

Como está o desenvolvimento do padrão single-pair Ethernet (SPE)? Quais são as principais características dessa tecnologia e como está a normalização de cabeamento para SPE?

Paulo S. Marin

Doutor em EMI/EMC, especialista em infraestrutura de TI

Coordenador da CE 003:046.005 ABNT/Cobei

(Artigo publicado na revista RTI, Ano XXV, Nº 289, junho/2024 – Interface)

O *single-pair* Ethernet (SPE) é um padrão que estabelece métodos para a comunicação entre dispositivos baseados em protocolos de camada física Ethernet, normalmente algum tipo de CSMA (carrier sense multiple access), e descreve a transmissão no padrão Ethernet por um único par balanceado de cobre.

Além da transmissão de dados via Ethernet, o SPE também permite a alimentação simultânea de dispositivos terminais via PoDL (*power over data line*). Como sabemos, o padrão Fast Ethernet (100 Mb/s) utiliza dois pares balanceados e o padrão Gigabit Ethernet (1Gb/s), quatro. Um dos benefícios da tecnologia SPE é exatamente oferecer um método de conexão simplificado para as tecnologias de rede local, inclusive aplicações de alta velocidades.

Potencialmente, a tecnologia SPE traz novas possibilidades e campos de aplicação para o padrão Ethernet, especialmente em ambientes industriais. No entanto, é importante esclarecer, que essa não é a única aplicação para SPE. Essa tecnologia tem potencial para utilização em automação predial, algumas implementações IoT (internet of things), além de outras aplicações, inclusive em ambientes corporativos e pode conviver com sistemas de cabeamento estruturado convencionais, pois opera em pares balanceados.

O IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) é responsável pela padronização nesse setor e há padrões já aprovados para SPE e outros em desenvolvimento. De forma geral, os padrões SPE estabelecem a transmissão Ethernet em diferentes velocidades, entre 10 Mb/s e 10 Gb/s, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Padrões IEEE para single-pair Ethernet

Padrão	Velocidade de transmissão	Distância máxima de transmissão (m)	Modo de transmissão	Tipo de cabo
IEEE 802.3cg (10BASE-T1L)	10 Mb/s	1000	Full duplex	U/UTP e F/UTP
IEEE 802.3bw (100BASE-T1)	100 Mb/s	50	Full duplex	U/UTP e F/UTP
IEEE 802.3bp (1000BASE-T1)	1000 Mb/s	15	Full duplex	U/UTP e F/UTP
IEEE 802.3ch (MultiGigBASE-T1)	2,5/5/10 Gb/s	15	Full duplex	U/UTP e F/UTP

Single-pair Ethernet em ambientes industriais

A infraestrutura de cabeamento em redes industriais está na base da pirâmide de automação, definida pela ISA (International Society of Automation), conforme mostrado na figura 1.

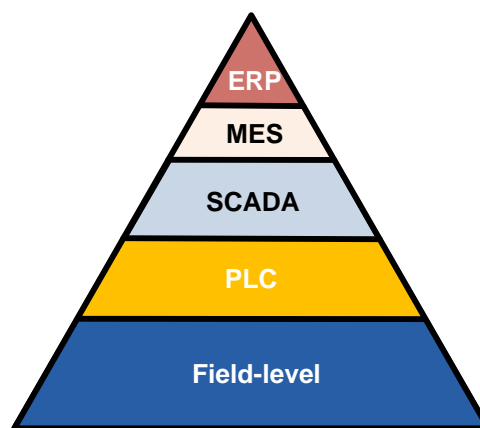


Figura 1 – Pirâmide de automação
(Fonte: ISA, International Society of Automation)

A pirâmide de automação estabelece cinco níveis hierárquicos, que são:

- ERP (*enterprise resource planning*): nível de gerenciamento e automação de processos
- MES (*manufacturing execution system*): nível de planejamento, rastreamento e documentação dos processos de produção
- SCADA (*supervisory control and data acquisition*): sistema composto por hardware e software para controle dos processos industriais
- PLC (*programmable logic controller*), DCS (*distribution control systems*): nível de controle
- Field-level: a base da pirâmide, composta por dispositivo como sensores e atuadores

O nível mais baixo, ou a base da pirâmide, é a camada física de conexão entre dispositivos, comumente conectados em topologia de barramento. Espera-se que com o avanço das

www.paulomarin.com

tecnologias de rede, infraestruturas mais eficientes sejam necessárias, o que abriria espaço para tecnologias como SPE em redes industriais.

No entanto, a infraestrutura para os padrões Ethernet apresenta um custo relativamente elevado, além de ser uma infraestrutura superdimensionada para a maioria das aplicações em redes industriais. Portanto, uma infraestrutura mais “simples” e “leve” para Ethernet se faz necessária para oferecer suporte às tecnologias mais sofisticadas, como algumas aplicações de IIoT (*Industrial Internet of things*), indústria 4.0, etc. Novamente, para essas aplicações a tecnologia SPE pode ser uma opção interessante.

De qualquer forma, pelo menos no Brasil, essa tecnologia ainda não conquistou um market share significativo. Independentemente disso, há algumas iniciativas para o fomento da SPE por organizações como a Industrial Partners Network, Single-pair Ethernet System Alliance, Ethernet Alliance, etc.

Quanto à normalização, há iniciativas da ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission) e TIA (Telecommunications Industry Association), incluindo a infraestrutura de cabeamento para SPE.

No Brasil, a norma de cabeamento estruturado industrial (ABNT NBR 16521:2016), que passa por uma revisão na comissão de estudo (CE-003:046.005) que coordena, trará especificações para cabeamento estruturado implementado em infraestrutura com um único par balanceado, até a frequência de 600 MHz.

Esse cabeamento terá como cobertura os padrões 1000BASE-T1 Tipo A, 1000BASE-T1 Tipo B, 100BASE-T1, 10BASE-T1S e 10BASE-T1L. As especificações de enlaces SPE são identificadas por suas respectivas frequências superiores, como 600 MHz, 66 MHz e 20 MHz. A tabela 2 apresenta as especificações de canais SPE para esses padrões.

Tabela 2 – Especificações para cabeamento em um único par balanceado

Frequência superior (MHz)	Largura de banda (MHz)	Comprimento máximo (m)	Tipo de cabo	Taxa de transmissão (Mb/s)	Padrão SPE suportado
600	$1 \leq f \leq 600$	15	U/UTP e F/UTP	1000	1000BASE-T1 Tipo A
600	$1 \leq f \leq 600$	40	F/UTP	1000	1000BASE-T1 Tipo B
66	$1 \leq f \leq 66$	15	U/UTP	100	100BASE-T1
20	$1 \leq f \leq 20$	15	U/UTP e F/UTP	10	10BASE-T1S
20	$1 \leq f \leq 20$	1000	U/UTP e F/UTP	10	10BASE-T1L

As características de um canal SPE são especificadas entre as conexões e o equipamento ativo. Como em qualquer sistema de cabeamento estruturado, o canal compreende somente os segmentos passivos do cabeamento, ou seja, cabos, hardware de conexão e patch cords, sendo que as conexões na interface entre o cabeamento e o equipamento ativo não fazem parte do canal.

As aplicações suportadas dependem do desempenho do canal, que depende de fatores como comprimento do segmento de cabo e número de conexões. Quanto menor o segmento de cabo e o número de conexões, maior o desempenho do canal para aplicações SPE com requisitos de taxas de transmissão mais altas.

O cabeamento estruturado para single-pair Ethernet deve estar em conformidade com as classificações ambientais, conforme estabelecido nos níveis MICE, especificamente com os níveis de isolamento eletromagnética E_1 , E_2 e E_3 . A classificação ambiental para cabeamento estruturado é especificada na norma ISO/IEC 11801-1 (information technology – generic cabling for customer premises – Part 1: general requirements) e adotada pela ABNT NBR 14565 (cabeamento estruturado para edifícios comerciais) e ABNT NBR 16521 (cabeamento estruturado industrial).

Topologias de cabeamento para SPE

Para a transmissão de dados a velocidades entre 10 Mb/s e 10 Gb/s, uma conexão ponto a ponto (PtoP, *point to point*) é normalmente utilizada. Todos esses protocolos podem ser combinados com PoDL (*Power over Data Line*) para soluções de alimentação remota em corrente contínua (cc) dos dispositivos terminais. A figura 2 apresenta essa topologia de conexão para SPE.

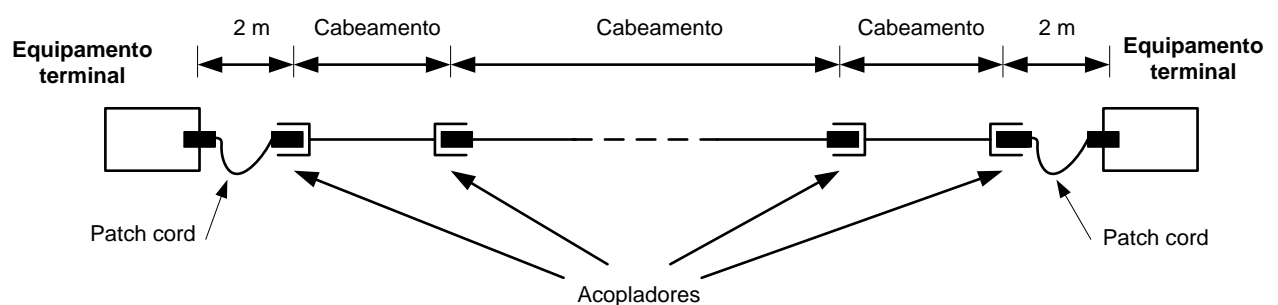


Figura 2 – Topologia de conexão ponto a ponto para SPE

O padrão IEEE 802.3cg também define a camada física (PHY) do 10BASE-T1S com um canal que combina comunicação ponto-multiponto, denominada *multidrop* (MD), conforme mostrado na figura 3.

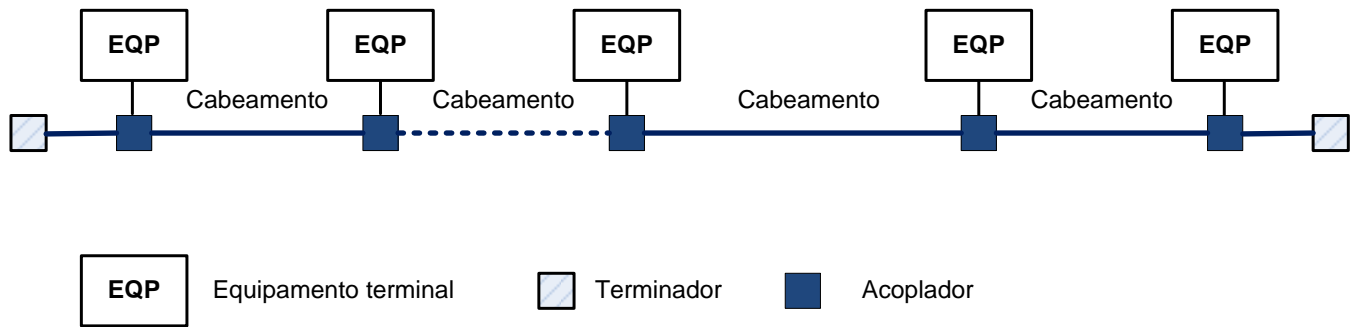


Figura 3 – Exemplo de topologia de conexão *multidrop* (MD)

O esquema apresentado na figura 3 é mais ou menos uma topologia de barramento convencional, com pelo menos 25 metros de alcance e oito nós. Vale salientar que o padrão 10BASE-T1S não suporta o fornecimento de alimentação elétrica em corrente contínua (cc) ao equipamento terminal (PoDL).

Enfim, o padrão SPE encontra aplicação direta em ambientes industriais, tem potencial para utilização em outros ambientes, como automação predial, algumas aplicações IoT (internet of things), redes corporativas e pode conviver com sistemas de cabeamento estruturado convencionais. Devido aos novos desenvolvimentos do padrão Ethernet para ambientes industriais e automação, o SPE pode abrir algumas boas possibilidades no campo do cabeamento estruturado para aplicações diversas, permitindo um maior potencial de utilização dos cabos balanceados.