

A contribuição do conector perfurante (IPC) para a eficiência e confiabilidade de redes BT

Mr. Damien JEANNEAU / Mr. Vivien RINEAU

SICAME FRANÇA – e-mail de contato: damien.jeanneau@sicame.fr
SICAME DO BRASIL – e-mail de contato: fernando.rosa@sicame.com.br

RESUMO

Este documento apresenta um estudo sobre o impacto que os conectores perfurantes de isolamento (IPC) podem ter na confiabilidade e eficiência das redes multiplexadas de distribuição de energia. Como milhões destes conectores são instalados nestas redes a cada ano, seu impacto, embora pequeno quando medido por peça, se torna muito grande para o conjunto das concessionárias.

Palavras-chave: Confiabilidade, redução de perdas, conectores perfurantes de isolamento, redes multiplexadas.

INTRODUÇÃO

Os conectores perfurantes de isolamento (IPC) têm sido usados na maioria dos países asiáticos nos sistemas de redes multiplexadas há mais de 20 anos e em outras áreas do mundo há mais de 40 anos. Ao longo do tempo as concessionárias e fabricantes de acessórios puderam acumular e compartilhar experiências importantes que fortaleceram a confiabilidade deste tipo de redes de distribuição. Isto levou à definição e refinamento dos padrões e requerimentos.

Devido ao fato de que muitas concessionárias estão buscando soluções para melhorar a eficiência da rede, este estudo propõe destacar assuntos para melhorar ainda mais as práticas usadas nos perfurantes em redes multiplexadas com o objetivo de diminuir perdas nestas redes e melhorar a sua confiabilidade.

As normas nacionais e internacionais para perfurantes são uma base forte para garantir segurança e confiabilidade ao longo do tempo. Entretanto, nenhuma norma atual leva em conta de maneira séria o nível de eficiência que conectores para baixa tensão oferecem ou poderiam oferecer. Menos óbvia que a eficiência dos transformadores, os conectores perfurantes tem sua própria resistência e contribuem para a eficiência total das redes de baixa tensão multiplexadas. Enquanto a resistência real de um conector BT possa parecer insignificante, na realidade pode haver uma discrepância muito grande na resistência total dos conectores BT. Considerando-se que na maioria das concessionárias asiáticas centenas de milhares de conectores são instaladas a cada ano – com uma vida útil estimada entre 20 e 40 anos, impacto consolidado da resistência dos perfurantes que resultam em perdas técnicas pode ser muito significativo na rede.

Este documento vai apresentar, inicialmente, um breve resumo das normas e especificações usadas como referência para perfurantes com o objetivo de traçar uma estratégia de trabalho, se seguindo um breve aviso com relação ao terrível impacto que pode ser causado por perfurantes de má-qualidade.

Logo após, definiremos a “eficiência” dos conectores perfurantes e como a resistência destes conectores pode ser determinada. Esta poderá ser uma oportunidade para compreender por que ensaios de envelhecimento elétrico preconizados pela maioria das normas nacionais e internacionais não proporcionam informações às concessionárias sobre a eficiência dos conectores, e para destacar como os dados resultantes destes ensaios podem ser usados de uma melhor maneira.

Mais adiante iremos ilustrar as principais características que levam a perfurantes mais eficientes. Destacaremos os critérios importantes no total do ciclo do produto, tais como projeto, matéria-prima utilizada, controle de qualidade, instalação e uso do produto. Mais além do projeto do produto, a facilidade de instalação para o trabalhador é essencial para obter-se um desempenho consistente e durável sobre muitos conectores.

Estes aspectos serão então apresentados em pontos práticos que podem ser verificados durante processos licitatórios.

No final do documento iremos resumir a oportunidade oferecida às concessionárias para reduzir as perdas em redes BT se elas trabalharem na resistência do conector. Daremos destaque ao impacto que as concessionárias podem esperar se resolverem este problema e também forneceremos orientação geral sobre como ajustar os procedimentos da área de suprimentos para levar em conta a eficiência no custo total para as concessionárias.

A. CONTEXTO DAS NORMAS INTERNACIONAIS

Para a maioria das concessionárias, usar como referência uma norma internacional em um processo licitatório é uma maneira útil e conveniente como forma de selecionar produtos e ofertantes.

O cumprimento de uma norma internacional amplamente utilizada oferece à concessionária garantia de que um conjunto básico de critérios de qualidade seja observado bem como um roteiro para a avaliação técnica dos produtos

ofertados, à medida que leis e regulamentos exigem cada vez mais transparência em processos de licitação.

Após um primeiro conjunto inicial de especificações nacionais, duas normas de referência surgiram: a VDE 0220-3 e a NF C33-020 (06/1998). A NF C33-020(98), entretanto, proporcionou um salto de qualidade no que se refere à qualidade e confiabilidade apresentando o ensaio de tensão aplicada em 6 kV bem como testes para campo confiáveis simulando, de maneira bem próxima à realidade, 30 a 40 anos de serviço em ambientes com incidência agressiva de raios UV e com humidade. Graças a esses critérios técnicos adicionais a NF C33-020 tornou-se, e ainda continua a ser, uma referência inspiradora para a maioria das especificações das concessionárias na Ásia e ao redor do mundo.

Embora o surgimento de uma norma internacional ainda não tenha acontecido, houve uma tentativa no começo dos anos 2.000 para consolidar as normas nacionais europeias em uma norma comum: a EN50483. Houve passos muito interessantes no sentido da definição de uma norma multinacional.

Entretanto, esta norma europeia apenas colocou no papel procedimentos bastante diferentes e os converteu em várias “opções” dentro da norma. Como consequência, dependendo das “opções” escolhidas pelo cliente, o cumprimento da norma EN50483 pode resultar em produtos que apresentam níveis de desempenho drasticamente diferentes (isolação, proteção, estanqueidade, elétrica).

Dielectric voltage conformance



Figura 1: produto com diferentes níveis de qualidade/desempenho, ambos de acordo com a norma EN50483.

Com um exemplo, o ensaio de envelhecimento climático pode, nesta norma, ser feito sob vários métodos, do mais exigente método para classe 1 (equivalente à norma NF C33-020) a um procedimento muito menos completo para classe 2. Além disso, o teste de tensão aplicada de 6 kV em água, sinônimo de segurança para perfurantes nos últimos 20 anos é só apresentada como uma “opção” na norma EN50483.

Ainda que inicialmente parecesse uma oportunidade para a melhoria da qualidade (inclusão de ensaio de envelhecimento elétrico com 1.000 ciclos), a EN50483 apresenta, na verdade, uma oportunidade para confusão.

Deve-se recomendar cuidado às concessionárias quando forem transpor a norma EN50483 para suas especificações. Para evitar rebaixamento da qualidade é importante verificar nos detalhes o desempenho de cada material que dizem cumprir com as normas.

De qualquer maneira, a norma NF C-33020 evoluiu para uma revisão 2013. Esta nova versão da NF C33-020 (2013) é, na verdade, baseada na EN50483 (inclusão do ensaio de envelhecimento elétrico com 1.000 ciclos). A NF C-33020 é um documento de referência interessante já que ela pré-seleciona “opções” da EN50483 garantido, no mínimo, o nível de qualidade da NF C-33020 (1998). Isto simplifica a evolução para esta nova geração de normas.



Figura 2: Câmaras de envelhecimento climático para fazer ensaios classe 1-método 1 sob a norma EN50483.

Essa nova evolução da NF C33-020 permite garantir, sem equívoco, ao menos desempenho que funciona há mais de 20 anos, incluindo:

- Classe 1 – teste de tensão aplicada 6 kV sob água
- Classe A – envelhecimento elétrico com curto-circuito para conectores de rede em condutores maiores que 35 mm².
- Método 1 – ensaio de envelhecimento climático

Devemos lembrar que o comitê da ANSI C119 emitiu, em 2009, uma nova norma americana para perfurantes (C119.5). Esta norma ainda não foi totalmente adotada.

Apesar da inexistência de uma norma realmente internacional a NF C33-020 de 1998 se tornou a referência de facto em muitos países. A publicação da NF C33-020 de 2013 dá aos comitês normativos e engenheiros de especificação um caminho claro para projetar normas de perfurantes dentro do padrão mais avançado de requerimento de desempenho.

B. O IMPACTO DOS CONECTORES PERFURANTES DE BAIXA QUALIDADE NA QUALIDADE DAS REDES

Antes de discutirmos como os perfurantes podem contribuir para a eficiência geral da rede, é crucial lembrar que perfurantes de má qualidade irão diminuir tanto a eficiência como a confiabilidade de uma rede multiplexada.

Os conectores perfurantes se tornaram uma commodity para a maioria das concessionárias e um grande número de fornecedores, com mais ou menos escrúpulo, e que garantem cumprir com as normas, acabaram aparecendo.

Conectores perfurantes de má qualidade produzem basicamente três tipos de impacto na rede:

1/ falha na conexão, 2/ aumento das perdas por pontos quentes, 3/ quebra da confiabilidade geral da rede.

1/ O problema mais óbvio relacionado à instalação de conectores perfurantes de má qualidade é a falha do próprio conector. Qualquer falha no conector poderá A/ causar um desligamento de um ou vários clientes, B/ exigir que uma equipe de reparos seja despachada para o local, C/ danificar aparelhos dos clientes caso haja quebra do neutro, D/ requerer mais material e condutor para o reparo e E/ criar um risco de segurança (fogo, destruição da isolamento...).

Toda concessionária deve estar preparada para avaliar os custos envolvidos nos problemas acima comparados com a economia de curto prazo feita na compra do produto. Se levarmos em conta os pontos de A à D no parágrafo anterior (menos horas de trabalho de uma equipe treinada, combustível, tempo e manutenção do caminhão, reposição de componentes, reposição de aparelhos danificados dos clientes, reclamações dos clientes, outros custos envolvidos na solução do caso...) podemos estimar um custo médio para a concessionária por cada falha de um perfurante na ordem de R\$820,00 – deixando de lado o importantíssimo risco de segurança (ponto E/ difícil de quantificar).

Considerando o custo de R\$820,00 para cada perfurante que falha, uma taxa de falha baixa como 1 entre 120.000 perfurantes por ano de serviço irá impactar, durante a vida útil, o custo de aquisição do perfurante em R\$0,10. Ainda que cada concessionária pode ajustar o cálculo à sua própria situação, a ordem de grandeza detalhada acima é clara: a confiabilidade dos perfurantes é um critério chave na hora de avaliar uma oferta econômica.

Vale a pena mencionar – como ilustração – o caso de uma concessionária importante comprando ao redor de 1 milhão de perfurantes por ano. Em uma tentativa (legítima) de otimização do custo de aquisição, esta concessionária sacrificou a qualidade dos perfurantes. Considerando a taxa de falha de perfurantes descrita acima, esta concessionária mudou a especificação para usar dois perfurantes no cabo neutro e em toda a rede.

Como resultado, para economizar alguns centavos no preço unitário, há um custo permanente adicional de 25% devido à quantidade extra exigida (instalação não inclusa), qualquer que seja a qualidade dos produtos.



Figura 3: Dois conectores redundantes usados em uma conexão de neutro.

2/ O segundo impacto causado por perfurantes de má qualidade está ligado às perdas devido à alta resistência. Iremos mais fundo neste assunto nos próximos parágrafos. Entretanto, vale a pena mencionar que o custo de perfurantes de má qualidade é muito maior quando eles não queimam do que quando eles queimam. De fato, com base em cálculos apresentados ao longo deste documento, cada perfurante de baixa qualidade instalado e que se torna um ponto quente pode custar perdas de 2 a 4 reais por ano em operação.

3/ O último impacto de perfurantes de baixa qualidade, ainda que não seja fácil de avaliar, é, na verdade, mais devastador. O conceito da rede multiplexada é baseado no princípio da isolamento total de ponta a ponta. Há muitos benefícios nisso, entre os quais, segurança e proteção contra água, e, portanto, contra corrosão galvânica.

Uma das falhas mais comuns em perfurantes de má qualidade é a baixa qualidade do termoplástico usado como matéria-prima, o que pode levar a relaxamento excessivo, rachaduras e baixa resistência mecânica. Aqui o problema está no fato de que água pode entrar na área da conexão e infiltrar-se pela rede multiplexada. Com água no seu interior, tanto a confiabilidade como a segurança da rede fica comprometida: isolamento, corrosão.

Representando apenas uma pequena porcentagem do custo de uma rede multiplexada os perfurantes de má qualidade irão, nesta condição, colocar em perigo a rede inteira. Este fato fez que muitos grandes países asiáticos reconsiderassem a tecnologia de perfurantes como um todo após uma experiência que tiveram com perfurantes de má qualidade.

No final deste documento vamos resumir as práticas ideais no que se refere à seleção de conectores e fornecedores, mas também para melhorar a eficiência geral da rede graças às considerações adiante.

C. DEFINIÇÃO DA EFICIÊNCIA ELÉTRICA DO

CONECTOR

Como qualquer componente “passivo” em uma rede, os conectores de baixa tensão podem ser comparados a uma resistência bem pequena que estariam em série de uma derivação como ilustrado abaixo. Esta resistência irá resultar em perdas térmicas de acordo com a mais trivial das fórmulas elétricas: $P=R_xI^2$.

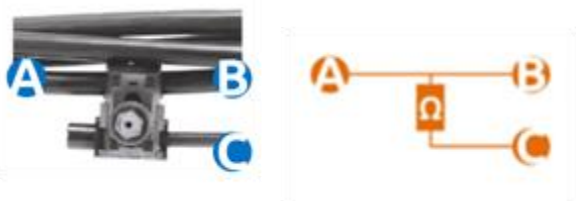


Figura 4: um perfurante atua como uma resistência entre o cabo principal e o de derivação.

Neste ponto, é crucial destacar outro clichê da eletricidade para entender melhor por que esta questão de perdas é crucial para perfurantes de BT: $P=UxI$. De fato, os perfurantes são usados em redes de baixa tensão. Quando menor a voltagem, maior é a amperagem, razão pela qual 2/3 das perdas técnicas na rede acontecem nas redes de MT e BT.¹

O fato é que, na maioria dos países, o total da energia elétrica distribuída passa por quatro ou mais perfurantes antes de chegar a um medidor. Considerando que estas perdas são proporcionais ao quadrado da amperagem, mesmo se a resistência do conector pode parecer consideravelmente baixa (entre algumas dezenas e algumas centenas de micro-ohms) estes milhões de conectores irá atuar como um pequeno aquecedor ligado perpetuamente o que, como veremos, vai incrementando os números.

Podemos afirmar que a eficiência de um conector é a sua capacidade de manter as perdas – e, conseqüentemente a resistência total – baixas durante sua vida útil (e não somente na instalação).

D.POR QUE AS NORMAS NÃO GARANTEM EFICIÊNCIA?

Todas as normas de referência mencionadas acima foram concebidas pela indústria para permitir a determinação de quais produtos são confiáveis ao longo do tempo. O ensaio principal para determinar o desempenho elétrico de um conector é o ensaio de ciclo térmico (também conhecido como envelhecimento elétrico).

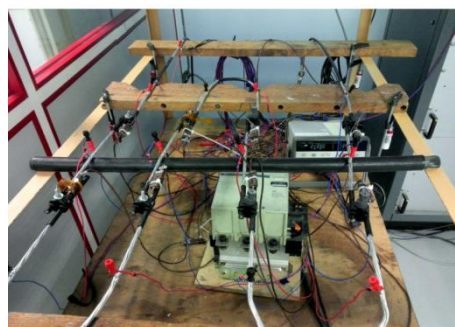


Figura 5: Típico laço para ensaio de ciclo térmico.

Como lembrete, o princípio do ensaio é criar um laço. Os ciclos de aumento de temperatura são aplicados ao laço com altas correntes passando pelos condutores e conectores. Estes ciclos permitem simular o comportamento do conector que será submetido à variações de corrente ao longo do tempo.

Além da consistência do desempenho, o ensaio de ciclo térmico apenas determina a evolução da resistência e não o valor desta resistência. Como um exemplo da norma EN50483, em um ensaio com 1.000 ciclos, os requerimentos com relação à resistência serão que 1/ a resistência final seja menor que duas vezes a resistência inicial e 2/ que a resistência final seja menos que 15% mais que a resistência intermediária em 250 ciclos.

Este requerimento realmente apenas se concentra na estabilidade do conector. Em outras palavras, ele garante que o conector vai funcionar ao longo do tempo. No entanto, ele não garante nada sobre a eficiência do conector.

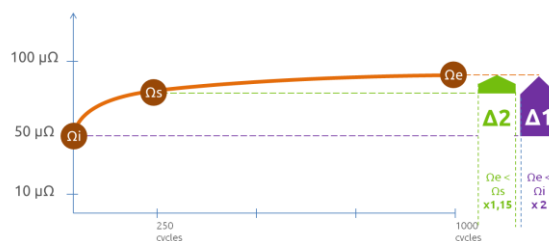


Figura 6: gráfico dos requerimentos para envelhecimento elétrico: avaliação da evolução da resistência e não do valor da resistência.

Pior ainda, este requerimento favorece, dentro de limites, conectores que apresentam resistência mais alta. De fato, como o requerimento é baseado apenas em porcentagens, quanto mais alto for o valor inicial, mais “espaço” terá o fabricante para aumento da resistência ao longo do tempo. Por exemplo, um conector que apresente resistência muito baixa de 10 $\mu\Omega$ no ciclo 250 irá falhar no ensaio de ciclo térmico se a resistência atingir o ainda muito baixo valor de 12 $\mu\Omega$ no final. Com apenas 2 $\mu\Omega$ de aumento de resistência um conector tão eficiente não passaria no ensaio. Do lado oposto, um conector que apresentasse um valor de resistência de 100 $\mu\Omega$ em 250 ciclos poderia aumentar a resistência até 115 $\mu\Omega$. Este segundo conector é um

¹ De acordo com “Prisme n° 8 study”, IEPF em 2009-2012.

conector menos eficiente que mostra uma evolução bem menos favorável no que se refere à resistência, mas que ainda assim estaria de acordo com a norma.

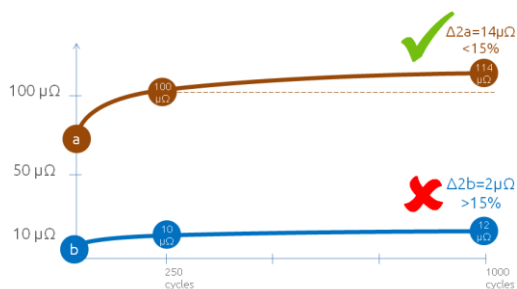


Figura 7: gráfico do paradoxo do requerimento para envelhecimento elétrico: conectores menos eficientes tem mais latitude que conectores eficientes de acordo com a evolução da resistência.

Ainda que seja aconselhável aplicar os requerimentos do ensaio de ciclo térmico para evolução da resistência para determinar a estabilidade ao longo do tempo, este exemplo mostra de forma clara que o fato de o conector ser aprovado no ensaio de envelhecimento elétrico não é uma comprovação da eficiência do conector.

Para poder propor uma base mensurável, comparável e pronta para conduzir esta análise, um dado representativo da eficiência do conector é, na verdade, o valor de resistência médio do conjunto de conectores testados no final de 1000 ciclos (EN50483-5)

Portanto, ainda que os requerimentos tradicionais do ensaio de ciclo térmico não forneça indicação da eficiência, este teste dá boa indicação da resistência quando observamos o

que nós chamaremos de “resistência final” do conjunto de conectores.

E. ESCALA DE EFICIÊNCIA DOS PERFURANTES

Uma vez que já está definido um conjunto de dados mensuráveis, comparáveis e razoavelmente disponíveis, fica agora possível comparar os conectores. Antes de avançar, é importante observar que qualquer comparação entre conectores deverá ser feita com as mesmas seções de condutores tanto para a principal como para a derivação – e preferencialmente, nos mesmos lotes de condutores.

Depois que este cuidado for tomado, também devemos notar que nem todos os conectores nascem iguais quando se trata deste valor ao final do ensaio.

Para ilustrar estas discrepâncias, a figura abaixo apresenta o resultado de um ciclo térmico comparativo feito em cinco modelos de conectores acomodando um cabo principal de 95 mm² com um cabo 95 mm² na derivação (2 conectores testados por modelo). Este ensaio foi feito propositalmente apenas com conectores internacionais de marcas líderes (IPC 1-2-3-4-5) que apresentam uma imagem de alta qualidade, com a exceção de 1 conector (IPC4) que é um produto de qualidade média com baixo preço. O conector 4 não é estável. O nível de perdas geradas por este tipo de conectores ultrapassará qualquer cálculo que será feito nos parágrafos seguintes deste documento. Tal conector provavelmente terá uma taxa de falha alta,

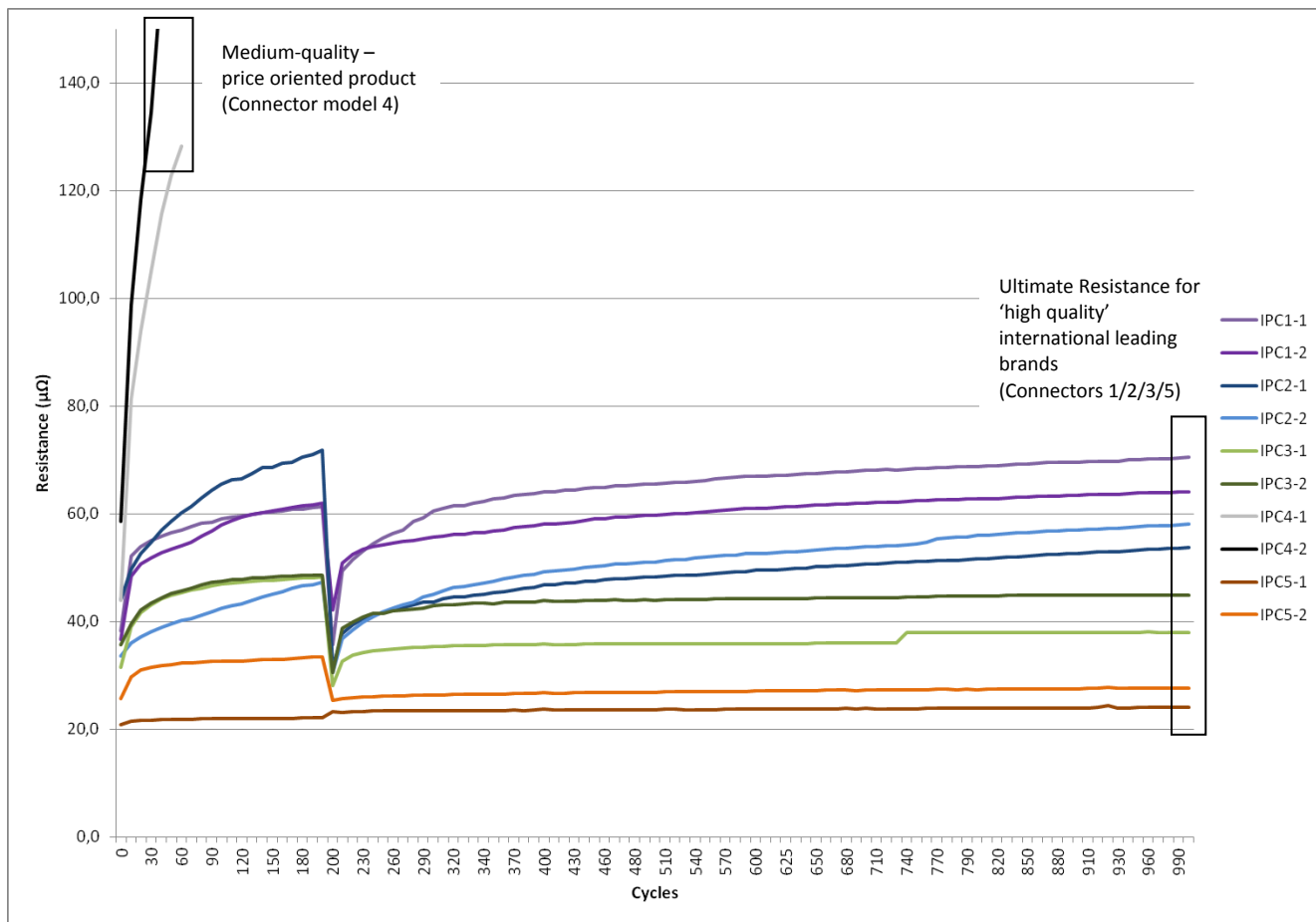


Figura 8: Ensaio de envelhecimento elétrico comparativo em conexões 95-95 mm² – 5 tipos de conectores testados.

mas ainda mais importante, elas levarão a perdas que serão maiores, em alguns meses, que a economia feita pela concessionária graças a preços baixos.

Os outros perfurantes são estáveis e geralmente passam nos ensaios de ciclos térmicos tradicionais. O que podemos observar, no entanto, é que a média da “resistência limite” varia de 28 µΩ para o conector mais eficiente a 67 µΩ. Portanto, mesmo entre as marcas líderes de boa qualidade, para exatamente a mesma aplicação, a resistência varia de 1 a 2, mesmo de 1 a 3 em outros ensaios executados.

Também deve ser notado que o valor de resistência inicial (resistência logo após instalação) não é representativo do valor final obtido.

Considerando estes vários comportamentos em conectores, uma maneira simples de ilustrar as variações em eficiência é usar uma escala de eficiência que vai da classe de conectores mais eficiente para a menos eficiente, tal como é usada para eletrodomésticos, por exemplo.

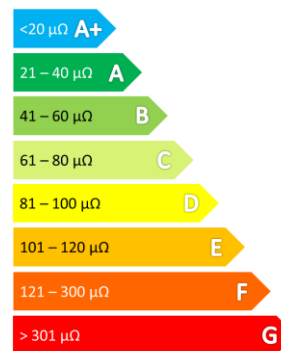


Figura 9: Proposta de escala de eficiência para conectores perfurantes BT

Esta escala foi feita de maneira que a maior parte dos perfurantes oferecidos no mercado, hoje em dia, ficaria entre B para as marcas líderes conhecidas, C-E para conectores médios e F-G para os piores.

Enquanto muito poucos produtos alcancem a classificação A da escala, apenas um tipo de conector do painel estudado (mais de 30 modelos de conectores de várias marcas) alcança a classificação A+.

Mais uma vez, as perdas são proporcionais ao quadrado da corrente que passa pelo conector, a eficiência do conector (e, portanto, sua “resistência limite”) fica mais crítica à medida que as seções dos condutores instalados ficam maiores.

Desta maneira, embora o uso de classificação A para um conector de iluminação pública (derivação de até 10 mm²) pode não ser o melhor investimento tecnológico-econômico devido ao valor extremamente baixo de corrente envolvido, a classificação de conectores de acordo com a tabela proposta se torna significativo para conectores de serviço (derivações entre 16 e 35 mm²) e até crucial para aplicações de rede (derivações acima de 50 mm²) para as quais classificações A e A+ devem ser consideradas.

F. O IMPACTO ECONÔMICO DA EFICIÊNCIA DO CONECTOR

O cálculo do impacto econômico de perdas geradas por conectores de BT depende de múltiplas variáveis que cada concessionária terá que ajustar de acordo com sua situação atual. Apresentemos aqui um estudo de caso com as seguintes assumindo-se os seguintes dados:

Aplicação: Perfurante 150 mm² principal / 150 mm² derivação

Comparação: vamos comparar o impacto econômico entre um conector realmente eficiente de classificação A+ (20 μΩ - conector 1 – IPC1) e um conector de média qualidade classificação D (90 μΩ - conector 2 – IPC2).

Vamos assumir que a “resistência limite” seja representativa da resistência do conector. Isto é razoável considerando-se a forma assintota típica da evolução da resistência dos conectores perfurantes.

Preço de compra: assumiremos que o IPC1 custa US\$1 a mais que o IPC2 para esta demonstração. Preço da energia elétrica: assumiremos que um custo de, aproximadamente US\$0,08/kWh², o que deve incluir a produção (~US\$0,05) e transmissão/distribuição (~US\$0,03). Embora US\$0,08 possa parecer um valor baixo na maioria dos países, qualquer preço mais alto apenas reforçaria o caso em favor dos conectores eficientes, encurtando o retorno do investimento.

Amperagem: a avaliação de perdas é altamente contingente ao fluxo de eletricidade. Embora em nosso caso, para cabos de 150 mm², a intensidade de corrente de trabalho seja de 389 A, este valor não representa o fluxo regular de amperes. Vamos usar, como uma intensidade média, 30% do volume para o qual está classificado o cabo, o que representa o melhor cenário intermediário técnico-econômico entre investimento e perdas devido ao cabo (117 A em média neste caso). Qualquer rede ocupada acima de 30% da carga máxima apresenta um retorno sobre investimento ainda mais acelerado.³

Vida útil: todo perfurante de qualidade decente deve ser projetado para uma vida útil entre 30 e 40 anos de serviço. Vamos deixar em 30 anos.

Sob as hipóteses acima a média de energia dissipada pode ser calculada da seguinte maneira:

$$P(IPC1) = R \times I^2 = 20E-6 \times 117^2 = 0,274W$$

$$P(IPC2) = 90E-6 \times 117^2 = 1,232W$$

Isto resultaria em um consumo anual de energia

$$E(IPC1) = 0,274*24*365 = 2,4kWh (\sim US\$0,192)$$

$$E(IPC2) = 1,232*24*365 = 10,8kWh (\sim US\$0,864)$$

Em essência o que demonstra-se aqui é que a cada ano o IPC2 terá um custo anual operacional que ultrapassa o do IPC1 em US\$0,067.

Em tal situação, o retorno sobre investimento para uma diferença de US\$1 fica um pouco acima de um ano comparado a um tempo de vida útil de ~30 anos. Durante sua vida útil o IPC1 terá causado uma perda de 72kWh enquanto que as perdas do IPC2 chegam a 324kWh.

Tais valores, ainda que relativamente pequenos quando consideramos apenas um conector, se tornam bastante significantes quando milhões de conectores similares estão são instalados a cada ano nas redes da concessionárias.

Além disso, enquanto que o exemplo dado aqui compara um conector excelente com um bom conector o impacto econômico de um conector de má qualidade (classificação F & G com resistência maior que 120 μΩ) se tornará um desastre para as perdas da concessionária (bem mais que US\$1 por ano por conector).

Mais uma vez, estas estimativas conservadoras devem ser ajustadas à situação de cada concessionária. Ainda que seja relativamente simples fazê-los à partir do zero, estes cálculos podem ser respaldados por planilhas pré projetadas (veja ilustração).

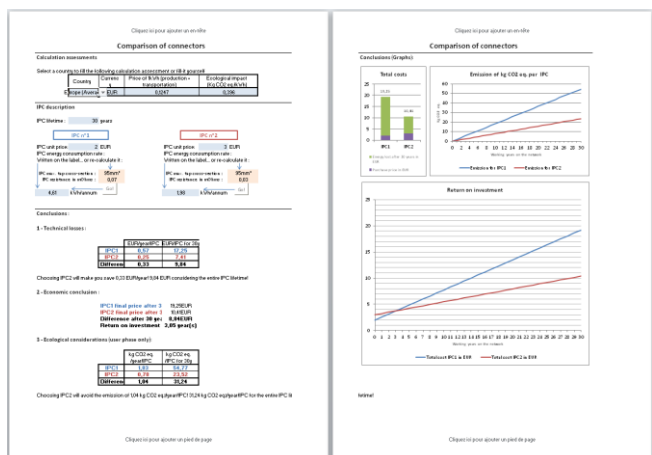


Figura 10: Exemplo de uma planilha de cálculo para avaliar as perdas técnicas (em kWh), impacto ambiental (em kg equivalentes a CO2) bem como retorno sobre investimento.

² De acordo com “connaissancedesenergies.org”, 06/2012 Epp.eurostat.ec.europa – Eurostat energy price statistic.

³ De acordo com um estudo feito por “Leonardo Energy”, 04/2008 “Reducing Electricity network losses” by Roman Targosz.

G. O IMPACTO AMBIENTAL NA EFICIÊNCIA DO CONECTOR

Muitos indicadores existem para se estimar o impacto ambiental dos produtos (esgotamento de matéria-prima, de água e energia, potencial de aquecimento global, produção de dejetos perigosos...). O potencial de aquecimento global pode ser reconhecido como um indicador transnacional mais ou menos reconhecido (em kg equivalentes a emissões de CO₂).

Para considerar o impacto ambiental, deve-se estimar a vida útil do produto levando-se em conta: matéria-prima, produção, distribuição, uso e fim de vida.

O fim de vida não será considerado neste momento uma vez que 1/ a vida útil do produto é bastante longa, 2/ existe pouca discrepância entre os conectores, 3/ a revalorização dos produtos só ajuda a pegada de carbono total. Também iremos desprezar o impacto da distribuição que é muito similar entre os conectores e, em todo caso, irrelevante se comparada com a fase de uso.

Olhando-se a matéria-prima, as lâminas de cobre proporcionam um benefício em dobro, comparadas às de alumínio: 1/ a lâmina de cobre permite mais condutividade, menos resistência e, portanto, menos perdas, mas também, 2/ apenas 1,9 Kg equivalentes em CO₂ é necessário para a obtenção de 1 Kg de matéria-prima de cobre enquanto que 121,9 Kg equivalentes em CO₂ são necessários para obter-se o mesmo peso em alumínio. Além deste diferencial, a maioria dos conectores pode ser comparável. A matéria-prima e a fabricação podem representar entre 2 e 20% do potencial de aquecimento global de um conector (~500g à 1,5Kg equivalente em CO₂ dependendo do tamanho do perfurante).

Quando o impacto dos perfurantes é estudado, a real fase de “uso” representa a maioria do potencial de aquecimento global. De fato, as perdas demonstradas no capítulo anterior contribuem para o aquecimento global.

Em um país no qual a produção de um kWh gera emissão de 500 g equivalentes em CO₂, o IPC1 irá representar durante todo a sua vida útil uma emissão de 36 Kg equivalentes em CO₂ enquanto que o IPC2 representa 162 Kg equivalentes em CO₂ na fase de uso. Quando comprada à fabricação, a “fase de uso” é, sem dúvida, a fase mais impactante da vida útil de um conector. Quando buscamos melhorar a pegada ambiental, novamente, conectores eficientes dão melhores resultados.

Com isso claro, o impacto é bem diferente de um país para outro e de uma fonte de energia para outra. A tabela abaixo dá uma ordem de grandeza das emissões de acordo com a fonte de energia.

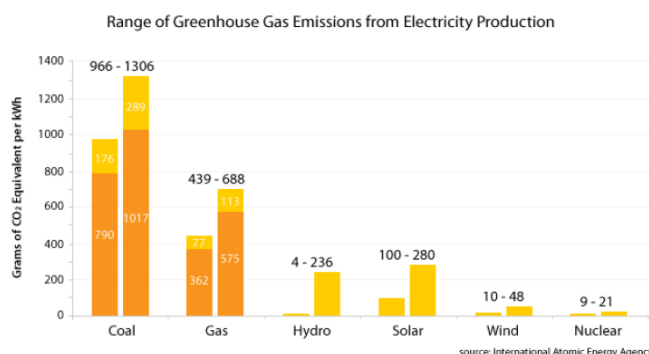


Figura 11: ilustração das emissões de gases de efeito estufa de acordo com a fonte de geração.

Enquanto o impacto do IPC2 em um país que use prioritariamente o carvão pode subir até 421 Kg equivalentes em CO₂ por conector, um IPC1 em um país com uma rede de fontes de baixa emissão (80 g CO₂/kWh) pode ter um impacto durante sua vida útil de 5-6 Kg equivalentes em CO₂ durante o mesmo período de 30 anos.

H. ERGONOMIA E INSTALAÇÃO DO CONECTOR: DO LABORATÓRIO À REALIDADE

A esta altura nós demonstramos que dependendo do projeto do conector a eficiência pode variar de maneira significativa entre conectores levando a um impacto econômico e ambiental.

O que é absolutamente crucial, no entanto, é determinar que tais verificações, obtidas geralmente em condições de laboratório, sejam implementadas, de maneira consistente, por eletricitistas no campo. Ainda que o treinamento dos eletricitistas seja importante, não é suficiente para garantir a execução perfeita das tarefas.

O princípio das porcas fusíveis dos conectores já é prática generalizada. Esta é a melhor maneira para garantir um torque de instalação consistente.

Uma segunda ajuda para o instalador é freqüentemente desprezada: o manuseio do conector durante a instalação é crucial. Segurar firme enquanto o conector é instalado é a única maneira de garantir que o conector esteja alinhado com os condutores para qualidade ideal da conexão. Se este aspecto não for observado, os dentes dos conectores nem sempre farão uma área ideal de conexão com a alma do condutor, para garantir desempenho coerente no campo. É possível que o eletricitista segure o conector enquanto aperta a porca graças a um acessório que evita que o conector gire quando o torque é aplicado. Tal ferramenta deveria ser obrigatória.

Outra característica de instalação, a qual é freqüentemente desprezada, para bom desempenho do conector ao longo da vida útil é o uso do capuz para proteger a ponta do condutor de derivação. Como exemplo, a isolação por

capuzes moles depende da maneira com que eles são montados pelos eletricitistas já que se trata de um passo a mais na rotina de instalação. Se este passo não for feito de forma adequada o capuz poderá cair expondo partes ativas. Além disso, água também poderá entrar no cabo, o que, ao longo do tempo, poderá diminuir o desempenho da conexão.

Com um capuz rígido fixo no conector a isolação a isolação da ponta do cabo e derivação é feita durante a própria introdução do cabo. Nenhuma outra providência é necessária. Como o capuz é feito de plástico duro, não há risco de perfurá-la. Quando a instalação do conector começa já não é possível remover o capuz o que ajuda a evitar acidentes.

Estas duas características são somente exemplos de como um conector perfurante pode ser mais fácil de instalar, o que resulta no final em instalações mais consistentes e conectores eficientes.

Novidades disponíveis no mercado como perfurantes compatíveis com instalação por ferramenta à bateria são outras oportunidades que contribuem para a consistência geral da instalação.

I. SELEÇÃO DO CONECTOR E PROCESSO DA QUALIDADE

Muitos parâmetros de projeto, qualidade ou fabricação podem apoiar a qualidade e eficiência dos perfurantes: qualidade do material plástico, controle de processo de injeção, seleção do metal condutor, consistência da relação torque-força do conjunto porca, parafuso e arruela... A falta de monitoramento consistente em um destes parâmetros resulta em conectores mais resistivos ou mesmo em falhas.

A resistência do conector é composta pela resistência de contato e resistência de transferência.

A resistência de transferência depende das características de resistência do material usado nas lâminas. As lâminas de cobre (1,7µΩ.cm2/cm) são, obviamente, menos resistivas que as ligas de alumínio adequadas para esta aplicação (4µΩ.cm2/cm), a menos que estas últimas seja superdimensionadas na seção.

O segundo componente da resistência de um perfurante, a resistência de contato, é realmente o mais complicado para modelar e está bastante relacionado com o projeto do conector. Mais ainda, a manutenção de uma resistência de contato tão baixa ao longo do tempo é conhecimento chave para qualquer fabricante de perfurantes. Esta capacidade só pode ser verificada por um ensaio de envelhecimento elétrico verdadeiro.

Selecionar conectores e fabricantes confiáveis não é uma tarefa fácil: nada parece mais com um perfurante como outro perfurante. Cada concessionária que tenha conseguido implantar com sucesso um esquema de fornecimento de qualidade de perfurantes – e outros acessórios – geralmente

seguiu um processo de homologação bem rígido incluindo não apenas a revisão de “relatórios de ensaios”, mas também uma avaliação completa do comportamento dos produtos em campo bem como o monitoramento do sistema de qualidade do fornecedor.

A tabela abaixo fornece um exemplo da melhor abordagem para homologar produtos. Um processo assim deverá ser completado pelas certificações adequadas: ISO17025 para laboratórios de ensaios bem como o processo de certificação EN45011 para qualificação geral quando necessário.

Em geral os fabricantes devem possuir recursos de qualidade, de engenharia bem como suas instalações à altura dos produtos que oferecem. Ainda que possa parecer senso comum, este tipo de verificação é bastante útil para poder separar bons fornecedores em condições de apresentar expertise técnica e apoio.

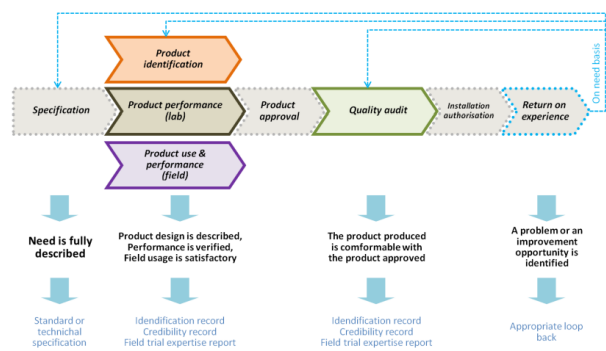


Figura 12: esquema típico de qualificação de produtos

A obtenção de produtos de qualidade obviamente começa pela definição correta das especificações do produto. Quando buscamos perfurantes eficientes e confiáveis, devemos considerar os seguintes aspectos:

- Usar uma norma rígida como referência. A NF C 33-020 (2013) é provavelmente a referência mais completa e segura atualmente.
- Garantir que água não entre de jeito nenhum na conexão. Para isso, sempre selecione o método 1, seja na NF C 33-020 ou na EN 50483.
- Definir um critério para instalação fácil e consistente como descrito acima. Garantir que os produtos sejam testados em campo. Exigir referências importantes.
- E por último, mas não menos importante, definir uma meta de eficiência, em outras palavras, um valor limite para a resistência média ao, final de um ensaio de envelhecimento elétrico. “Classificação A” na escala (máxima 40 µΩ) é hoje em dia uma meta realista que dá os melhores benefícios técnico-econômicos.

J. EFICIÊNCIA DO PERFURANTE DE BAIXA TENSÃO: UMA OPORTUNIDADE REAL PARA AS

CONCESSIONÁRIAS

Resumindo, a eficiência e confiabilidade do conector de BT, ainda que pequenas quando considerada apenas uma peça, torna-se significativa quando consideramos 1/ milhões de conectores instalados em uma rede e 2/ o fato de que cada kWh que chega aos medidores deve antes passar por 4 ou mais destes conectores.

Se de 0,30 a 1,60 podem ser economizados todos os anos em cada conector instalado na rede, a economia para as concessionárias pode atingir valores de 6 a 7 dígitos todos os anos.

O objetivo deste documento é o de destacar o potencial oferecido às concessionárias: garantir confiabilidade e melhorar a eficiência em suas redes. Espera-se que as concessionárias poderão se beneficiar dos caminhos bem práticos que foram mostrados para atingir este potencial.



Damien cursou Mestrado em Engenharia e em Empreendimento de Negócios. Após trabalhar em vários cargos de gerenciamento de produto (engrenagens elétricas de segurança, acessórios para subestações HV/EHV) Damien transferiu-se em 2011 para sua posição atual como diretor da área de negócios para acessórios de redes aéreas em BT e MT, coordenando P&D, inovação e gerenciamento de produto. Damien entrou, em 2013, para o comitê francês CIRED.

Vivien cursou Mestrado em Engenharia. Ele trabalha como engenheiro líder global e gerente de produtos (perfurantes) na Sicame da França.