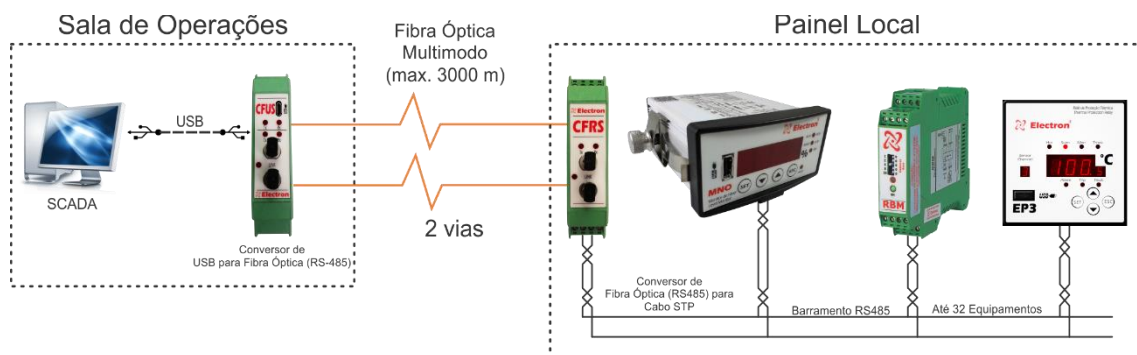


# REDE SERIAL EIA/TIA/RS-485-A



**ÍNDICE**

ÍNDICE.....	1
INTRODUÇÃO .....	2
HALF-DUPLEX.....	3
RESISTORES DE TERMINAÇÃO .....	4
COMPRIMENTO x VELOCIDADE.....	4
CABEAMENTO.....	5
NIVEIS DE TENSÃO RS-485.....	7
CONECTORES.....	8
RECEPTOR À PROVA DE FALHA E POLARIZAÇÃO .....	9
ATERRAMENTO E BLINDAGEM.....	10
CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	12
REFERÊNCIAS.....	13

## INTRODUÇÃO

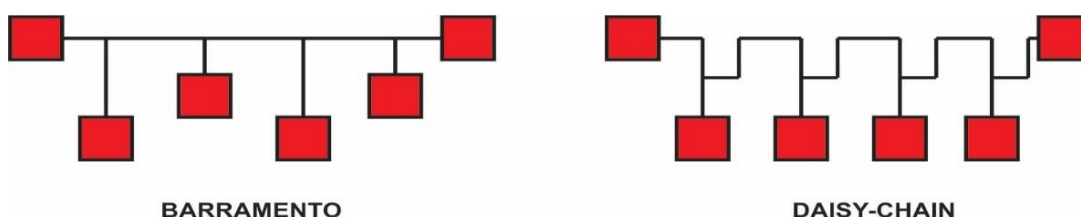
O objetivo deste artigo é introduzir conceitos básicos do padrão EIA/TIA/RS-485-A, o popular RS-485, afim de instruir o usuário com os principais aspectos de sua aplicação. Primeiramente, é importante ressaltar que o padrão da norma RS-485 não se trata de um Protocolo de Comunicação e sim de um padrão 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 tráfego 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.

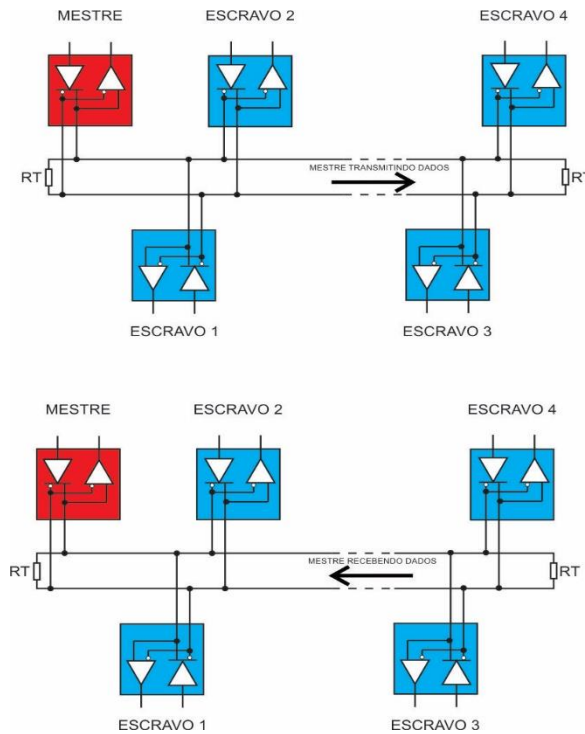


Figura 2 – Operação Half-Duplex

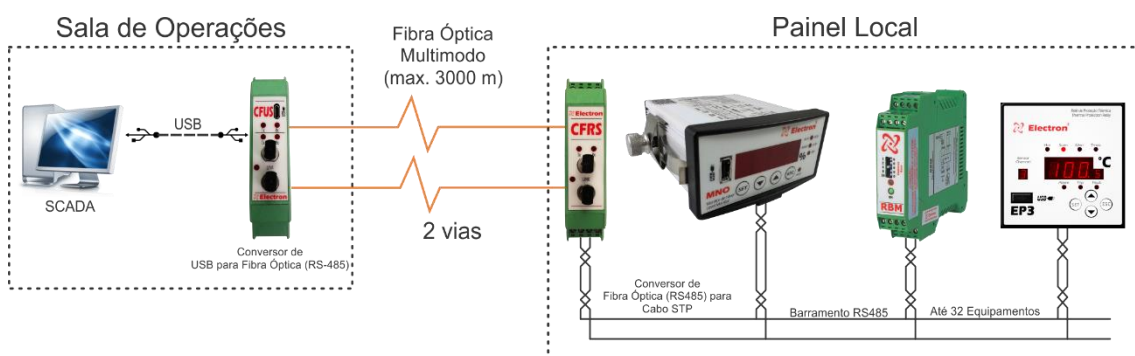


Figura 3 – Esquema de comunicação RS485 em Half-Duplex com supervisor SCADA, conversores e Escravos.

## 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.

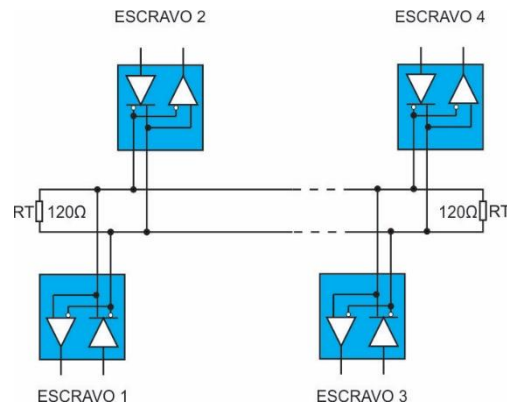


Figura 4 – Esquema de Resistores de Terminação

## 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.

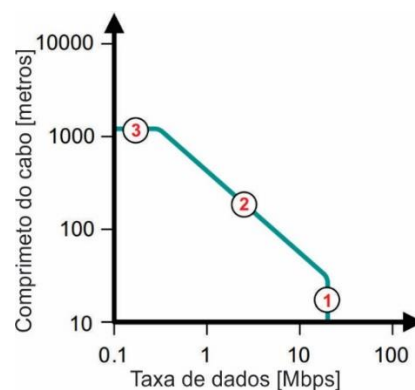
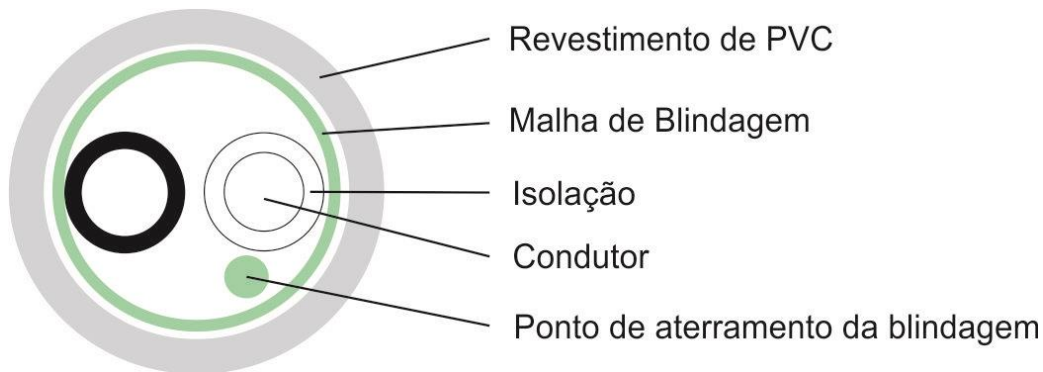


Figura 5 – Gráfico de Comprimento x Velocidade

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.

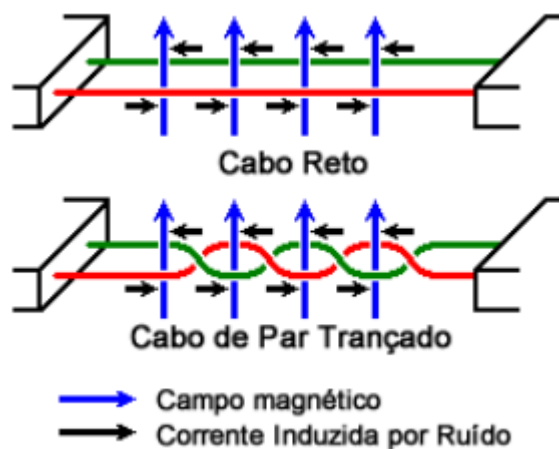
## CABEAMENTO

O par de fios do cabo do padrão RS-485 devem estar trançados e blindados a fim de garantir que a rede é 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 das camadas 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 oposta a direção dos dados diminuindo assim o fator de corrente induzida no Cabo de par Trançado.

Embora as redes de comunicação de dados utilizem o cabeamento metálico sejam largamente difundidas em plantas industriais, a implementação de cabeamento de fibra óptica vem ganhando seu espaço, substituindo o cabeamento metálico na conexão dos dispositivos da rede em ambiente industrial. O motivo da expressiva difusão da fibra óptica são as requisições dos sistemas modernos de automação industrial que vem exigindo estrutura e soluções que consigam balancear a tecnologia com estrutura capaz de fornecer informação com melhor custo/benefício, maior flexibilidade, eficiência e confiabilidade. Redes interligadas com cabeamento metálico possuem limitações que influem na sua capacidade de transmissão de dados por longas distâncias, além de sua vida útil estar intimamente atrelada à estrutura que está atribuída em ambientes sujeitos a ruídos elétricos.

Tomando como exemplo a Fibra Óptica multimodo, que é a mais comum em redes de dados, podemos analisar os materiais que compõem suas camadas físicas e sua capacidade de tráfego de dados. A fibra Óptica multimodo tem baixo custo e conseqüentemente os conversores de sinais também tem baixo custo. Mesmo sabendo que a Fibra multimodo é recomendada para comunicação de dados a curtas distâncias, comparada a máxima distância de um cabo metálico, a distância curta da aplicação da fibra multimodo é quase três vezes maior que a distância máxima de outras aplicações (Coaxiais, Wireless e de condutores metálicos).



*Figura 8 – Camadas da estrutura interna do cabo de fibra óptica*

Entre os prós e contras na aplicação de fibra óptica em redes industriais podemos destacar os tópicos mais levantados, tais como:

Vantagens:

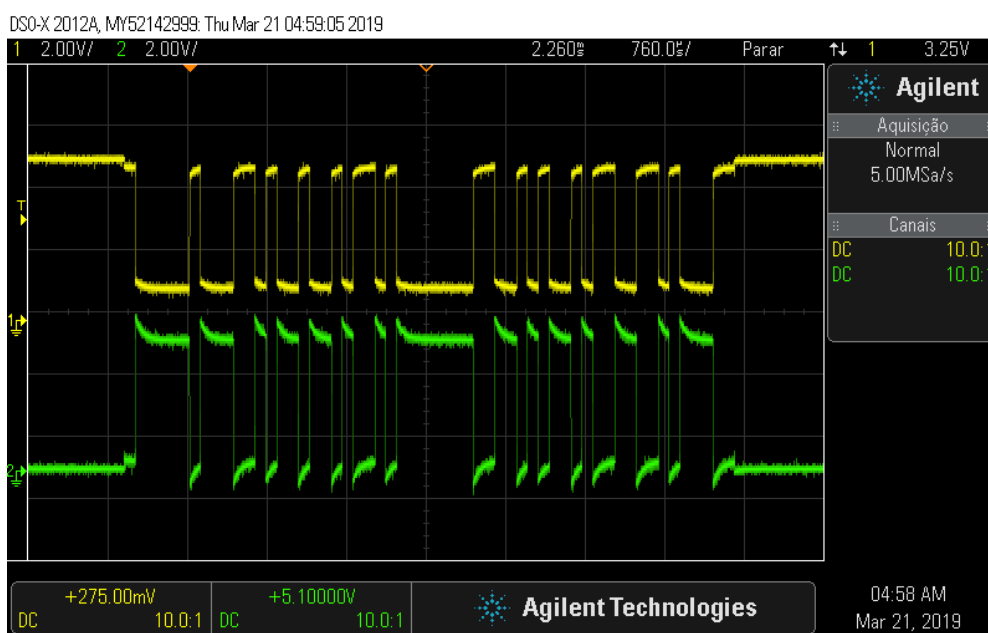
- Alta imunidade a interferências eletromagnéticas e distúrbios, pois a fibra não conduz corrente induzida. Assim, a confiabilidade de transmissão é maior pois a integridade dos dados é preservada;
- Devido a largura de banda da fibra óptica é alta, a taxa de transmissão de dados; também é, ou seja, a velocidade da conexão é maior em relação a outros cabos;
- O baixo número de repetidores ao longo da rede, pois a atenuação de dados é baixa;
- Imune a altas diferenças de potencial;
- O diâmetro externo do cabo é muito menor quando comparado com os convencionais. A influência deste aspecto otimiza questões como flexibilidade, menor ocupação de espaço físico, baixo custo logístico e de armazenamento;

Desvantagens:

- Talvez a principal desvantagem, é a dificuldade em realizar emendas no cabeamento. Em determinadas ocasiões, é necessário realizar uma emenda para complementar um enlace em específico. E uma emenda requer uma metodologia modernizada comparada a tradicional nos fios de condutores de cobre. Dentre os tipos de emenda existe a Óptica por fusão, Ótica Mecânica e Ótica por Conectorização. Cada qual com sua característica específica, mas podemos destacar a mais comum – Óptica por Fusão – que consiste em “fundir” uma fibra a outra através de uma maquina desenvolvida apenas para esta função;
- Fragilidade das fibras sem encapsulamento;
- O lado negativo da fibra não conduzir corrente é que impossibilita a alimentação remota de equipamentos de campo, que acrescentaria mais uma aplicação interessante de seu uso;
- Alto custo de construção;

### 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.

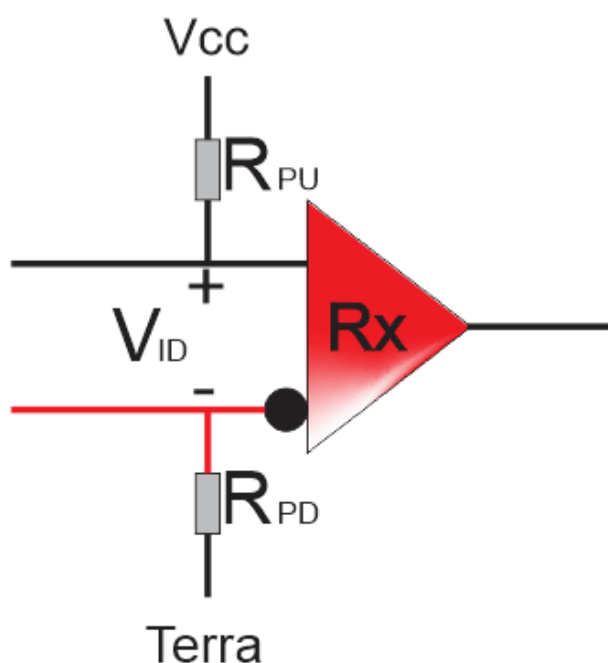


*Figura 11 – Conectores compatíveis com o padrão RS-485 (da esquerda para direita, RJ11, RJ45 e tipo múltiplo).*

## 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.

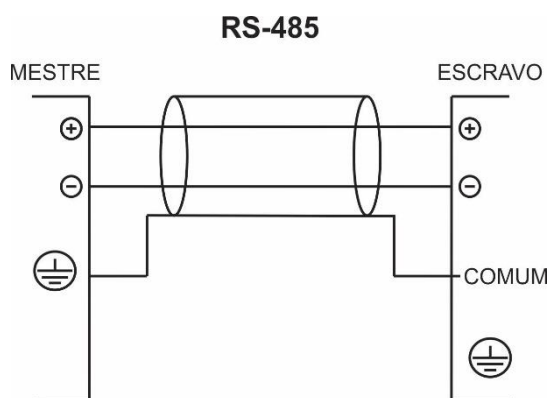
O padrão RS-485 não especifica o que os receptores devem interpretar se caso diferença de tensão ( $V_a - V_b$ ) esteja em qualquer valor **entre** -200mV e +200mV, que pode ser ocasionada se o receptor estiver desconectado do barramento ou se o Drive (Transmissor) não estiver ativo. O método mais simples 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  $V_{id} = V_a - V_b < 200\text{mV}$ , 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 deve 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*

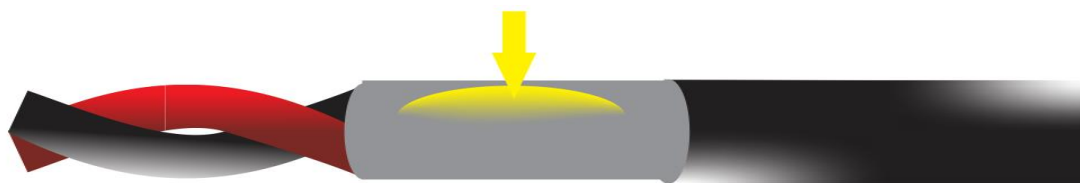
**ATERRAMENTO E BLINDAGEM**

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.



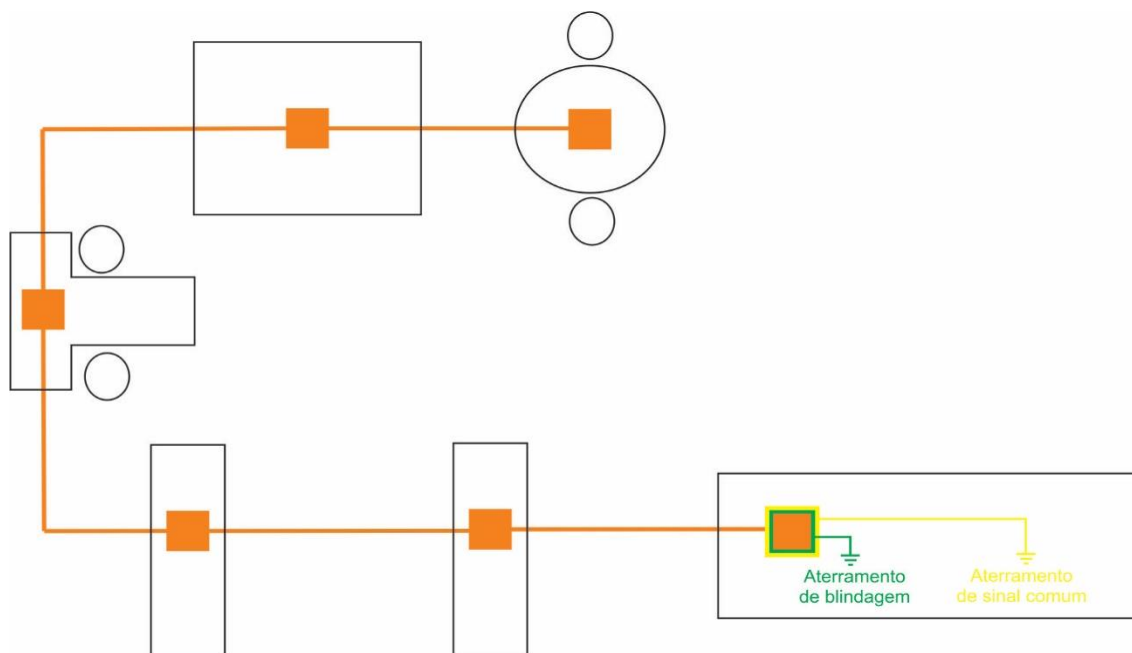
*Figura 12 – Fio de sinal comum acompanhando as linhas entre dispositivos da rede*

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.

CARACTERÍSTICAS	RS-232	RS-422	RS-423	RS-485
Número Máximo de Transmissores	1	1	1	32
Número Máximo de Receptores	1	10	10	32
Modo de operação	Half-Duplex 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

[www.citisystems.com.br/rs485/](http://www.citisystems.com.br/rs485/) <acesso em 19/03/2019>

[www.promelsa.com.pe/pdf/1000109.pdf](http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000109.pdf) <acesso 20/03/2019>

[www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_fibras\\_opticas.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_fibras_opticas.php) <acesso em 04/04/2019>

[www.jefferson.ind.br/conteudo/fibras-opticas-uso-em-automacao-industrial.html](http://www.jefferson.ind.br/conteudo/fibras-opticas-uso-em-automacao-industrial.html) <acesso em 04/04/2019>