

アプリケーション・ノート

リリース 1

EIA/TIA/RS-485 とは何か？

EIA/TIA/RS-485 はマルチドロップ通信に制限されないために設計された通信ネットワークです。RS-485 データ通信ネットワークが適切だと考えられる時、注意すべき点がいくつかあります。RS-485 通信は、その性格上おのずからハーフ・デュプレックス(半二重)と非同期の通信になります。RS-485 ではグラウンド、シールドとターミネーション(終端)が問題になります。例えば終端抵抗をネットワークのどの位置付け、RS-485 ネットワークを終端させるのかです。またネットワークの信頼性を得るためにはグラウンドとシールドがなぜ必要なかを理解する事も必要です。いつ、どこで RS-485 ネットワークをターミネートさせるか。何故、ネットワークの信頼性にグラウンドとシールドが必要なのか。いくつかのネットワークの位相は RS-485 技術を使用して改善することができます。

データの伝送速度とネットワーク間の距離が信頼度に影響することは避けられません。これらの点に注意して RS-485 ネットワークが適当かを決定する必要があります。

EIA/TIA/RS-422 とは何か？

RS-422 は 2 つのツイスト・ペアを経由してポイントからポイントへのフル・デュプレックス(全二重)非同期通信を提供します。各ペアの電気的特性の問題は、RS-485 ネットワークと同じでシールド、グラウンドおよびターミネーションです。また速度と距離の問題を同様です。

RS-422 と RS-485 の大きな違いは RS-422 はその性格上おのずからシングル・エンドとフル・デュプレックスだと言うことです。

ハーフ・デュプレックスとフル・デュプレックス通信

ハーフ・デュプレックス(半二重)の意味は出て行くメッセージが入って来るメッセージと同じ物理的手段(信号線)を共有することです。すなわち単一のデータ通信が行われている間は 1 つのデバイスはマスターとし、そして、1 つ又はそれ以上のデバイスはスレーブとして動作しなければいけません。データは与えられた任意の時間、単一方角へ流れます。その時のスレーブはユーザーのアプリケーションに依っては応答するかも知れませんが、しないかも知れません。例えば、装置 A はある情報を要求するために装置 B にコマンドを送るとします。装置 A がその要求を装置 B へ送信するためには装置 A がジェネレータとなり装置 B がレシーバになります。これを実行するためには、各 RS-485 デバイスはジェネレータ回路とレシーバ回路を有効、無効にするロジック回路を含んでいなければなりません。通常これらの回路は 1 つの IC に含まれています。このロジック回路で、装置 B が装置 A に応答するために切り替えられ、装置 A がレシーバに、装置 B がジェネレータになります。

フル・デュプレックス(全二重)は両方向同時にメッセージが伝送されることを意味しています。フル・デュプレックス通信では送信又は、受信のための別々に専用の信号線が必要で、各々の信号線はツイスト・ペア線を強く推奨します。複数の受け手が単一の送信を受信することになり、送信線ペアの与えられた時間上では 1 つの送信のみがアクティブとなります。

非同期通信

RS-485 ネットワーク上の非同期通信に関しては 2 つの説明が出来ます。最初の 1 つは実際のデータ・ビットのタイミングですが、ここでは詳しく述べません。

1 つのスタート・ビット、8 つのデータ・ビット及び 1 つのストップ・ビットからなる 10 ビットのデータ・フレームから構成されるデータが 1 バイトだと知っているだけで十分です。各々のビットは決められた時間を占有します。2 番目の非同期通信の定義の意味は、RS-485 バスではアービトラージが無いということです。どのデバイスからでもバスの制御を行うことが出来ます。これはまた 1 つのデバイスがジェネレータとして動作している時はユーザーのアプリケーションが責任を持って他のデバイスをレシーバに設定する必要があるということです。

ジェネレータが送ったメッセージを受信した時、スレーブ側は過渡的な時間を待った後ゼネレータとなります。詳細は使用するジェネレータやレシーバのスペックが書かれている仕様書を見てください。

EIA/TIA/RS-485/422 のグラウンド

RS-485 ネットワークの信頼性にはグラウンドラインの検討が不可欠です。この点が見落とされ、理解されていないことがよくあります。RS-485 ネットワークをグラウンドする最も簡単な方法は 信号のリターンパスとして対地アースを使用することです。但し、簡単なこの方法は良い方法ではありません、それは機器からの電流のリーク、静電気チャージ(ESD)、雷ノイズ等のあらゆるノイズがこのパスを通ることで高いノイズになるからです。このノイズのレベルの増加の理由は対地アースが高抵抗だからです。RS-485 はグラウンド電位との間が ± 7 ボルト以下であれば正常な動作になるように考慮がなされていますが、数百ボルトからあるケースでは数千ボルトに達するような雷ノイズを受けると RS-485 のネットワークを構成する一つまたはそれ以上の装置にダメージや故障が起こります。

このグラウンドを減少し、グラウンド電位差を維持するのに良い方法は 3 つ目にグラウンド・ワイヤーを追加する事です。このグラウンド・ワイヤーは信号線の周りをシールドするシールド線と共通です。これは RS-485 ネットワークにリターンパスを与える事で大規模な装置からのリーク電流や静電気からのノイズを低く抑えます。信号線のツイスト・ペアにシールドを追加する事はまた RF の信号源や強力な磁場からのカップリング・ノイズを小さくする事になります。

EIA/TIA/RS-485/422 ノードをシールドする。

上記のグラウンドで述べました様にシールド線はローノイズのグラウンド・パスを提供できます。インテグリティー・インストルメント社のインターフェース・コンバータでは、シールドされたケーブルのグラウンド電位は、例えば、RFI のような誘導性ノイズもシールドとツイスト・ペア上で同等にカップリングされます。このシールドは一般的に発生する微小なノイズやグラウンド電位差から守る効果もあります。推奨はしませんがシールドをネットワーク・システムのグラウンドとして使用することも出来ますが、この場合にはグラウンド・ループが出来ないように注意する必要があります。

EIA/TIA/RS-485/422 ネットワークをターミネート(終端)する。

終端についてはいくつかの考慮が必要です。アクティブ・ターミネーションはインピーダンス・マッチング用抵抗として RS-485/RS-422 ネットワークの一箇所または両端に使用します。アクティブ・ターミネーションは他にも並列の終端や双方向の終端を含んでいます。パッシブ・ターミネーションでは、ネットワークラインの受信入力未接続の状態や切断されたときに未定義ロジック状態となる事を考慮する必要があります。ターミネーションに関しては下記を注意して下さい。アクティブ・ターミネーションとしてのインピーダンス・マッチング用抵抗は RS-485/RS-422 ネットワークの一方の端、又は両端に接続して下さい。他に注意する点は、アクティブ・ターミネーションはパラレル・ターミネーションと双方向のターミネーションであるこ

とでもありますが、限定はされません。パッシブ・ターミネーションの抵抗に関しては、デバイスがネットワーク配線から分離されるか又はネットワークが切断された場合は、受信側のラインが未確定なロジックの遷移状態となる為使用できません。

他にパッシブ・ターミネーションの使用においては、フェール・セーフや遷移をアイドル状態にするためのバイアス電位の供給が有りますが、あまり制限はうけません。

ターミネーションは送信ラインのためのケーブルが問題になる程長い場合にのみ問題となります。これは、1) 使用されるケーブルのタイプ 2) 使用されるケーブルの長さ、そして、3) RS-485 ジェネレータの駆動特性に基づきます。アクティブ・ターミネーションが必要かを決定する時のルールは RS-485 がネットワークの両端にある場合と、RS-485 デバイスがデバイスのみでジェネレータではない場合はターミネーションが必要です。ターミネーションのインピーダンス値は接続ケーブルのディファレンシャル・モードのインピーダンスとマッチしなければいけません。もし、インピーダンス値が 120ohm 以上を必要とする場合は、終端用のジャンパーを外して、ケーブルのインピーダンス適した終端抵抗を用いて下さい。弊社の製品のパッシブ・ターミネーションは常に有効になっています。

ターミネーションを決める時に注意しなければいけない事は、ネットワーク・ケーブルと一緒に配線された未使用のペア・ケーブルがあると、場合によっては共振するかも知れないということです。この共振がネットワークと結合しネットワーク上にグラウンドの電位差とノイズを与えることがあります。このような影響については未使用のペア・ケーブルの両端を抵抗で終端する事によって、減少又は完全に排除することができるかも知れません。

ネットワーク・トポロジー(EIA/TIA/RS-485)

ANSI/TIA/EIA-485-A 準拠:

"マルチポイント・システムはデジジー・チェーンで設定されなければいけません。スター、ツリー、又はブランチで構成する事は一般的にお薦め出来ません。"

デジジー・チェーン、スター、ツリーとブランチ・ネットワークとは?

デジジー・チェーン・ネットワークでは、ネットワークの始点からユニット 1 へ、そしてユニット 2 へと順に最終ポイントに達するまで接続されます。

これは1つの送信ラインのソースがアドレスするのに良い方法です。ターミネーション、グランドおよびシールドについて1つのラインでの構成となります。

ツリー構造ではネットワークの始点からネットワークの終点にネットワーク配線がぶらさがります。追加されるユニットはネットワークにタッピング・オフ又は、スタブとして知られる方法で追加されます。この構成は非常に有効ですが、スタブがある程度の長さ以上ではネットワークラインをターミネーションするためにリピーターを入れなければいけません。ある程度長いとはケーブルが送信ラインに対して長すぎる(インピーダンスの不整合による反射波が無視できなくなる距離) ことです。(ターミネーションの項を見て下さい。)

スター・ネットワークはあまりお薦めできません。動かないとは言いませんが、動かすためには相応の知識と労力が必要です。

如何なる場合も、スター・ネットワークは複数のデバイスがシングル・ポイントに接続されているときのシナリオです。スター・ネットワーク配線の結果は1つの送信デバイスが多くのターミネートされたノードを駆動します。その結果、低インピーダンスとなったターミネーション負荷がネットワークにロードされる事となり、信頼できるデータ通信が予期せぬ過負荷の状態になることが考えられます。このスターネットワークは少ないノードやターミネーションを必要としない程にネットワークが短い場合にのみ可能です。

ブランチ・ネットワークはデジジー・チェーン・ネットワークの様に見えますが、

ブランチ・ネットワークはデジジー・チェーン・ネットワークの様に見えますが、配線に沿ってネットワークがツリー、スター構成、又はツリーとスターの組合せを形成した"スタブ"となります。そうしますとターミネーションの必要数が増えることになり、負荷の増加がラインドライバの能力を超える事が考えられます。

ネットワーク設計の目標は適切な費用で信頼できる通信を確立することです。上記のネットワーク形態のうち、どれでも採用することが出来ますがリピーターのような補足設備に対する十分な費用があるかを考慮する必要があります。例えば、デジジー・チェーンの構成ではリピーターを置くことで、すべてのネットワークの終点に適切なターミネーションと新たなデジジー・チェーン・のラインを追加することが可能になります。

光学絶縁概要

光学的絶縁(光学絶縁)とはどのようなもので、それが何故必要なのか？

光学絶縁は電子を通さない光学的バリアで電気回路を遮断することで潜在的なグラウンド・ループを阻止する方法の1つです。電気信号はバリアの一方で光りに変換され反対側で光から再び適した電気信号に変換されます。光学絶縁デバイスはRS-232, RS-422とRS-485 デバイス等の各種の技術に利用されています。この光学絶縁はグラウンド・ループからの低周波の干渉を阻止しますが、高周波の干渉や RFI とトランジェントからは容量性の結合があり絶縁されません。この問題は適当な終端とシールドを行う事で解決出来ます。

現在多くの複数の装置に使用されることが多くなっております。これらの装置のほとんど、又はすべてがアースされています。PC がよい例です。RS-232 ポートからのこの信号グラウンドは装置のアース・グラウンドに接続される代わりにケースのグラウンドに接続されることになりませんが、それはまたシステムのグラウンドに接続されます。場合によっては、通信ネットワーク中の信号線の1つ以上がシステム・グラウンドに共通に接続される事になります。これらにおいてグラウンドが距離が隔てられたり分離されている場合においては、同じ機器内で異常が発生した場合や、過渡信号状態や漏れ電流が発生したばあいに、データを壊したり、装置にダメージを与える程のグラウンド電位差を生じることがあります。なぜならば、信号線を通してのグラウンドやコンピューターを通して接続されたアース・グラウンドはネットワークされた装置の終端におけるシステム・グラウンドより低いインピーダンスであるからです。

RS-232 シリアル・ポート・インターフェース

RS-232 の RS-422 や RS-485 への置換は RS-232 の信号線の内どの信号が使用されているのかを理解する事が大切です。

基本的な RS-232 通信は3つの信号線のみを使用することで確立されます。Transmit[送信](TD 又は、Tx, 又は TxD)、RECEIVE[受信](RD, Rx, 又は、RxD)と最後にグラウンドです。送信はコンピューターからの出力です。この信号をオシロスコープで見ると電圧が -12V、+8V、-12V と変化するのを見ることが出来ます。マイナス電圧は Tx 又は、Rx がマーク(データ 1)、プラス電圧は Tx 又は、Rx がスペース(データ 0)を表しています。バッファのオーバーフローや2つのデバイス間の情報の流れを制御するためには、Request to Send(RTS)と Clear to Send(CTS)を利用できる状態にします。このためにはさらに複雑なアプリケーションが要求されます。Data Set Ready(DSR)と Data Terminal Ready(DTR)信号はハードウェア機器の待機状態の要求と応答をするのにもっとも一般的に使用されます。2つの残りの信号は標準の電話線で用いられており、現在のリング信号を示す Ring Indicator(RI)である装置をモデムで送信し特定するためのものです。最後に Carrier Detect(CD)は、遠隔の装置の接続が確立されており、アクティブであることを示すために使用されます。

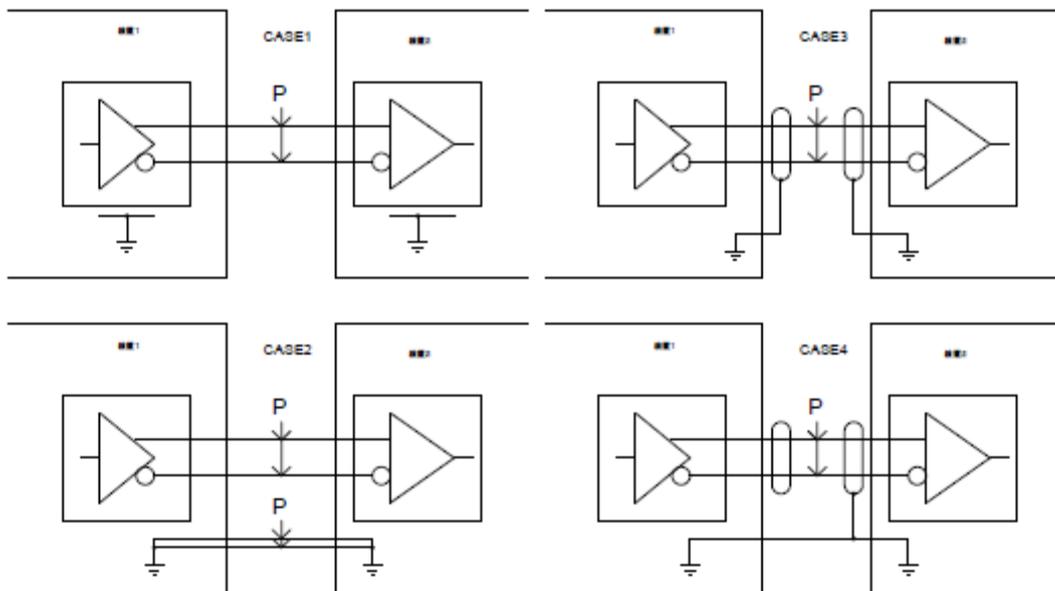
ここで RS-232 ポートについての概略を理解して頂いたと思いますので、複雑なもう2つの用語"データ端末装置 Data Terminal Equipment(DTE)"と "回線終端装置 Data Communication Equipment(DCE)"に付いて述べます。最初の用語 DTE は、かつてはデータ通信の終点や "ダム・ターミナル"を意味するために使用されていました。最近ではこの DTE デバイスはよく PC を意味します。DCE よくモデムを意味します。DCE 装置はオフィスやビルディングで他の DCE 装置と通信するために世界中のいたるところで使用されています。DTE 装置は直接ケーブル等を使って DCE 装置に接続されます。また

同じ装置間(DCE から DCE 又は DTE から DTE)を接続したい場合はヌルモデム・コネクタやクロス・パッチ・ケーブルで行う事が出来ます。このケーブルは Tx と Rx、RTS と CTS 及び DTR と DSR を意味し、これらの 3 つの信号ペアを単に逆に接続します。信号グラウンド同士は直接接続します。

サンプル・アプリケーション(RS-485 2 線)

基本的な2線配線のマルチ・ドロップ・ネットワークはマスター・デバイスと1つ又は、それ以上のスレーブ・デバイス間でネットワーク媒体(ワイヤー、シールド、ターミネーションとグラウンド)を含めて構成されます。配線の仕方として、ネットワーク配線には4つの選択方法があります。グラウンドにアースを選んだ時のみ、シングル・ツイスト・ペアでシールド無しが可能です。この配線方法の利点はワイヤーが比較的安価で、構成し易いことです。この方法は、ワイヤーを通り抜けて引くためのダクトを持っていて電源を引かない場合でかつ電気ノイズが無い場合に用いられます。この方法の短所は電気的ノイズが大きい場合にネットワークの信頼性がなくなる事です。

2番目の方法はグラウンド線にたいして 3 本の信号線で RS-485 ネットワークを配線する方法です。これには基本的な 3 つの配線方法があります。1つ目は2ペア線を用い、1ペアをグラウンドにそして他のペアを RS-485 データに使用する方法です。2つ目は余分のワンペアケーブルをグラウンドワイヤとして使用する事です。3つ目はシールド付きのワンペアのケーブルをシールドのリターンとして利用する事です。



この第 2 の方法(3コンダクター配線)を使用する利点はグラウンド電位差によって引き起こされた雑音を減少されることです。これは高い電気的な雑音の可能性がある場合、またダクトやワイヤー・トレイがクリーンで無い場合などに良い手法です。これはネットワークがノイズに敏感な配線を実行するためにワイヤー・トレイやダクトを持っていることではありません。3コンダクター配線の欠点はケーブル価格が高く、インストールが少し難しいことです。このオプションを使用する場合はグラウンド・ループが出来ないことに注意して下さい。これで配線の方法が決まったか又は設置されました。ここでRS-485 マルチ・ドロップ・ネットワークを配置します。各RS-485 ネットワークはマスター装置と1つ以上のスレーブから構成されます。シングル・ツイスト・ペア上では両方向で、デバイスの通信方向が変化しますので、ネットワークは半二重通信を利用します。マスターは各スレーブ毎に指示を出します。また、必要に応じてレスポンスを待ちます。個々のスレーブ装置へ対応した通信はネットワーク上の各装置に別々のアドレスを割り当てることで行われます。以前の基準は 32 のノードまででしたが、最近のトランシーバとリピーターは 256 ノードのネットワークまでドライブ可能になっています。マスター装置が通信シーケンスを始めるときは最初にそのジェネレータをイネーブルにします。その後、データがRS-485 ネットワークかバス上に送られます。ネットワーク上のすべてのスレーブ装置はこの情報を得ます。スレーブ装置は自己のアドレスとマスター装置へ送られたアドレスがマッチするとリクエストを処理しそして必要に応じて応答を返します。スレーブ装置からのジェネレータを可能にする為にはマスターがジェネレータをディスエーブルにした後レシーバからの出力をイネーブルするための十分な時間がマスタ

一に与えられる様に注意して下さい。この例ではデータ方向がソフトウェアとタイミングによって厳密に制御されることに注目して下さい。

485-25A インターフェース・コンバータはジェネレータとレシーバを持っており、PC からの RTS 信号から制御信号を生成しています。この RTS 信号の状態はソフトウェアで制御する必要があります。インテグリティー・インストルメンツ社はこのためのデバイス・ドライバーを WEB からダウンロード出来るように用意しております。

インテグリティー・インストルメンツ社の 485-25E はジェネレータとレシーバをコントロールするのに次の方法を用いています。データ・フローと方向(受信又は、送信)の検出にはマイコンを使用しています。ビット・タイミングやジェネレータとレシーバの自動切換も同様にマイコンが行います。このデバイスを使用するときは、デバイスが送信モードから受信モードへ RS-485 トランシーバを切り替える前に、スレーブが応答しないことに注意を払って下さい。ジェネレータとレシーバ間のディレイ・タイムの合計を決定するのに使用される公式::

$(1/x)/y$

ここで x = RS-232 バイト・フレームを示します (例: x=10 の構成としてたとえば 1 スタート・ビット + 8 データ・ビット + 1 ストップ・ビット)

また, y = ビット/秒を示します (例: y=19200 又は, 19.2Kbps)

サンプル・アプリケーション (RS-422 4 線シングル・エンド)

フル・デュプレックスの 3 線式 RS-232 アプリケーションでは 2 つの 422-25A を使用することで簡単に拡張されます。(図#を参照) このケースは二つのデバイス間が数百フィート(100m とか)離れている場合です。ネットワークはアース・グラウンドのリターンとシールドの無い 2 つのツイスト・ペアで構築されます。この構成は視覚化にも比較的シンプルであることからわかりになると思います。この方法はまた 1 個の 422-25A で RS-232 ポートを経由して RS-422 デバイスをコントロールするのに用いることもできます。より複雑な例は、拡張 RS-232 5-ワイヤー・アプリケーションです。(図#を参照)。このアプリケーションではデータは Tx と Rx のラインによって転送されます。デバイスは RTS 信号を使用することが可能になり、そしてその操作上のステータスは CTS のライン上に返されます。この特殊なアプリケーション(長距離になると電力の位相などの各種の問題が発生します。)また性格上、グラウンド・ループの潜在的な問題があります。インテグリティー・インストルメンツ社の光学絶縁 RS-232 リピーター P/N 232-OPTx はグラウンド・ループの発生するいかなる可能性も取り除く事が可能で、2 つの回路を分離するために用いられます。トランジェントと RFI から配線をプロテクトするのと同様にリターンパス用にシールドが使用されます。