

Aplicações PoE (*Power over Ethernet*) em Cabeamento Estruturado

Saiba como o aumento da temperatura pode ou não influenciar no desempenho da aplicação e qual é a melhor opção (se há realmente uma) de categoria de desempenho de cabeamento estruturado para PoE.

Dr. Paulo S. Marin, Eng^o.

(Artigo publicado na Revista RTI – Ano 20, N^o 231, Agosto/2019)

Vamos começar por uma breve revisão dos tipos de PoE disponíveis no mercado.

O padrão PoE (*Power over Ethernet*), normalizado pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) é um padrão sólido. Sua primeira versão, o padrão IEEE 802.3af, publicado em 2003, foi desenvolvido para permitir a conexão de cargas em corrente contínua aos mesmos cabos utilizados para a transmissão de sinais, ou seja, os cabos balanceados. A potência dos equipamentos PoE nesse padrão limita-se a 15,4 W por dispositivo, por porta. Considerando-se as perdas por efeito joule ao longo do cabo, os dispositivos PoE em conformidade com o padrão IEEE 802.3af não podem representar uma carga superior a 12,95 W.

De acordo com o padrão IEEE 802.3af, a alimentação em corrente contínua para os dispositivos PoE pode ser fornecida por um *switch* Ethernet compatível com o padrão PoE, cuja tecnologia é denominada *end-span* ou por meio de uma fonte PoE externa (PSE, *Power Sourcing Equipment*), tecnologia conhecida como *mid-span*. A tecnologia *end-span* (também referida algumas vezes como *endpoint*) pode ser implementada por meio de duas alternativas de aplicação da alimentação em corrente contínua aos pares do cabo balanceado. A alternativa A utiliza os mesmos pares usados para a transmissão de sinais e a alternativa B, utiliza os pares ociosos, isso com relação a algumas aplicações Ethernet padronizadas para cabos balanceados de quatro pares.

Outras versões (referidas como tipo) de PoE foram normalizadas mais tarde, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de aplicações PoE e características

Padrão/Tipo	Ano	Potência - Dispositivo (W)	Pares (Nome)	Corrente elétrica (cc) por par (mA)
IEEE 802.3af Tipo 1	2003	12,95	2 (PoE)	350
IEEE 802.3at Tipo 2	2009	25,5	2 (PoE+)	600
IEEE 802.3bt Tipo 3	2016	51	4 (PoE++)	600
IEEE 802.3bt Tipo 4	2018	71	HPPoE	960

De acordo com a Tabela 1, vemos que os tipos 1 e 2 usam dois pares para PoE, e os tipos 3 e 4, quatro pares. O PoE Tipo 4 é conhecido como *Higher-power Power over Ethernet* (HPPoE). As potências apresentadas nesta tabela são aquelas efetivamente suportadas pelos dispositivos e não se tratam das potências nominais dos padrões. Isso acontece por haver queda de tensão ao longo da linha (cabo balanceado) entre a porta do switch PoE (PSE) e o dispositivo a ser alimentado.

Com relação ao aumento da temperatura de um condutor elétrico como efeito da passagem de uma corrente elétrica por ele, certamente veremos alguma relação entre esses dois parâmetros. A questão aqui, ou seja, quando usamos PoE em cabos balanceados para alimentar uma carga em corrente contínua, é quanto esse aumento de temperatura é relevante e se ele é de fato relevante na prática.

Ainda, é comum encontrarmos discussões sobre qual é a categoria de desempenho do cabo balanceado (Cat. 5e, Cat. 6, etc.) que mais bem se adequa ao PoE, devido à sua resposta ao aumento de temperatura provocada pelo efeito joule. De qualquer forma, na maioria dos casos práticos, a categoria de desempenho do cabo utilizado pouco importa para esse propósito. Em outras palavras, os cabos reconhecidos pelo IEEE para uso em aplicações PoE (para todos os tipos) são os cabos categoria 5e (100 MHz) e superiores.

Você pode estar se perguntando se a diferença de bitola entre cabos balanceados de diferentes categorias de desempenho pode realmente afetar o desempenho de aplicações PoE por causa da dissipação de calor.

Durante o desenvolvimento do padrão PoE pelo IEEE, havia uma preocupação com o aumento da temperatura dos condutores especialmente quando agrupados em feixes (que é a forma como os cabos são instalados) devido a potenciais riscos de incêndio e degradação dos dielétricos dos condutores que poderia levar a curto-circuitos, por exemplo.

Atualmente, é senso comum que não há problemas desse tipo em instalações de cabeamento para aplicações PoE. A isolamento elétrica de cabos balanceados é bastante grande (e segura), chegando a mais de 1.000 V entre condutores isolados por PVC e não há riscos associados à segurança da instalação e de pessoas.

Portanto, o que se discute então é quanto o cabo realmente aquece e a consequência desse aquecimento em seu desempenho de transmissão.

Embora exista uma diferença de resposta do cabeamento devido às diferenças entre as bitolas dos cabos balanceados de diferentes categorias de desempenho como consequência do aumento da temperatura de operação, ao meu ver esta se trata de uma discussão sem muito sentido na prática.

É fato que a atenuação do condutor aumenta com o aumento da temperatura e isso pode causar uma perda de desempenho em altas temperaturas. No entanto, os cabos utilizados em edifícios comerciais, são projetados e construídos para operar de forma estável em uma escala de temperaturas entre - 20° C e + 60° C. A Tabela 2 mostra os resultados de resistência em

corrente contínua encontrados em minhas simulações (e também valores de catálogos de fabricantes) para cabos balanceados categorias 5e, 6 e 6A.

Tabela 2 - Resistência em corrente contínua para cabos balanceados

Categoria de desempenho	Bitola AWG/mm	R ₀ calculada (Ω/km)	R ₀ média catálogo (Ω/km)
Cat. 5e	24/0,511	88,1	90,1
Cat. 6	24/0,511	88,1	90,1
Cat. 6A	23/0,573	72,1	79,1

A Tabela 2 mostra a relação entre a resistência em corrente contínua e a bitola do condutor para cabos balanceados categorias 5e, 6 e 6A. Vale notar que não há diferença para esse parâmetro entre as categorias 5e e 6, pois esses cabos têm a mesma bitola nominal (24 AWG, normalmente). A Categoria 6A, entretanto, apresenta uma resistência em corrente contínua inferior.

Você pode estar se perguntando agora qual é o significado desses resultados e para que servem. Bem, como a resistência em corrente contínua aumenta com a elevação da temperatura, um condutor com menor resistência sofrerá uma menor atenuação em função disso. Entretanto, o quanto isso será significativo na prática ainda merece discussão. Com relação à utilidade dessa informação, ela serve para determinar um novo limite de comprimento de canal, referida como *de-rating*, no jargão técnico da área. Como todos os limites para os parâmetros de transmissão dos cabos balanceados são determinados para um canal de 100 m de comprimento, sendo a atenuação o fator determinante, o aumento da atenuação devido à temperatura pode levar à necessidade de redução do comprimento máximo do canal para mantê-lo dentro das especificações e evitar degradação de sinais e de desempenho das aplicações em rede. Essa redução é o *de-rating*, um tipo de "desconto" no comprimento máximo do canal para manter sua atenuação sob controle.

No entanto, além da resistência em corrente contínua, é preciso levar em consideração a resistência em corrente alternada, que ocorre devido ao efeito pelicular que causa o aumento da atenuação com o aumento da frequência de operação, ou seja, mantido o comprimento do cabo, sua atenuação aumenta com a simples elevação da frequência. De forma bastante simplificada, o efeito pelicular consiste na concentração de cargas na superfície do condutor e ausência de carga em seu núcleo. É isso que leva ao aumento da atenuação do condutor. O efeito pelicular é mostrado na Figura 1.

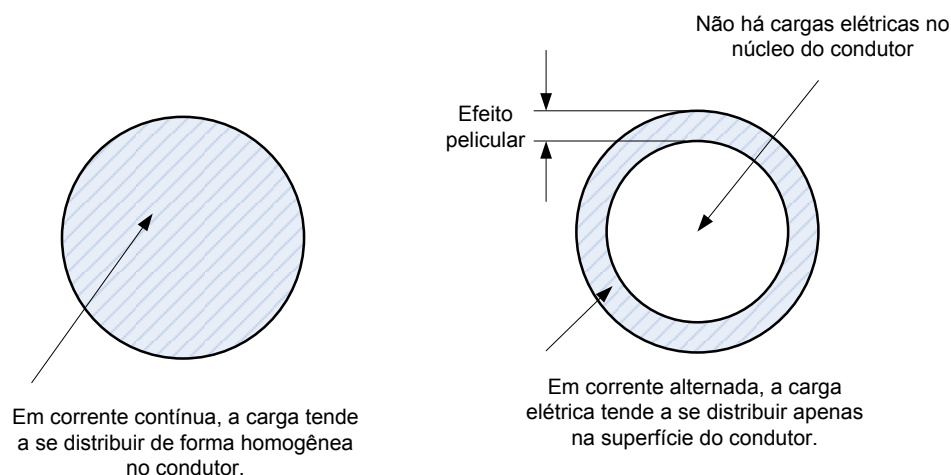


Figura 1 - Mecanismo do efeito pelicular

Portanto, a atenuação de um canal de cobre é função de sua temperatura e frequência de operação, mas a estória não termina aí.

Há, ainda, um fator adicional que contribui para a elevação da atenuação de cabos de cobre que é a resistência da blindagem, quando utilizados cabos blindados. Quando um cabo balanceado é coberto por uma blindagem metálica cilíndrica, as correntes de sinal que se propagam através de seus pares induzem correntes na blindagem que representam uma fonte adicional de perda no sinal. Essas correntes contribuem para o aumento da resistência em corrente alternada do cabo.

Enfim, sabemos então, que o problema, inicialmente de "superaquecimento" relacionado a implementação de PoE em cabeamento balanceado, é na verdade uma questão de aumento de atenuação e a conseqüente degradação do canal para a transmissão de sinais. Em resumo, as especificações do IEEE garantem que a temperatura de operação do PoE não ultrapasse 50° C, mas mesmo assim, seus parâmetros operacionais são especificados para 60° C. Alguns estudos realizados por fabricantes em feixes de cabos balanceados operando PoE mostram que 60° C é um limite seguro, raramente atingido em condições operacionais reais típicas.

Em suma, como o comprimento médio dos canais de cabeamento estruturado em instalações comerciais comuns é de 55 m, para a maioria das situações reais, o efeito da atenuação do cabo não será um impedimento para a operação de PoE. Nos casos em que os canais se aproximam do limite de 100 m, algum estudo adicional deve ser realizado para a adoção de uma solução eficiente e confiável.

Embora os cabos Categoria 6A tenham uma atenuação menor que os cabos categorias 5e e 6, o que poderia contar a favor desses cabos para PoE, os mais comumente utilizados na prática são cabos blindados (F/UTP) que têm uma atenuação maior em corrente alternada devido à resistência adicional da blindagem.

Portanto, ao meu ver, um cabeamento Categoria 6 implementado com cabos sem blindagem (U/UTP) ainda se mostra a opção de melhor relação custo benefício para aplicações PoE e Gigabit Ethernet (1 Gb/s). Vale lembrar, que a maioria das aplicações mais comuns em redes ainda opera a velocidades de 100 Mb/s e 1 Gb/s.