

Conceitos Básicos de RS485 e RS422

INTRODUÇÃO

As normas RS485 e RS422 definem esquemas de transmissão de dados balanceados que oferecem soluções robustas para transmitir dados em longas distâncias em ambientes ruidosos. Estas normas não definem qual o protocolo a ser utilizado para a comunicação dos dados, e são adotadas como especificação da camada física de diversos protocolos, como, por exemplo, Modbus, Profibus, DIN-Measurement-Bus e muitos outros.

Todos os aparelhos da Novus que possuem comunicação serial por barramento utilizam o padrão RS485, devido às vantagens que o mesmo apresenta em ambientes industriais. Por ser amplamente difundido, é bem aceito em todas as partes do globo.

Apesar de estarem sendo utilizadas há bastante tempo, é muito comum haver dúvidas nos usuários de redes baseadas em RS485 e RS422. Dessa forma, este documento se propõe a apresentar uma breve explicação de tópicos importantes para o projeto, análise e instalação de redes de comunicação utilizando um barramento RS485 ou RS422.

TIA/EIA-422

A norma TIA/EIA-422, conhecida popularmente como RS422, descreve uma interface de comunicação operando em linhas diferenciais capaz de interligar um dispositivo transmissor a até 10 receptores. O meio físico definido para a RS422 são dois pares trançados, sendo um utilizado para comunicação no sentido do transmissor (usualmente o mestre) para os receptores (usualmente escravos). O segundo par trançado é utilizado para comunicação dos escravos para o mestre. Como múltiplos escravos precisam transmitir através de um mesmo par de fios, estes precisam comutar seus transmissores de forma que em um mesmo instante de tempo, somente o transmissor de um escravo esteja ativo. A utilização de dois pares permite que no mesmo instante de tempo ocorram transmissão e recepção de dados entre o mestre e um escravo. A possibilidade de transmissão e recepção simultânea caracteriza a RS422 como full-duplex.

TIA/EIA-485

A norma TIA/EIA-485, conhecida popularmente como RS485, descreve uma interface de comunicação operando em linhas diferenciais capaz de se comunicar com 32 “unidades de carga”. Normalmente, um dispositivo transmissor/receptor corresponde a uma “unidade de carga”, o que faz com que seja possível comunicar com até 32 dispositivos. Entretanto, existem dispositivos que consomem frações de unidade de carga, o que aumenta o máximo número de dispositivos a serem interligados. O meio físico mais utilizado é um par trançado. Através deste único par de fios, cada dispositivo transmite e recebe dados. Cada dispositivo aciona o seu transmissor apenas no instante que necessita transmitir, mantendo-o desligado no resto do tempo de modo a permitir que outros dispositivos transmitam dados. Em um determinado instante de tempo, somente um dispositivo pode transmitir, o que caracteriza esta rede como half-duplex.

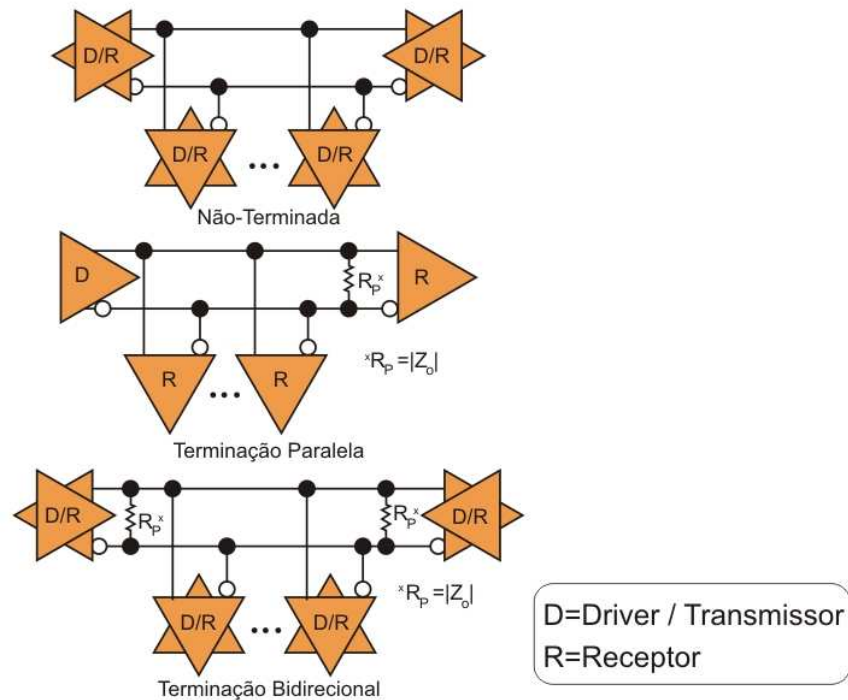
Uma rede RS485 pode também utilizar 2 pares trançados, operando no modo full-duplex, totalmente compatível com RS422.

LINHAS DE COMUNICAÇÃO BALANCEADAS

Tanto a RS485 quanto a RS422 se caracterizam pela utilização de um meio de comunicação diferencial (ou balanceado), denominado par trançado. Os circuitos transmissores e receptores adotados nestas interfaces utilizam como informação a diferença entre os níveis de tensão em cada condutor do par trançado. Os códigos binários são identificados pela polaridade (+ ou -) da diferença de tensão entre os condutores do par, ou seja, quando a tensão no condutor “+” for maior que no condutor “-”, é caracterizado um nível lógico “1”; quando, ao contrário, a tensão no condutor “-” for maior que no condutor “+”, é caracterizado um nível lógico “0”. Uma margem de ruído de $\pm 0,2$ V é definida para aumentar a tolerância a interferências. Esta técnica resulta no cancelamento de ruídos induzidos no meio de transmissão, pois se o mesmo ruído é induzido nos 2 condutores, a diferença de tensão entre eles não se altera e a informação é preservada. A interferência eletromagnética emitida por um barramento de comunicação diferencial é também menor que a emitida por barramentos de comunicação não-diferenciais.

RESISTORES DE TERMINAÇÃO

A teoria de comunicações descreve a necessidade de terminação de linhas de comunicação com um valor de impedância correspondente à impedância característica da linha de transmissão. A correta terminação atenua reflexões que distorcem os dados transmitidos, aumentando os limites de velocidade e/ou comprimento da rede. Alguns métodos de terminação disponíveis estão representados na figura a seguir.



Redes não-terminadas são baratas, de menor consumo e simples de implementar. A desvantagem clara é que as taxas de comunicação devem ser lentas ou os cabos curtos o bastante para manter a rede confiável. Redes com cabos curtos (até 100 m) e operando a baixa velocidade (até 19200 bps) operam adequadamente mesmo sem a utilização de resistores de terminação.

A terminação paralela oferece excelentes taxas de comunicação, mas é limitada a redes com um único driver, onde um dispositivo fala e os demais apenas escutam, como é o caso de cada um dos pares de redes RS422 ou RS485 full-duplex. Nesses casos, o driver deve ser posicionado em uma extremidade da rede e o resistor de terminação na outra.

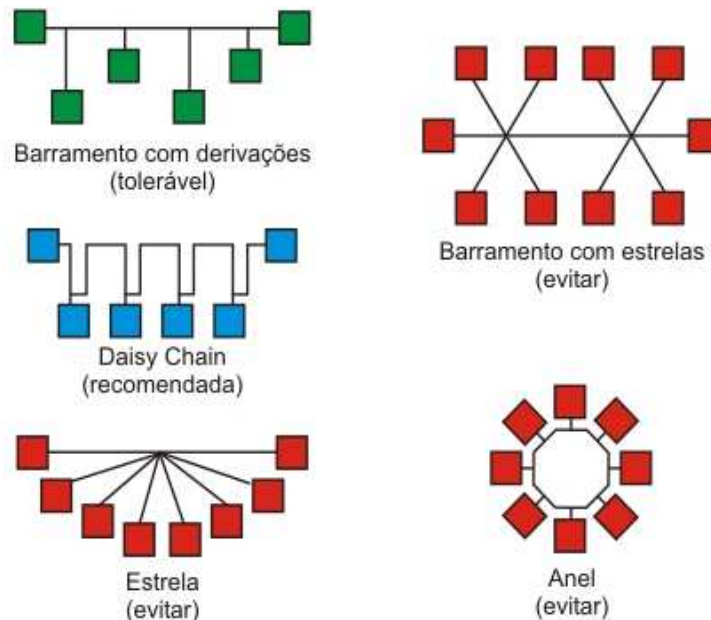
O terceiro método é a terminação bidirecional, que oferece uma excelente integridade do sinal. Com esta técnica, os drivers podem estar localizados em qualquer ponto da rede. A desvantagem é que o consumo da rede aumenta. Este é, seguramente, um dos métodos mais confiáveis de terminação.

A impedância característica de um par trançado é de aproximadamente 120 ohms, sendo este um valor adequado para o resistor de terminação a ser instalado.

O último assunto relacionado à terminação é o que fazer com os condutores não usados em um cabo de dados. Condutores não usados poderão auto-ressonar e acoplar ruído aos condutores de dados. Se eles forem deixados abertos, eles irão ressonar em todos os tipos de frequências; se forem aterrados em uma extremidade, irão ressonar em $L/2$ ("L" é o comprimento do cabo); se forem aterrados nas duas extremidades, irão ressonar em $L/4$. A melhor maneira de minimizar a energia de um condutor não utilizado é dissipá-la em forma de calor. Para tanto, deve-se colocar resistores de terminação em ambas as extremidades do condutor para o terra (uma terminação bidirecional). Os resistores devem possuir um valor igual à impedância característica da linha, ou seja, em torno de 120 ohms. Uma melhor alternativa é utilizar cabos em que não sobrem condutores.

TOPOLOGIA

Enquanto a velocidade for relativamente baixa e as distâncias relativamente curtas, a influência da topologia da rede em seu desempenho não é significativa. Contudo, quando os efeitos de linhas de transmissão começam a aparecer, há apenas uma topologia simples que permite gerenciar estes efeitos. A figura a seguir mostra alguns tipos de topologias. Apenas no tipo "daisy chain", onde todos os dispositivos são conectados diretamente aos condutores da linha de comunicação principal, é fácil controlar as reflexões causadoras de erros de comunicação.



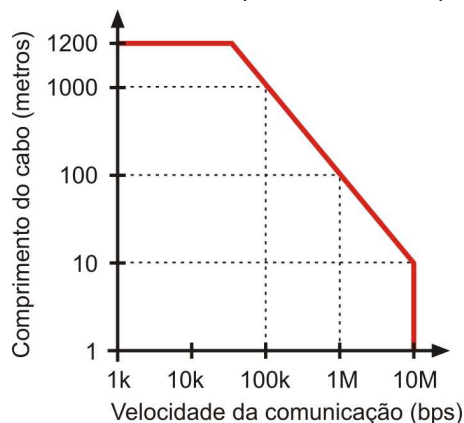
Isso não significa que seja impossível implementar uma rede funcional com outra topologia. Entretanto, na prática, controlar as reflexões em uma rede tipo estrela (por exemplo) é mais uma arte do que ciência.

Ao utilizar o barramento com derivações, é recomendável que o comprimento das derivações que interligam cada dispositivo à linha de comunicação principal seja o menor possível (muito menores que o comprimento do barramento principal).

LIMITES DE DISTÂNCIA E VELOCIDADE

Tanto a RS422 quanto a RS485 especificam um comprimento máximo de 1200 metros para os cabos de comunicação. A velocidade máxima de comunicação (em bits por segundo – bps) depende de características dos equipamentos instalados, da capacitância dos cabos de comunicação e dos resistores de terminação instalados. Como regra geral, quanto mais longos os cabos, menor deve ser a velocidade de comunicação. Como orientação, não se deve esperar problemas de comunicação quando o produto entre o comprimento dos cabos (em metros) e a velocidade de comunicação (em bits por segundo - bps) for menor que 10^8 (100.000.000).

A figura a seguir ilustra o compromisso entre a velocidade da comunicação e o comprimento máximo do cabo. A performance de um sistema irá variar de acordo com o tipo de cabo, terminações, topologia da rede, interferências presentes no ambiente e qualidade dos transmissores e receptores de cada dispositivo da rede.



NÚMERO MÁXIMO DE DISPOSITIVOS NA REDE RS485

A RS485 não define o número máximo de dispositivos interligados em uma rede, e sim uma série de parâmetros que podem ser utilizados para o cálculo deste limite. Alguns destes parâmetros são os seguintes:

- Limite inferior para a resistência de carga resultante no barramento.
- Valor de resistência que cada dispositivo da rede representa no barramento, denominada “Carga Unitária” (15 kΩ).
- Valor mínimo de corrente que o driver (transmissor) de um dispositivo RS485 deve ser capaz de fornecer.

A partir destes dados e considerando a necessidade de resistores de terminação nos dois extremos do barramento (correspondentes a 60 Ω), pode ser calculado o limite de 32 dispositivos com carga unitária para um barramento de comunicação RS485.

Atualmente são comercialmente disponíveis equipamentos RS485 com carga inferior à unitária, sendo usuais os valores de 1/2, 1/4 e 1/8 da carga unitária. Para ampliar o número de dispositivos de uma rede RS485 para 256, uma solução possível é utilizar apenas dispositivos com 1/8 da carga unitária.

Em aplicações menores, onde o comprimento dos cabos da rede é pequeno e/ou a velocidade de comunicação é baixa, pode ser possível eliminar os resistores de terminação. Isto permite aumentar a capacidade de dispositivos da rede de 32 para 282 dispositivos! É claro que a operação confiável nesta condição não é garantida.

ATERRAMENTO / INTERLIGAÇÃO DO COMUM

Este é talvez o tópico menos compreendido e que causa maiores problemas na instalação de redes RS485. Linhas de transmissão diferenciais utilizam como informação apenas a diferença de potencial existente entre os 2 condutores do par trançado, independente da diferença de potencial que eles apresentam em relação ao referencial de tensão (comum ou terra). Isto permite que múltiplos sistemas se comuniquem mesmo que uma referência de potencial comum entre eles não seja estabelecida.

No entanto, os circuitos eletrônicos de transmissão e recepção podem ser danificados se o par trançado apresentar um potencial excessivamente elevado em relação ao referencial (comum ou terra). A norma TIA/EIA-485 especifica que a máxima diferença de potencial entre os equipamentos da rede deve estar entre -7V e +12V, enquanto a norma TIA/EIA-422 especifica estes limites entre -7V e +7V. Diferenças de potencial acima destes limites são usuais quando múltiplos dispositivos isolados eletricamente entre si são interligados apenas pelos pares diferenciais de comunicação.

A utilização de aterramento nos dispositivos, apesar de ajudar, não soluciona o problema em todas as situações, pois em uma instalação industrial típica a diferença de potencial entre aterramentos de locais afastados pode ser de muitos volts, podendo chegar a centenas de volts na ocorrência de descargas atmosféricas. A melhor solução para evitar a queima dos circuitos de comunicação é adotar um condutor adicional que interligue o comum (ou terra) de todos os dispositivos da rede.

A utilização de cabo blindado é recomendada sempre que o custo mais elevado deste tipo de cabo não for um problema. A utilização de cabo blindado com a malha adequadamente aterrada torna a rede mais imune a interferências externas mesmo quando o cabo é instalado próximo a fontes de ruído elétrico, como inversores de frequência, máquinas de solda, chaves eletromagnéticas e condutores de alimentação CA.

Para reduzir custos, pode ser utilizado cabo trançado sem malha de blindagem, mas este deve ser instalado separado de condutores de alimentação CA e distante de fontes de ruído elétrico.

CONEXÕES

As conexões dos dispositivos são efetuadas conforme o tipo de rede que se deseja implementar: RS422, RS485 a 2 fios ou RS485 a 4 fios. Para a ligação dos barramentos de comunicação entre os dispositivos da rede, deve-se utilizar cabo tipo par trançado, tendo o cuidado de interconectar os terminais ‘Comum’ de todos os dispositivos da rede. A bitola mínima recomendada para os condutores de comunicação é 24 AWG (0,2 mm²).



A adoção de um condutor adicional para interligação do comum de todos os dispositivos da rede é altamente recomendada. A não observância desta recomendação pode resultar na queima dos circuitos de comunicação de um ou mais equipamentos da rede

Equipamentos RS485 ou RS422 de diferentes fabricantes e modelos identificam de forma distinta os terminais de comunicação. Na tabela a seguir estão mostradas as equivalências dos termos mais comuns.

IDENTIFICAÇÕES MAIS POPULARES PARA RS485 E RS422	D	$\bar{D}$
	D1	D0
	B	A
	D+	D-

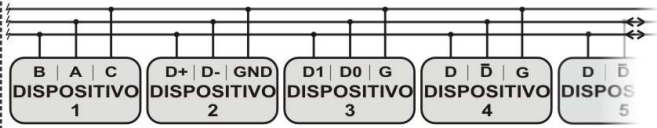
RS485 HALF-DUPLEX (2 FIOS)

Esta é a forma mais popular de utilização da RS485. Um único par de fios é utilizado para transmissão e recepção de dados. Múltiplos dispositivos são ligados na forma de um barramento, conforme ilustra a figura a seguir. Diferentes dispositivos RS485 utilizam diferentes notações para indicar a forma correta de ligação do par diferencial de comunicação. Na figura a seguir são apresentadas algumas das notações utilizadas.

PC e Conversor Gerenciando a Rede



Barramento RS485



O terminal comum deve ser interligado aos terminais correspondentes de cada dispositivo, de forma a garantir o equilíbrio de tensão entre eles. Caso o condutor comum não seja instalado entre todos os dispositivos, todos devem ser adequadamente aterrados segundo as recomendações do fabricante de cada equipamento da rede. Esta exigência resulta na utilização de um terceiro fio, que apesar de não participar do processo de comunicação, é essencial para garantir a integridade elétrica dos equipamentos da rede.

A necessidade de utilização de resistores de terminação depende do comprimento total do barramento de comunicação e da velocidade de comunicação utilizada.

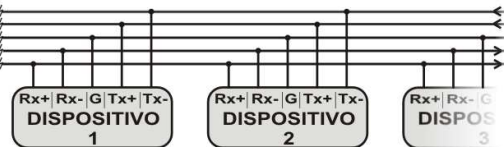
RS485 FULL-DUPLEX (4 FIOS)

Nesta forma de ligação são utilizados dois pares de fios para a comunicação. Por um par de fios trafegam os dados transmitidos no sentido Conversor→Dispositivos da rede (par de transmissão do conversor) e pelo outro par os dados transmitidos no sentido Dispositivos da rede→Conversor (par de recepção do conversor). Múltiplos dispositivos são ligados na forma de um barramento, conforme ilustra a figura a seguir.

PC e Conversor Gerenciando a Rede



Barramento RS485



O terminal comum deve ser interligado aos terminais correspondentes de cada dispositivo, de forma a garantir o equilíbrio de tensão entre eles. Caso o condutor comum não seja instalado entre todos os dispositivos, todos devem ser adequadamente aterrados segundo as recomendações do fabricante de cada equipamento da rede. Esta exigência resulta na utilização de um quinto fio, que apesar de não participar do processo de comunicação, é essencial para garantir a integridade elétrica dos equipamentos da rede.

A necessidade de utilização de resistores de terminação depende do comprimento total do barramento de comunicação e da velocidade de comunicação utilizada.

RS422

A ligação já descrita para a RS485 full-duplex (4 fios) atende e supera as especificações da interface RS422. Utilize esta forma de ligação em um sistema de comunicação RS422.

REFERÊNCIAS TÉCNICAS

Parte deste texto se baseia nas referências a seguir, onde informações adicionais podem ser obtidas:

Perrin, Bob. **The Art and Science of RS-485**. Circuit Cellar Magazine, Jul. 1999.

Dallas/Maxim Semiconductor. **Guidelines for Proper Wiring of an RS-485 (TIA/EIA-485-A) Network**. Application Note 763, Jul. 2001.

Soltero, Manny; Zhang, Jing; Cockrill, Chris. **422 and 485 Standards Overview and System Configurations**. Application Report SLLA070C, Texas Instruments, Jun. 2002

Texas Instruments. **Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) – Design Notes**. Jun. 2002.

Gingerich, Kevin. **The RS-485 unit load and maximum number of bus connections**. Texas Instruments, 2004.

Stanek, Jan. **Introduction to RS 422 & RS 485**. HW Server, Czech Republic, 1998.