

O uso de cabos CCA (Copper Clad Aluminum) é permitido em sistemas de cabeamento estruturado? Seu uso está previsto em normas?

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 291, agosto/2024 – Interface)

Parte 2

Na edição anterior de Interface, iniciei a discussão sobre os cabos CCA e cabeamento estruturado. Retomando, vimos que os cabos CCA não são reconhecidos por normas técnicas para sistemas de cabeamento estruturado e que seu desempenho não atende às especificações de cabos balanceados de cobre para as categorias de desempenho dos cabos e hardware de conexão reconhecidos (por normas) e classes de aplicação correspondentes.

Também analisamos a resposta dos cabos CCA em relação aos cabos balanceados de cobre para o parâmetro atenuação e vimos que os cabos CCA apresentam uma atenuação bastante elevada e fora das especificações das normas técnicas para cabeamento estruturado.

Dando continuidade a análise, vamos revisar dois parâmetros de transmissão importantes de cabos metálicos, que são a resistência em corrente contínua e a resistência em corrente alternada.

Resistência em corrente contínua (R_{cc})

A resistência em corrente contínua (R_{cc}) de um condutor é sua resistência “natural”, ou seja, em frequência zero, normalmente especificada em Ω/m linear. É importante lembrar que a resistência aumenta com a variação da frequência, referida como resistência em corrente alternada, que tem relação direta com sua atenuação.

Novamente, quanto maior o comprimento do segmento de cabo, maior sua resistência em corrente contínua e, como consequência, maior a atenuação do canal de transmissão. Esta é a relação entre a R_{cc} e a atenuação.

Outros fatores determinantes da resistência em corrente contínua, relacionados com aspectos construtivos dos cabos são o material do condutor (cobre, alumínio, etc.) e sua bitola. Condutores com bitolas de dimensões maiores, apresentam valores menores de resistência em corrente contínua. Cada material condutor tem um valor de resistividade correspondente. Além disso, a variação de temperatura de operação também leva ao aumento da resistência do condutor.

Conforme discutido na edição passada de Interface, sabemos que a condutividade dos cabos de cobre é maior que a condutividade dos cabos CCA, ou seja, a resistividade do cobre (ρ_{Cu}) é

menor que a resistividade do alumínio (ρ_{Al}) e isso determina a resistência em corrente contínua dos cabos, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Resistência em corrente contínua de cabos balanceados de cobre e cabos CCA

Bitola do condutor (AWG)	R _{cc} Cobre (Ω/100m) $\rho_{Cu} = 17,24 \Omega/mm^2/km$	R _{cc} Alumínio (Ω/100m) $\rho_{Al} = 28,21 \Omega/mm^2/km$
24	8,42	13,77
23	6,67	10,93

Os valores apresentados na tabela 1 mostram que há uma diferença importante entre as respostas dos cabos balanceados de cobre e cabos CCA para a resistência em corrente contínua.

Fique de olho!

De acordo com normas brasileiras, as bitolas de condutores elétricos devem ser especificadas em mm². No entanto, as bitolas dos condutores de cabos para telecomunicações continuam sendo especificadas em AWG. Quanto maior a bitola de um condutor em AWG, menor sua dimensão.

No entanto, a resistência em corrente contínua, embora importante, por si só não caracteriza a resposta de um canal metálico para uma determinada largura de banda. O aumento da frequência leva ao aumento da resistência do condutor. Isso ocorre devido a um efeito conhecido como efeito pelicular e a resistência resultante, denomina-se resistência em corrente alternada.

Efeito pelicular (ou skin effect) e resistência em corrente alternada

De forma objetiva, o efeito pelicular consiste na concentração de cargas nas camadas superficiais do condutor e ausência de carga em seu núcleo. Esse efeito leva ao aumento da atenuação do condutor em função do aumento da frequência e isso independe do comprimento do canal, ou seja, mesmo mantido o comprimento do canal, o aumento da frequência leva ao aumento de sua atenuação. O mecanismo do efeito pelicular é mostrado na figura 1.

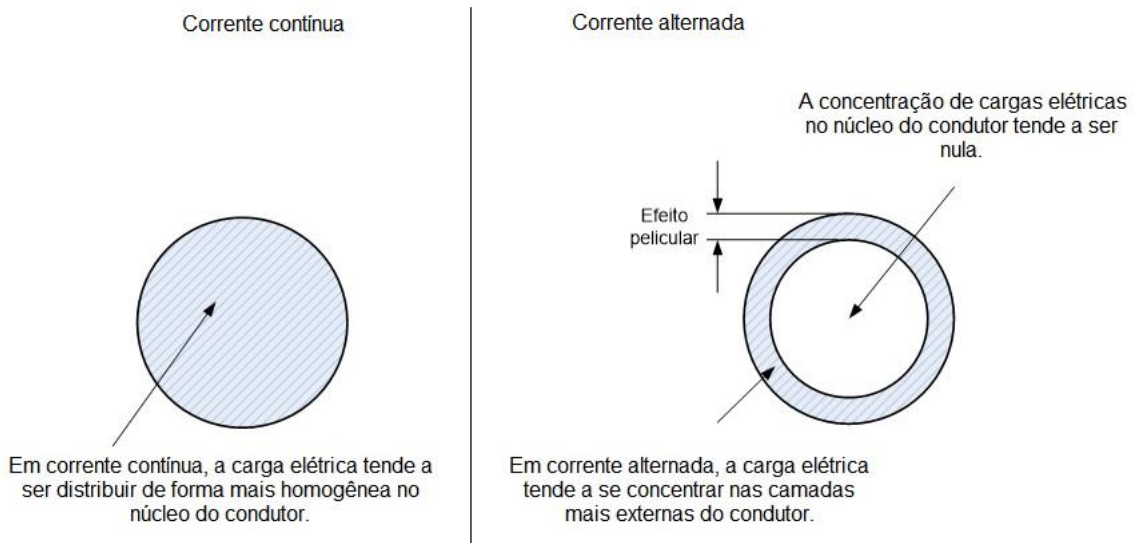


Figura 1 - Mecanismo do efeito pelicular

O mecanismo exemplificado na figura 1 é uma representação simplificada e suficiente para o nosso propósito aqui. Quanto mais alta a frequência, menor será a espessura da camada superficial do condutor que terá concentração de cargas elétricas. A figura 2 apresenta o comportamento da resistência em corrente alternada para cabos de cobre e cabos CCA.

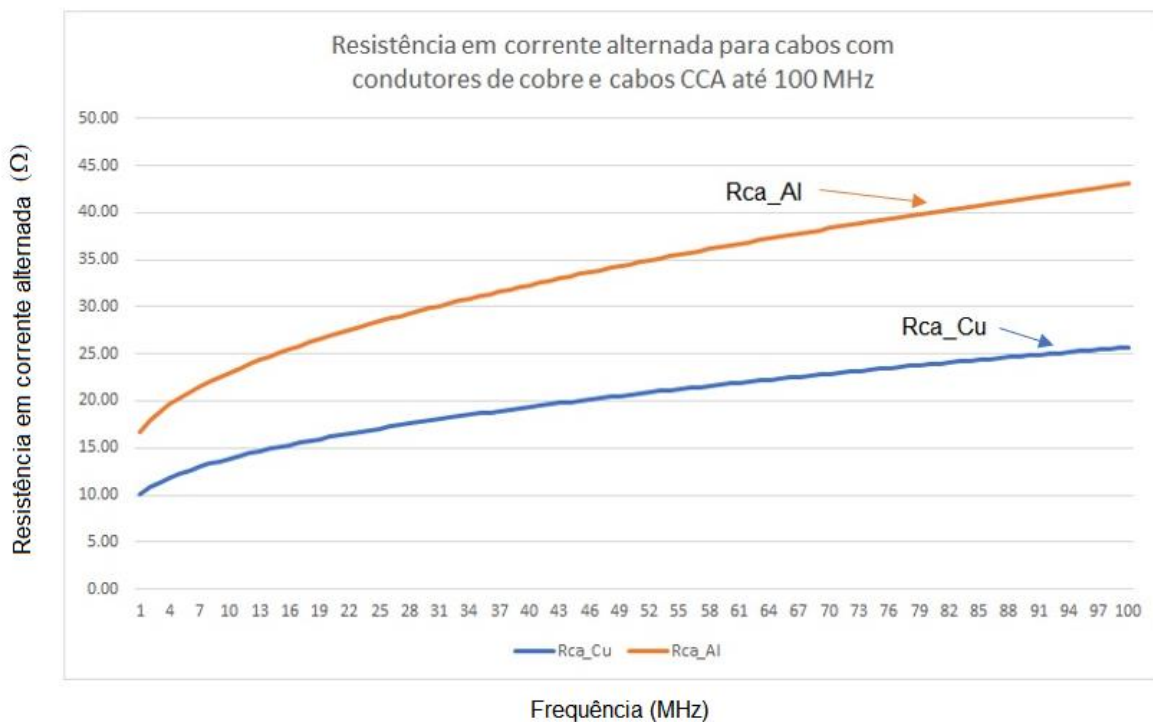


Figura 2 – Resistência em corrente alternada para cabos com condutores de cobre e cabos CCA

Novamente, conforme mostrado na figura 2, os cabos CCA apresentam resistência em corrente alternada muito superior à dos cabos balanceados de cobre e que, portanto, excedem os limites especificados por normas de cabeamento estruturado.

Como se todos os aspectos analisados até aqui não bastassem, ainda temos um agravante que é a resposta da resistência de condutores metálicos ao aumento da temperatura do ambiente de operação. É importante observar que os valores de resistência em corrente contínua, atenuação e resistência em corrente alternada que revisamos, são todos para a temperatura ambiente de 20 °C. Quando o cabo opera em uma escala de temperaturas maior, seja para baixo ou para cima, sua resposta muda. A figura 3 apresenta o comportamento da resistência em corrente alternada para cabos balanceados de cobre e cabos CCA para uma escala de temperaturas entre 20 °C e 60 °C.

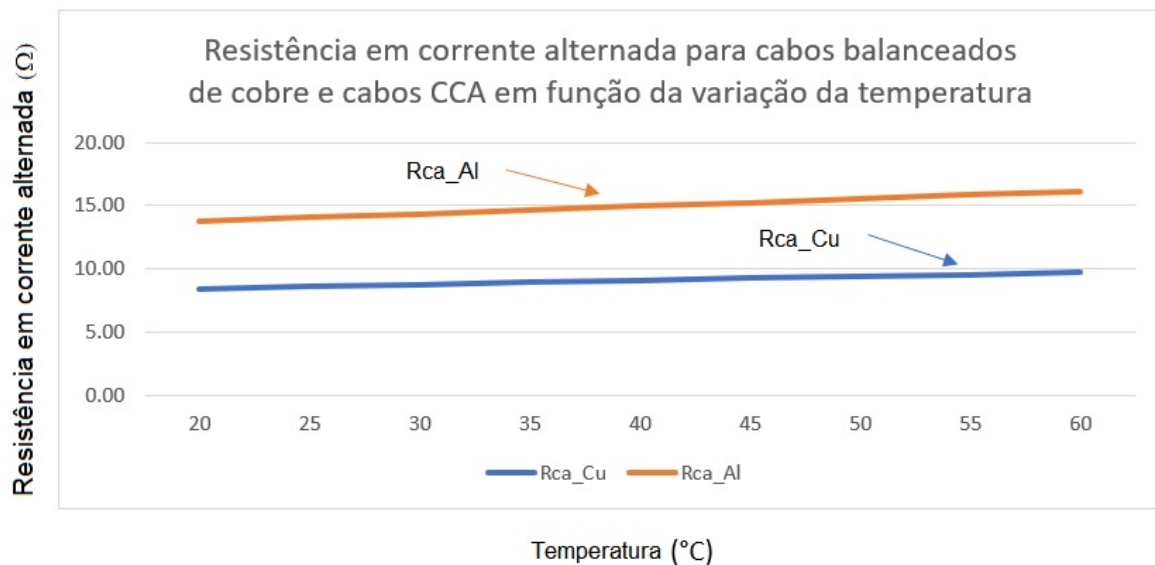


Figura 3 – Resistência em corrente alternada para cabos de cobre e CCA em função da variação da temperatura operacional

A faixa de temperatura considerada no gráfico da figura 3 é a faixa de operação de cabos (e componentes, em geral) para ambientes comerciais. Cabos fabricados para ambientes industriais, por exemplo, operam em outra faixa de temperatura. Entre – 15 °C e + 85 °C, normalmente.

Embora não entremos em detalhes aqui, há outros dois fatores adicionais que contribuem para a elevação da atenuação de cabos metálicos que são a resistência da blindagem e o efeito de proximidade. Quando um cabo é coberto por uma blindagem metálica cilíndrica, as correntes de sinal que se propagam através de seus condutores 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. O efeito de proximidade ocorre devido a distância entre cada condutor de um par e também leva ao

aumento da resistência em corrente alternada. Portanto, colocando tudo junto, sabemos que a atenuação, que é um parâmetro de transmissão determinante da resposta de cabos metálicos, é função da resistência em corrente contínua, que depende das características construtivas de seus condutores, inclusive do material utilizado (cobre ou alumínio em nossa análise) e da resistência em corrente alternada, que é função da frequência, temperatura de operação, blindagem e também da construção do cabo (efeito de proximidade).

Para finalizar, os cabos CCA, embora úteis em determinados sistemas, não podem ser usados como meio físico em sistemas de cabeamento de estruturado. Esses cabos não são reconhecidos por normas técnicas de cabeamento porque não atendem aos requisitos mínimos das categorias de desempenho e classes de aplicação especificadas para cabeamento estruturado. A questão não é se o cabo CCA é bom ou não, ele simplesmente não é fabricado para cabeamento estruturado.