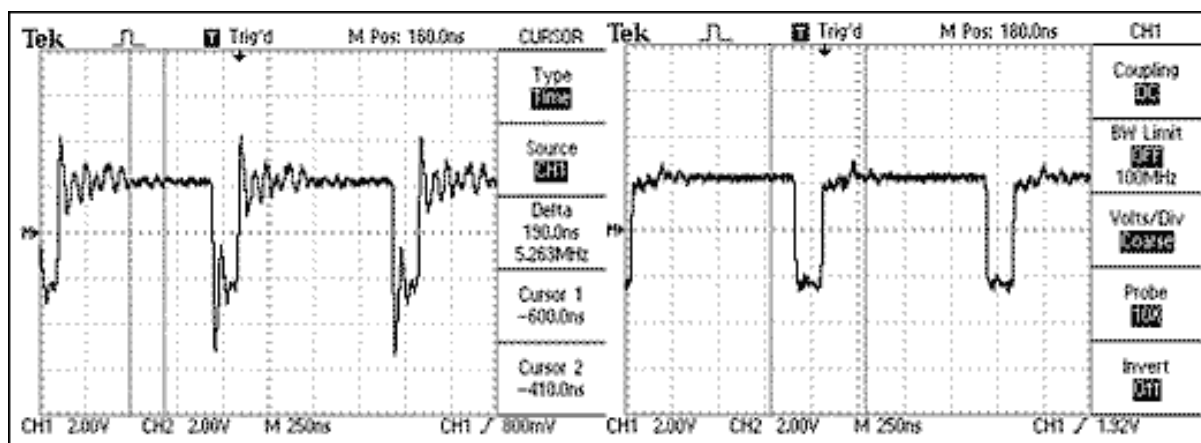


Рис. 13. Мережа RS-485, що використовує 3-метровий відгалуджувач (малюнок вище) і її кінцевий сигнал (зліва) в порівнянні з сигналом, отриманим з коротким відгалуджувачем.