

É mais econômico usar conexões prateadas ou estanhadas que conexões nuas

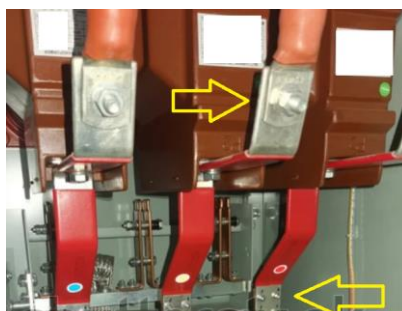
Autor Sergio Feitoza Costa ***

COGNITOR – Consultancy, Research and Training Ltd. ***

Por favor compartilhe

Keywords: Substations, Optimization, Switchgear, design, reduction of costs, validation, High Power, Testing, Laboratory, Simulations, Calculations, IEC Standards, Busbar systems, Internal Arcs, Overpressures, Temperature rise, Electrodynamical stresses, short time currents, Magnetic Fields

ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA NA CONEXÃO (K)	BDIMENSÕES DA BARRA mm (por fase)	PESO DO COBRE (kg) e % do valor 50K	Total kg/MVA
50K	100x10 mm	110 (100%)	142
60K	83,5x10 mm	92 (84%)	130
65K	77,5x10 mm	85 (77%)	125
75K	67,8x10 mm	74 (67%)	118



1) INTRODUÇÃO,

A maioria dos projetistas que conheço, ao avaliar se determinada alternativa de projeto é mais econômica, faz uma análise simplista, não pensando no conjunto de variáveis importantes. Eles pensam apenas em 1 ou 2 delas. Hoje em dia poucos profissionais são treinado para pensar de forma mais abrangente e no médio-longo prazos. Os raros que fazem isso ganham os melhores salários do mercado. Aprendi isso no passado colaborando na análise de grandes projetos de energia renovável e T&D no Brasil. Na época, desenvolvi um software de avaliação técnica e econômica que se popularizou por ser feito para "não-economistas". Este software Decidix ainda está disponível para download gratuito na web no link http://www.cognitor.com.br/c_Feasibility_Analysis.htm . É uma ferramenta poderosa, mas fácil de usar (G, T & D). Confira também este link com a descrição do método http://www.cognitor.com.br/ENG_Part2_Methodology.pdf .

2) PREMISSAS PARA UTILIZAR UMA CONEXÃO PRATEADA ou ESTANHADA EM VEZ DE UMA CONEXÃO NUA.

Busbar connections are a good example to understand how an incomplete analysis leads to lost opportunities to carry out more competitive projects. The simplistic reasoning is that if you use silver connections between busbars or circuit breakers you are doing a more expensive project. This is not true if you take into account premises like:

- To reach a wider market you will have to test your product to get a neutral temperature rise testing report. Buyers only feel safe when they receive a report approving the product. Use the standard in your favor.
- According to IEC technical standards the permitted temperature rise in a silvered connection is 75K while in a bare connection it is 60K [IEC 62271-1 / 2017] .Interesting to notice that in the 2011 version was 50K.
- Using a temperature rise at a connection higher than the IEC limit will bring a faster aging. For each 10K above the limit you loose 2/3 of the expected life. That means, in a period like 10 years, to buy 3 instead of 1. (Figure 1)
- The main immediate costs associated to the product are the construction and testing costs .
 - For a well-organized company, using silver connections raises little the cost of producing the product. Learn with Chinese. There are many accessible machines for plating. Forget old practices like silvering all the busbar instead of only the ends of the busbar.
 - Using a silvered or bare connection have low influence in the temperature rise of the connection. The gains are in the durability and the fact that the technical standard permit a higher temperature rise in the silvered one . The technical standard does not specify a high-quality plating. It specifies tinned or silver plated. Mind the limit values and be pragmatic .
 - During a temperature rise test the hot spot point is usually in the connections of the busbars to the circuit breaker or switch or fuse. You may use silvered or tinned in the hotspots and just bare in the others. Test simulations indicate this easily. See the chart below.

As conexões de barramentos são um bom exemplo para entender como uma análise incompleta leva à perda de oportunidades para realizar projetos mais competitivos. O raciocínio simplista é que, se você usar conexões prateadas ou estanhadas entre barramentos ou disjuntores, fará um projeto mais caro. Isso não é verdade se você levar em conta premissas como:

a) Para alcançar um mercado mais amplo, você terá que testar seu produto para obter um relatório de teste de elevação de temperatura neutro. Os compradores só se sentem seguros quando recebem um relatório que diz “APROVADO”. Use a norma técnica a seu favor.

b) Pelas normas técnicas NBR e IEC a elevação de temperatura permitida em uma conexão prateada é de 75K enquanto em uma conexão nua é de 60K [IEC 62271-1 / 2017]. Interessante notar que na versão 2011 era de 50K. Para conexão estanhada o valor é 65K. Imagino que em algum tempo este valor venha a se tornar 75K

c) Usar elevação em uma conexão superior ao limite IEC trará envelhecimento mais rápido. Para cada 10K acima do limite você perde 2/3 da vida esperada. Isso significa, em um período de 10 anos, comprar 3 ao invés de 1. (Figura 1)

d) Os principais custos imediatos associados ao produto são os custos de construção e testes.

a) Para uma empresa bem-informada, usar conexões prateadas ou estanhadas aumenta pouco o custo do produto. Aprenda com os chineses que já estão uns 10 anos à nossa frente. Existem máquinas acessíveis para revestimentos. Reveja práticas antigas como pratear todo o barramento completo e não apenas as extremidades das seções.

b) A utilização de uma conexão prateada ou nua tem pouca influência na elevação de temperatura da conexão. Os ganhos estão na durabilidade e no fato de a norma técnica permitir maior elevação de temperatura na conexão prateada ou estanhada. A norma técnica não especifica um revestimento de alta qualidade. Especifica “estanhado” ou “prateado”. O laboratório de testes usa os limites escritos na norma. Seja pragmático.

c) Durante um teste de elevação de temperatura, o ponto quente geralmente está nas conexões dos barramentos ao disjuntor ou chave ou fusível. Você pode usar revestimento prateado ou estanhado nos pontos quentes e apenas nu nos demais. Simulações de teste indicam isso facilmente. Veja o gráfico abaixo.

Figure 1

Part	Contact material and medium where it is used	Temperature Rise máx. (K) amb 20°C	Temperature máx. (°C) ambient 40°C	Comments
SPRING CONTACT	Copper and copper alloys uncoated	35	50	Changed recently IEC62271-1 from 50K to 60K
	- in air	50	65	
	- in SF6	40	55	
	- in oil	50	65	
	Tinned	50	65	tinned 65K in air = 105-40
BOLTED CONTACT	Silver or nickel plated	65	80	silvered 75K in air
	- in air	50	65	
	- in SF6	65	80	
	- in oil	65	80	
	For contactors in oil		105	Oil deterioration
METALIC PARTS	Copper, aluminum and alloys	50	65	
	uncoated	50	65	
	in air	65	80	
	in SF6	65	80	
	in oil	65	80	
SURFACES	Can be touched (met / non met.)			
	Accessible but not touched			

Assessing the aging

$$K = 2^{\frac{(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\Delta T_1} + \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_3)}{\Delta T_2}}$$

- Copper electrical contact initially with temperature rise equal to 35K
- Apply overload so that the temperature rise above ambient becomes 45K
- Constant $\Delta T_1 = 6K$ for $\Delta T_2 = 35K$ (Figure B)

$$K = 2^{\frac{(35 - 45)}{6}} = 0.315$$

Life expectancy in the conditions of standard (suppose 10 years) will be multiplied by a factor of 0,31

You need to buy 3 contacts in 10 years instead of just one

3) COMPARANDO OS CUSTOS PRATEADO X ESTANHADO X NU

Usarei uma abordagem simples usando um painel como na Figura 2. Os passos são:

a) Aplicar uma corrente que produza elevação de temperatura 50K (NU, na IEC62271-1 - 2011) na conexão entre o barramento e o disjuntor. Suponha um barramento feito de barras de cobre de 100x10 mm (uma por fase).

b) Verifique a elevação e registre o peso do cobre. Calcule também o kG/MVA. Este será nosso peso de referência (100%) para comparações

- c) Agora, aplique a mesma corrente, mas reduzindo a seção transversal da barra para produzir , na conexão 60K (NU - para IEC62271-1 - 2017) e 65K (como em estanhado). Novamente, verifique o peso (menor) do material condutor
- d) Por fim, faça o mesmo, mas para atingir, na mesma corrente e seção transversal inferior, uma elevação de 75 K

Se você verificar as diferenças nos pesos e usando o preço do cobre, você pode ter uma ordem de grandeza de todas as opções (custo 1= quanto menos cobre você vai usar com elevação de temperatura maior) . Compare esses valores com o custo adicional (custo 2) de produzir uma conexão prateada ou estanhada em vez de nua. Verifique se o custo 1 é maior que o custo 2

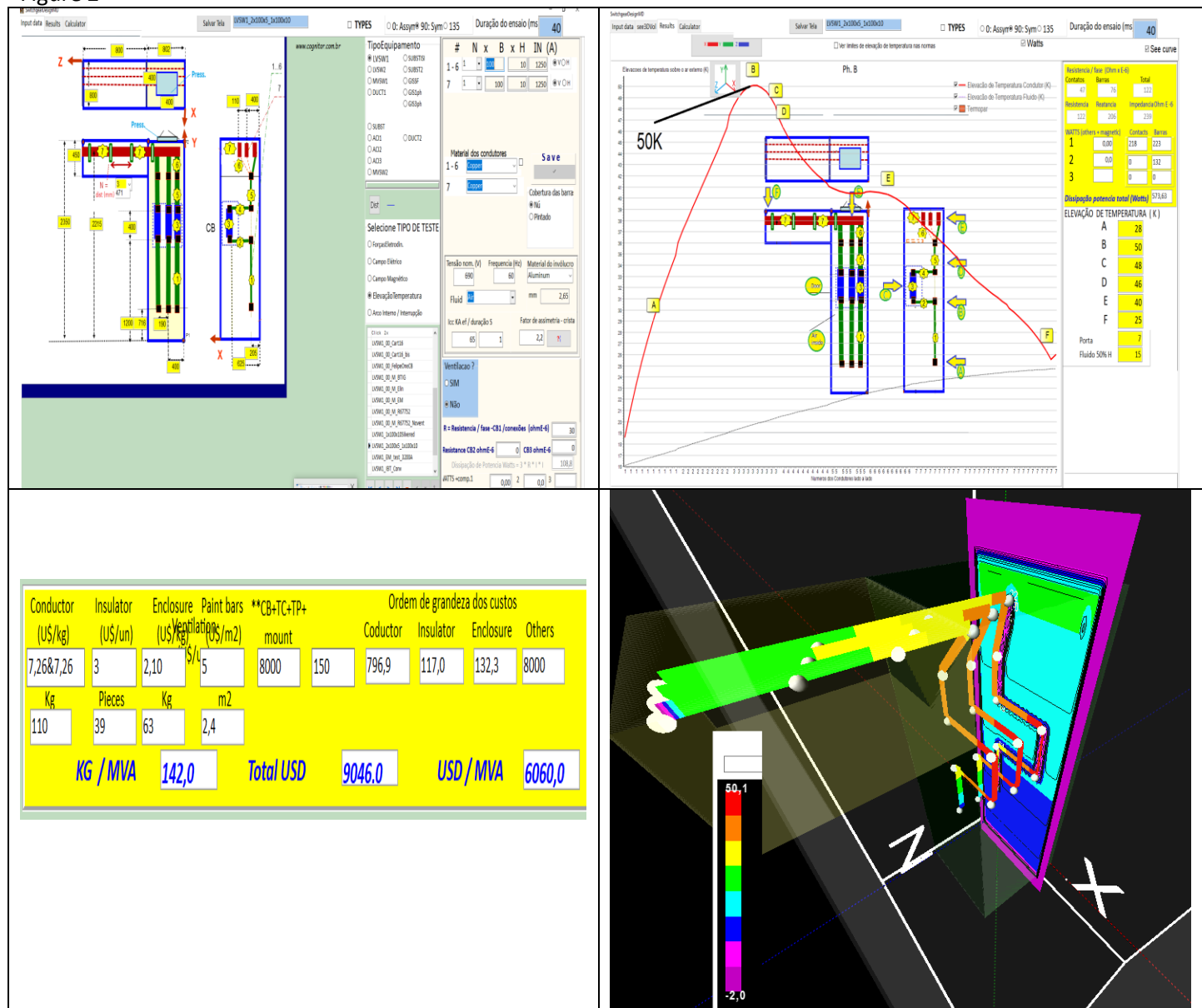
Para concluir, confira os resultados na Tabela 1 e forme uma opinião. Seja humilde e lembre-se de que você pode não estar atualizado sobre técnicas e máquinas de revestimento.

Para dúvidas escreva para sergiofeitozacosta@gmail.com ou poste na área de comentários do meu LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/sergiofeitozacosta/>

Tabela 1 - Resultados para comparações em 1250 Amperes (apenas um painel)

ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA NA CONEXÃO (K)	BDIMENSÕES DA BARRA mm (por fase)	PESO DO COBRE (kg) e % do valor 50K	Total kg/MVA
50K	100x10 mm	110 (100%)	142
60K	83,5x10 mm	92 (84%)	130
65K	77,5x10 mm	85 (77%)	125
75K	67,8x10 mm	74 (67%)	118

Figure 2



ANEXO 1 - REFERENCIAS

[1] Treinamento sobre projeto e teste de equipamentos de subestação (painéis e barramentos elétricos de media e baixa tensões): <https://www.cognitor.com.br/trainingPOR.pdf>

[2] Book "Switchgear, Busways, Isolators - Substations & Lines" (available also in Spanish and Portuguese) http://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_ENG.pdf

Este artigo foi escrito por Sergio Feitoza Costa.

Sergio é engenheiro eletricista, M. Sc em Sistemas de Potência e diretor da COGNITOR.

- Baixe artigos e livro grátis <http://www.cognitor.com.br/Downloads1.html>
- Curriculum <https://www.cognitor.com.br/curriculo.html>
- Treinamento + SwitchgearDesign <https://www.cognitor.com.br/trainingPOR.pdf>
- Serviços de consultoria <https://www.cognitor.com.br/proposta.pdf>

ALGUMAS POSSIBILIDADES DO SOFTWARE SWITCHGAERDESIGN

