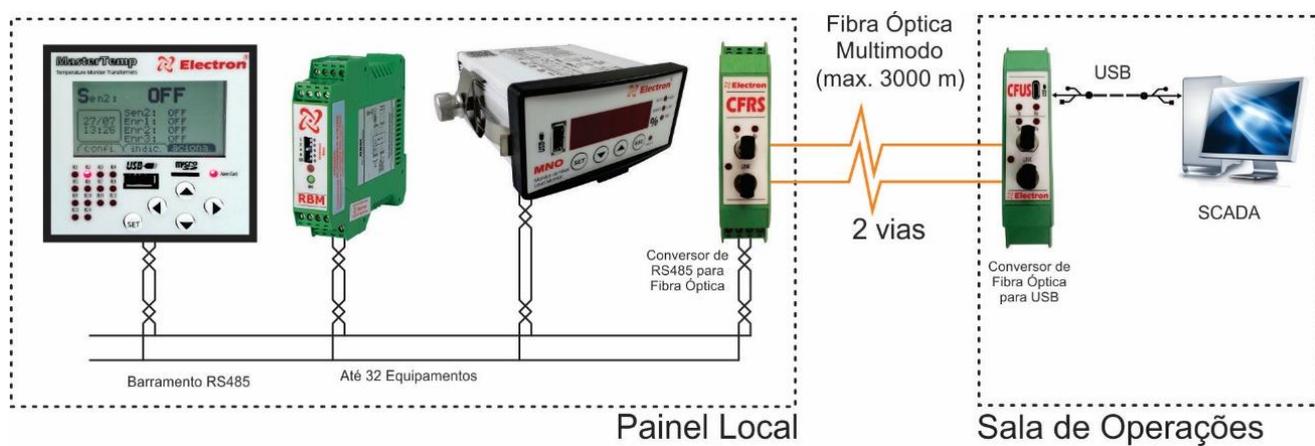


## REDE SERIAL EIA/TIA/RE-485-A



**ÍNDICE**

|   |    |
|---|----|
| ÍNDICE.....                                   | 1  |
| INTRODUÇÃO .....                              | 2  |
| HALF-DUPLEX.....                              | 3  |
| RESISTORES DE TERMINAÇÃO .....                | 4  |
| COMPRIMENTO x VELOCIDADE.....                 | 4  |
| CABEAMENTO.....                               | 5  |
| NIVEIS DE TENSÃO RS-485.....                  | 6  |
| CONECTORES.....                               | 7  |
| RECEPTOR À PROVA DE FALHA E POLARIZAÇÃO ..... | 7  |
| ATERRAMENTO E BLINDAGEM.....                  | 8  |
| CARACTERÍSTICAS GERAIS .....                  | 10 |
| REFERÊNCIAS.....                              | 11 |

## INTRODUÇÃO

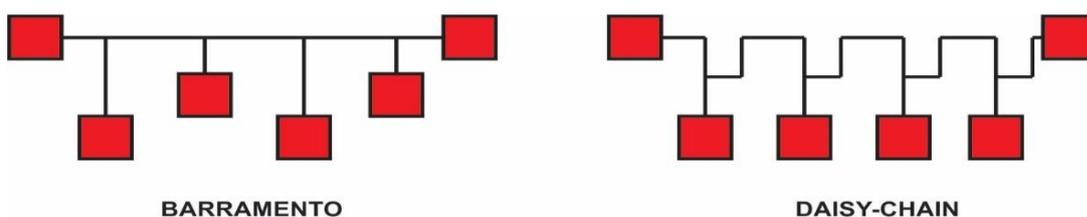
O objetivo deste artigo é introduzir conceitos básicos do padrão EIA/TIA/RS-485-A, o popular RS-485, afim de instruir o usuário com os principais aspectos de sua aplicação. Primeiramente, é importante ressaltar que o padrão da norma RS-485 não se trata de um Protocolo de Comunicação e sim de um padrão específico de detalhamento do meio-físico (Hardware) da rede de dados. As especificações da norma RS-485 são próprias para aplicações industriais e podem ser utilizadas em diversos Protocolos de Comunicação de Dados, como por exemplo o Modbus RTU, DNP 3, IEC-60870-5-101, Profibus DP, BACnet, CompoNet, EnDat, Optomux, Rockwell DH-485, BACnet MSTP e Biss. A implementação do padrão RS-485 em cada um destes Protocolos de Comunicação são diferentes entre si.

## EIA/TIA/RS-485

Devido ao crescimento exponencial das indústrias, o comitê EIA/TIA/RS-485 (*Electronic Industries Association / Telecommunications Industries Association / Recommended Standard - 485*) aprovou em 1983 a norma RS-485 no intuito de atender importantes requisições das indústrias oferecendo uma transmissão de dados eficiente por maiores distâncias e com alta velocidade. Sabendo que o padrão RS-485 é basicamente uma especificação para Drivers(transmissores), receptores e transceptores na rede física e detalhes como cabeamento, terminação, proteção e aterramento específicos. Uma das principais características da RS-485 é sua boa imunidade à surtos que podem interferir na comunicação. O padrão RS-485 Opera em half-duplex, um cabo com 1 par fios trançados que diminui a interferência causada por uma corrente induzida por linhas de campo magnético no meio de transmissão. Outra característica importante é que, diferente das demais, a RS-485 se comunica diretamente com 32 unidades de carga (32 Transmissores/Receptores/Transceptores) sem a necessidade de repetidores por uma distância de até 1.200 metros. Nem todos receptores, receptores ou drivers detém a mesma impedância, ou seja, o valor de consumo está abaixo de uma unidade de carga, comumente valores entre 1/2, 1/4 e 1/8 da carga unitária. Em termos de modelo de referência de sistemas abertos de interconexão, o padrão RS-485 se aplica somente a Camada Física. Outras características importantes são o baixo consumo de energia e robustez as falhas. Estes principais aspectos serão discutidos a seguir.

## TOPOLOGIA DE REDE RS-485

Dentre os tipos de topologia de rede, o padrão RS-485 recomenda duas configurações de topologia multipontos, sendo elas, Barramento e Daisy-Chain, conforme demonstrado na Figura 1. O dispositivo Mestre deverá ser alocado em uma das extremidades da rede. A ideia destas duas topologias em específico é minimizar a possibilidade colisão de sinais. Outras configurações de topologia como Estrela, Árvore, e Anel podem acarretar sérios problemas de comunicação. As configurações Barramento e Daisy-Chain permitem a remoção ou o acréscimo de dispositivos não influenciam na operação de outros dispositivos conectados à rede.



*Figura 1 – Topologias de Rede tipo Barramento e Daisy-Chain*

HALF-DUPLEX

O padrão RS-485 opera em modo Half-Duplex, ou seja, utiliza um cabo com dois fios trançados onde apenas uma operação por vez pode ser realizada no barramento. Portanto, Mestre e Escravo não operam simultaneamente no barramento. Desta maneira, a possibilidade colisão de dados diminui muito, pois apenas o mestre está direcionando o trafego de informações. Os escravos estão sempre “ouvindo” e apenas “respondem” aos requerimentos do mestre. Essa metodologia é comum em Protocolos de Comunicação como o Modbus RTU e Profibus DP, com apenas um Mestre e múltiplos Escravos interligados na rede.

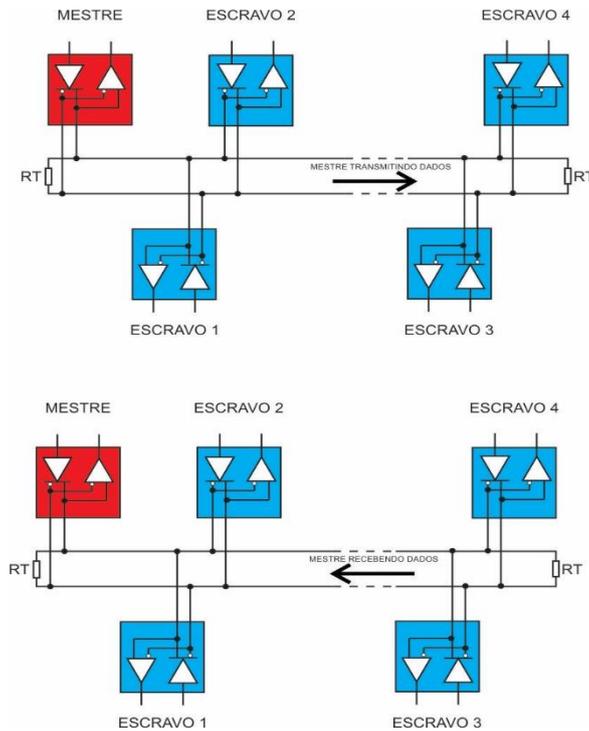


Figura 2 – Operação Half-Duplex

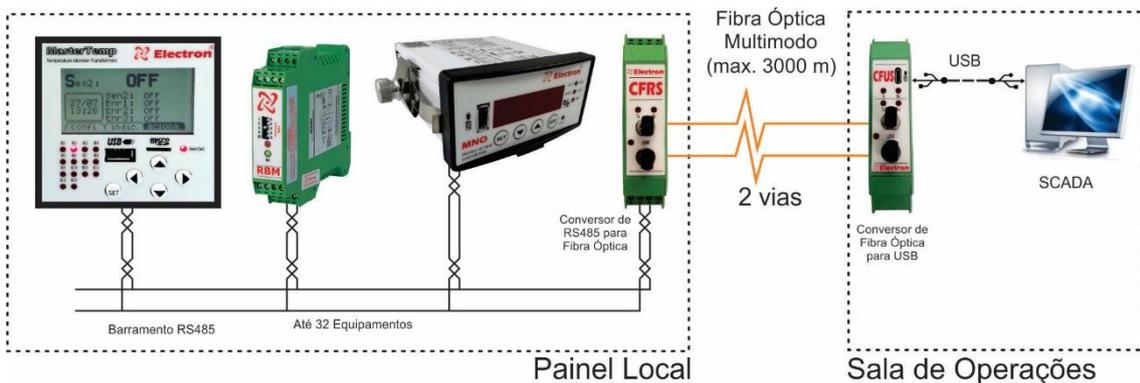


Figura 3 – Esquema de comunicação RS485 em Half-Duplex com supervisor SCADA, conversores e Slaves

## RESISTORES DE TERMINAÇÃO

Alguns dispositivos já contêm resistores em seu circuito interno e apenas precisam ser conectados aos extremos do barramento. Caso o dispositivo não contenha resistores de terminação internos, a norma RS-485 recomenda que se utilize cabos com impedância ( $Z_0$ ) de no mínimo  $120\Omega$  e a terminação adequada de resistores ( $RT$ ) nas extremidades precisam ser equivalentes a impedância de  $120\Omega$  do cabo, ou seja,  $RT = Z_0$ , afim de reduzir reflexões que causam erro de dados. Outro detalhe importante é, se o comprimento do cabo for curto ou se a velocidade de taxa de dados for pequena, a terminação pode ser desnecessária. Se a taxa de dados aumentar, a terminação torna-se um fator importante de implementação.

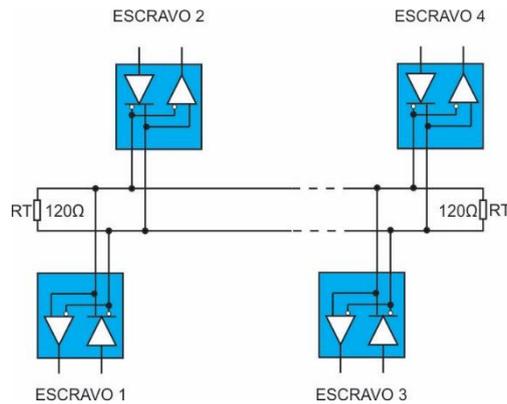


Figura 4 – Esquema de Resistores de Terminação

## COMPRIMENTO X VELOCIDADE

O comprimento máximo de barramento é limitado pela perda de sinal nas transmissões de linha e pela instabilidade de sinal em uma determinada faixa de dados. Ou seja, quanto maior for o comprimento da linha, menor será a velocidade da taxa de dados trafegando pelo meio físico. Pode se dizer que a qualidade da velocidade máxima da rede de transmissão de dados está atrelada as condições de instalação e também ao tipo de cabo que está sendo utilizado na rede. O gráfico da figura 5 demonstra a relação entre comprimento de cabo e velocidade de transmissão de dados.

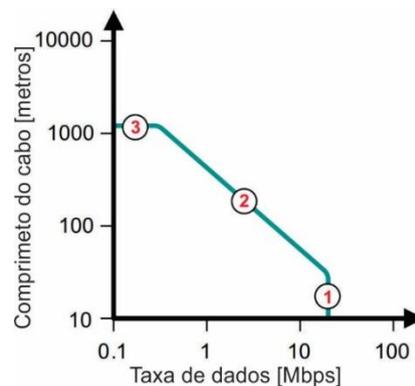
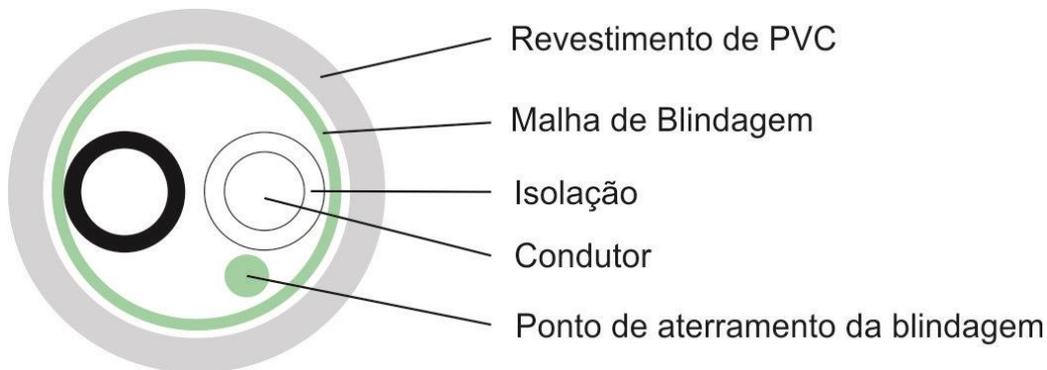


Figura 5 – Gráfico de Comprimento x Velocidade

No ponto 1, por exemplo, podemos notar que a velocidade máxima de taxa de dados é de 10Mbps caso o comprimento do cabo da rede seja de até 50 metros. É importante notar que a distância máxima definida pelo padrão RS-485 para uma comunicação confiável é de 1.219 metro.

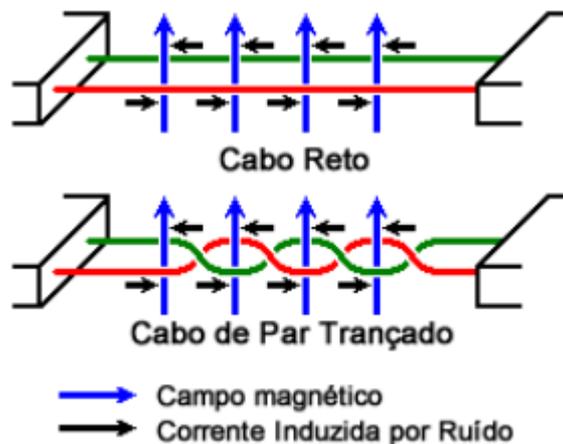
**CABEAMENTO**

O par de fios do cabo do padrão RS-485 devem estar trançados e blindados a fim de garantir que a rede é a imune a distúrbios (*Cabo STP - Shielded Twisted Pair – Par Trançado Blindado*). A questão da Blindagem será discutida adiante. Por ora, tomaremos nota da estrutura interna do cabo;



*Figura 6 – Identificações de um cabo tipo STP*

Na figura 6 a seguir, observar-se como se comportam um cabo em que o par de condutores não estão trançados (Cabo Reto) e um onde o par de condutores é trançado (Cabo de par trançado) quando ambos estão expostos à um campo eletromagnético (ruído).

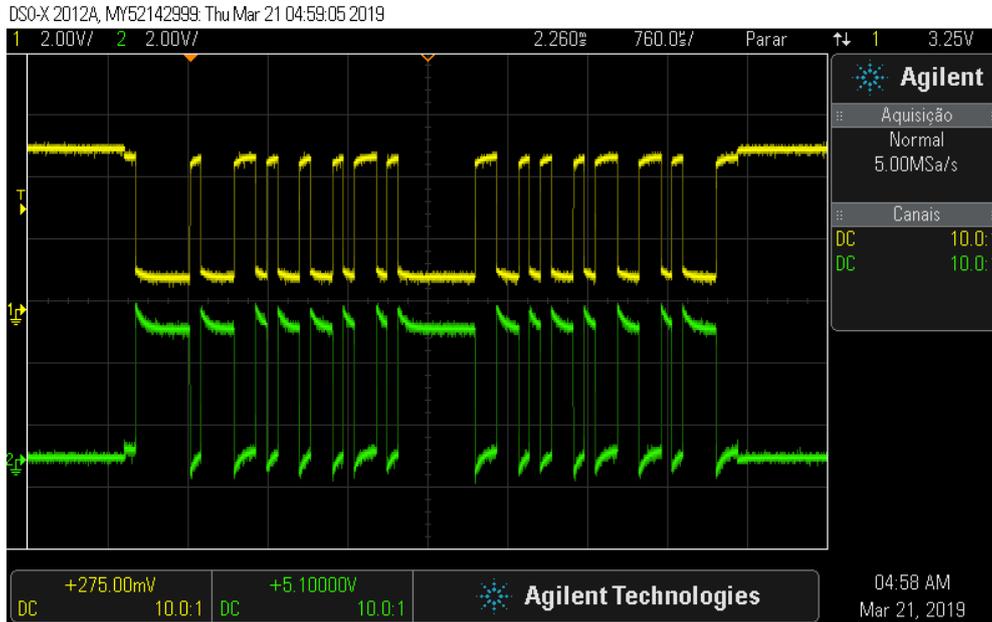


*Figura 7 – Influência de corrente induzida por surto em um Cabo Reto e um Cabo de Par Trançado*

A influência da corrente induzida pela linha de campo magnético (ruído) nos condutores do Cabo Reto causa um evidente looping de corrente. No entanto, o efeito da influência causada no cabo de par trançado, onde a direção corrente induzida provocada pelas linhas do campo magnético é oposto a direção dos dados diminuindo assim o fator de corrente induzida no Cabo de par Trançado.

## NIVEIS DE TENSÃO RS-485

Dois níveis complementares de voltagem são usados como sinais diferenciais que são imunes a ruídos elétricos. Isso torna o padrão RS-485 uma boa escolha para Automação, Controle de Motores de Indução e Segurança Eletrônica.



*Figura 8 – Forma de onda do sinal diferencial entre o positivo e negativo em relação ao sinal comum*

Os sinais diferenciais de cada um dos pares de fios da norma RS-485 que operam em half-duplex são identificados de maneiras variadas dependendo da terminologia adotada pela indústria. Os equipamentos desenvolvidos pela **Electron do Brasil** identificam o sinal positivo como “+” e o sinal negativo como “-”. Mas as denominações variam de A e B, D0 e D1, também fazem referência aos fios de sinal.



*Figura 9 – Fotografia da identificação RS-485 em um EP3 da Electron do Brasil*

## CONECTORES

Este tópico trata-se sobre a importância dos conectores. Sabendo que cabeamento de Fibra Ótica e Coaxial são de uso prático em indústrias, especificar os conectores é fácil. No entanto, com o cabeamento STP (*Shielded Twisted Pair – Par trançado blindado*), há muitas opções para conectores. O Padrão RS-485 não especifica conectores, as associações e fabricantes devem fazê-lo. Entretanto, por exemplo, as Organizações ModBus e BACnet não especificam quais devem ser os conectores de rede. Na prática, 3 escolhas de conectores são comuns.

A escolha tradicional são o RJ11 ou o RJ45 que fornecem muitos pinos para sinal e referência de terra. Alguns conectores RJ são blindados. Outro conector usado é o tipo múltiplo com parafusos que fornece todas as conexões necessárias, incluindo terminação.

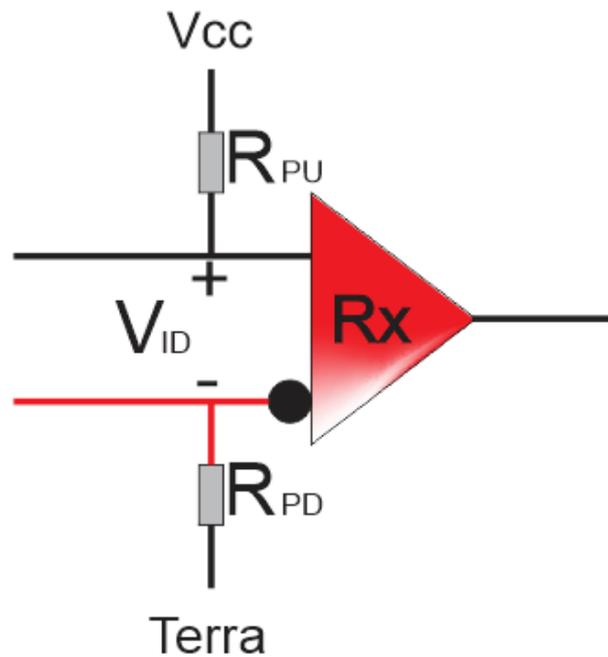


*Figura 11 – Conectores compatíveis com o padrão RS-485 (da esquerda para direita, RJ11, RJ45 e tipo múltiplo).*

## RECEPTOR À PROVA DE FALHA E POLARIZAÇÃO

O padrão RS-485 requer que os receptores reconheçam um estado ON (ligado) quando a diferença de tensão ( $V_a - V_b$ ) for mais positiva que +200mV e requer que os receptores reconheçam o estado OFF (desligado) quando a diferença de tensão está mais negativa que -200mV.

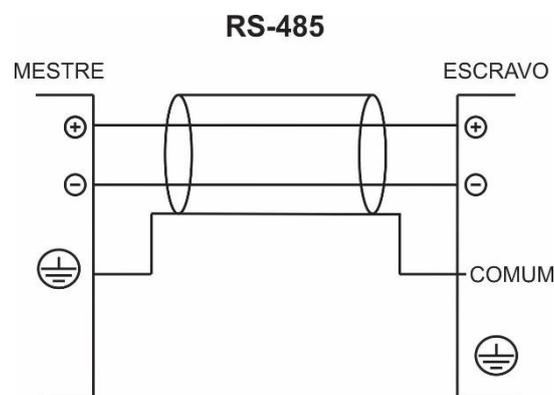
O padrão RS-485 não especifica o que os receptores devem interpretar se caso diferença de tensão ( $V_a - V_b$ ) esteja em qualquer valor **entre** -200mV e +200mV, que pode ser ocasionada se o receptor estiver desconectado do barramento ou se o Drive (Transmissor) não estiver ativo. O método mais simples de tornar-se um receptor à prova de falhas em casos de barramento aberto, é incluir um resistor tipo Pull-up na linha A e um resistor tipo Pull-Down na linha B, evitando assim a flutuação de sinal no barramento da rede, pois a diferença de tensão  $V_{id} = V_a - V_b < 200mV$ , tornando o estado do barramento ON e reconhecível para o receptor. É importante atentar-se na escolha dos resistores Pull-up e Pull-down para que os valores resistivos de ambos sejam fortes e capazes de validar a interpretação do estado ON (ligado) quando as linhas A e B estiverem abertas, porém, ao mesmo tempo, que sejam fracos o suficiente para não causar nenhuma influência significativa sobre a linha quando a rede estiver ativa. O resistor Pull-up para +5V deve ser aplicado a linha positiva e o resistor Pull-down dever ser aplicado a linha negativa e ao comum (terra) de outro dispositivo. A vantagem desta abordagem é que pode ser aplicada em qualquer segmento e em multipontos do barramento, portanto, pode ser distribuído em multipontos do barramento com uma porção desta polarização (pull-up e pulldown). A desvantagem é que a polarização está em função de quantos nós (dispositivos) estão conectados no barramento. Por exemplo, a polarização em poucos nós conectados pode não ser suficiente. Se houver muitos nós conectados ao barramento, a polarização pode acarretar em uma sobrecarga no barramento.



*Figura 11 – Esquema de ligação de Resistores Pull-up e Pull-down no receptor*

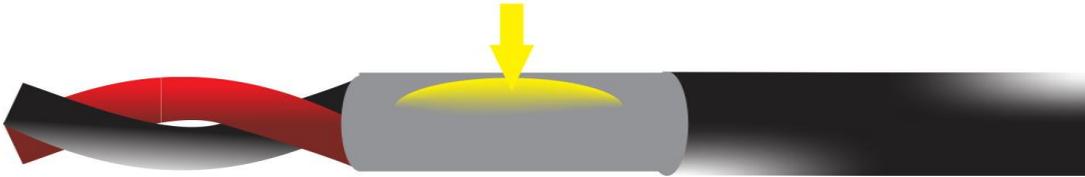
## ATERRAMENTO E BLINDAGEM

Sabe-se que o aterramento tem diferença de potencial significativa em diferentes locais em um ambiente industrial. Para diminuir esse problema o Padrão RS-485 de redes utiliza um fio de sinal comum (Terra) e uma malha de blindagem no cabo dos fios trançados. O fio de sinal comum percorre a rede conjuntamente com o cabo de par trançado entre cada dispositivo e fornece um nível de potencial de referência comum (terra) para os dispositivos interligados na rede RS-485, que do contrário, conduziriam sinais flutuantes no barramento. Em suma, o aterramento de sinal comum (terra) assegura que cada dispositivo da rede RS-485 tenha a mesma referência (0 Volts) e que não excedam os limites de voltagem do meio físico enquanto o mesmo estiver operando transmissão de dados.



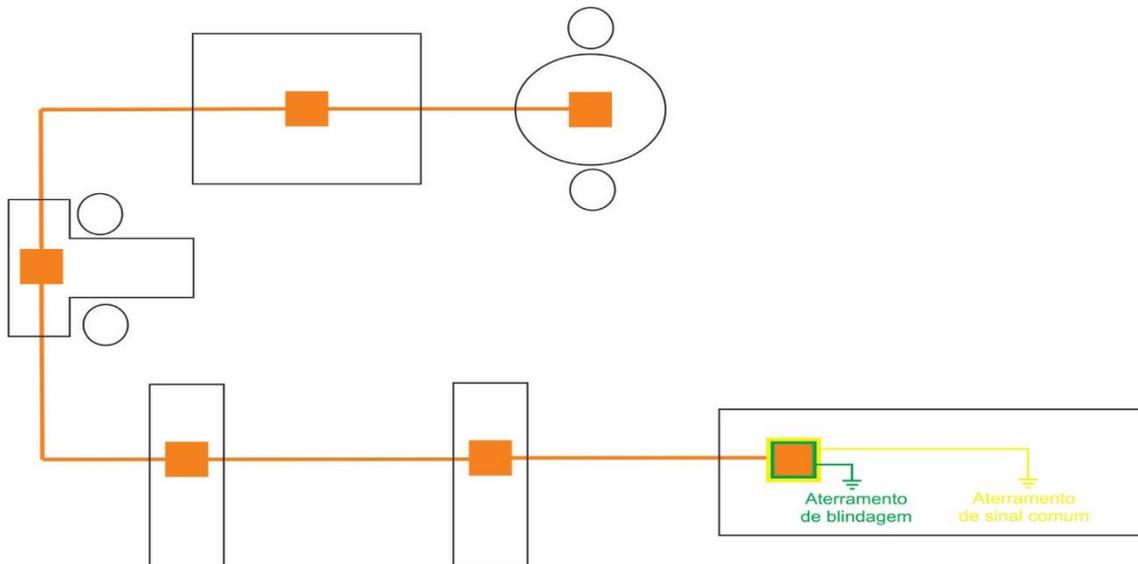
*Figura 12 – Fio de sinal comum acompanhando as linhas entre dispositivos da rede*

Também é típico que o cabo das linhas de comunicação contenham blindagem. Um revestimento de alumínio de fina espessura que cubra os fios de sinal. A blindagem precisa ser aterrada em apenas um ponto da rede. A malha atua como uma Gaiola de Faraday, prevenindo a perturbação de interferência eletromagnética externas nas linhas. Mesmo sabendo que um cabo com condutores trançados delimita ruídos externos, recomenda-se também que os cabos contenham blindagem.



*Figura 12 – malha de blindagem aterrada do cabo protegendo os fios contra interferências externas*

A blindagem deverá ser aterrada em apenas um ponto da rede, caso contrário, a blindagem aterrada em muitos pontos, poderá causar um looping que induzirá corrente na própria malha de alumínio gerando ruído elétrico nas linhas de sinal (fio “+” e fio “-“). Certifique-se também de alocar os cabos de rede em conduítes separados dos cabos de potência, pois há limites de quanta interferência elétrica externa (ruído) que um par de fios trançados e a blindagem podem suportar, no caso do padrão RS-485, os limites variam entre -7V e +12V



*Figura 13 – Pontos de Aterramento de Blindagem e de Sinal Comum*

**CARACTERÍSTICAS GERAIS**

A Tabela 1 evidencia as principais características do padrão RS-485 comparada as normas RS-232, RS-422 e RS-423.

| <b>CARACTERÍSTICAS</b>                           | <b>RS-232</b>              | <b>RS-422</b>      | <b>RS-423</b>       | <b>RS-485</b>       |
|--|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Número Máximo de Transmissores                   | 1                          | 1                  | 1                   | 32                  |
| Número Máximo de Receptores                      | 1                          | 10                 | 10                  | 32                  |
| Modo de operação                                 | Half-Duplex<br>Full-Duplex | Half-Duplex        | Half-Duplex         | Half-Duplex         |
| Topologia de rede                                | Ponto-a-Ponto              | Multiponto         | Multiponto          | Multiponto          |
| Comprimento Máximo de Rede                       | 15 metros                  | 1200 metros        | 1200 metros         | 1200 metros         |
| Velocidade de Comunicação de Dados a 12 metros   | 20Kb/s                     | 10Mb/s             | 100Kb/s             | 35Mb/s              |
| Velocidade de Comunicação de Dados a 1200 metros | 1Kb/s                      | 100Kb/s            | 10Kb/s              | 100kb/s             |
| Taxa de Variação Máxima                          | 30V/ $\mu$ s               | Inaplicável        | Ajustável           | Inaplicável         |
| Resistência de Entrada do Receptor               | 3.7K $\Omega$              | $\geq$ 4K $\Omega$ | $\geq$ 4K $\Omega$  | $\geq$ 12K $\Omega$ |
| Impedância de Carga do Transmissor               | 3.7K $\Omega$              | 100 $\Omega$       | $\geq$ 450 $\Omega$ | 54 $\Omega$         |
| Sensibilidade de Entrada do Receptor             | $\pm$ 3V                   | $\pm$ 200mV        | $\pm$ 200mV         | $\pm$ 200mV         |
| Range de entrada do Receptor                     | $\pm$ 15V                  | $\pm$ 10V          | $\pm$ 12V           | - 7V / + 12V        |
| Tensão Máxima de saída do Transmissor            | $\pm$ 25V                  | $\pm$ 6V           | $\pm$ 6 $\pm$       | - 7V / + 12V        |
| Tensão Mínima de saída do Transmissor            | $\pm$ 5V                   | $\pm$ 2.0V         | $\pm$ 3.6V          | $\pm$ 1.5V          |

*Tabela 1 – Relação de características entre as normas RS-232, RS-422, RS-423 e RS-485*

## REFERÊNCIAS

The RS-485 Design Guide, Texas Instruments. February 2008–Revised October 2016.

Application Report SNLA034B–August 1993–Revised April 2013

Application Note 847 FAILSAFE Biasing of Differential Buses

<https://www.citisystems.com.br/rs485/> <acesso em 19/03/2019>

<http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000109.pdf> <acesso em 20/03/2019>