Apoio
CLAMPER
aFap
Blutrafos GRUPO FURLANI
MEGABARRE

Capítulo VII

Chaves-estáticas de transferência

Por Luis Tossi e Henrique Braga

Com a constante busca por altos níveis de confiabilidade e disponibilidade, são exploradas também pelo mercado as vantagens oferecidas pelas chaves-estáticas de transferência (STS ou ATS), as quais garantem altos níveis destas características em todas as partes do sistema.

Este capítulo irá explorar as características de redundância das chaves-estáticas de transferência STS, bem como todos os aspectos que devem ser cuidadosamente analisados, de forma a permitir o correto funcionamento da chave com os dispositivos ao seu redor: fontes, proteções, cabos, etc.

Além disso, indicaremos as diferenças em relação à ATS e complementaremos o capítulo anterior com o cálculo de MTBF para esta configuração.

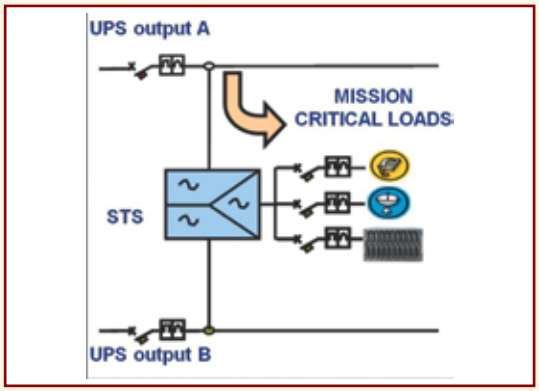

Figura 1 – Chave-estática de transferência STS.

Chave-estática de transferência STS (Static Transfer Switch)

A chave-estática de transferência STS tem como seu principal objetivo introduzir redundância de fontes ou de distribuição para uma carga específica, sendo mais utilizada para aumento de redundância de cargas de única fonte.

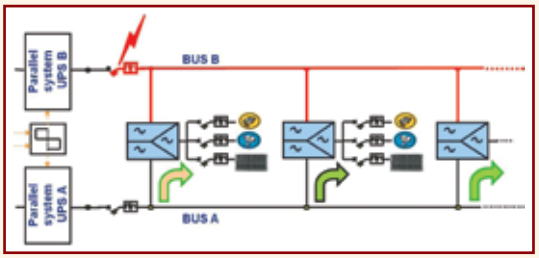

Figura 2 – Fontes redundantes.

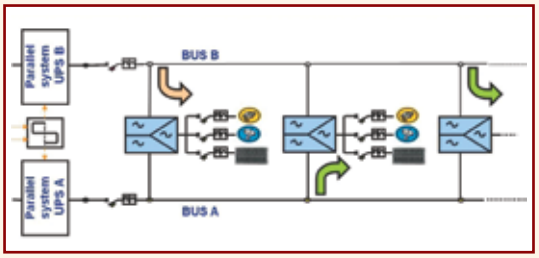

Figura 3 – Distribuição redundante.

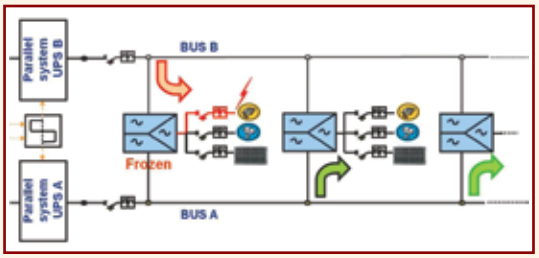

Figura 4 – Distribuição redundante (comportamento em falha).

Sua utilização pode introduzir ao sistema algumas alternativas para eventos de interrupção ou saída de

tolerância, como também para ampliação de sistemas, podendo também ter a utilização de grupos geradores em conjunto.

Entre as suas principais configurações, está a "prioridade", que define em qual das duas fontes será a sua operação principal, podendo ser também configurada em alguns casos como a última fonte em operação.

Tipos de sistemas

Apesar da diversidade de combinações, a relação custo-benefício das composições de chaves-estáticas de transferência STS nos fazem ter basicamente duas principais combinações: 'N+N' e 'N+1'.

Na primeira, temos dois sistemas UPS paralelos distintos, cada um alimentando uma fonte da STS. No segundo tipo, temos N fontes separadas, cada uma composta por um UPS singelo, com mesma rede reserva. Cada sistema alimenta uma fonte de STSs, sendo que o ramo alternativo de todas é alimentado por um sistema UPS paralelo, dimensionado de modo que possa suportar a transferência de parte dos sistemas.

Independentemente de qual sistema seja utilizado, aconselha-se a instalação das chaves o mais próximo possível das cargas, aumentando a confiabilidade.

Conceitos de transferências

1) BBM (Break Before Make)

Ocorre quando se abre a fonte em que se estava operando antes de acionar a fonte para a qual passará a alimentação da saída.

2) MBB (Make Before Break)

Ocorre quando se fecha a fonte de destino antes de abrir a fonte em que se estava operando.

A seguir, a Figura 5 ilustra as duas condições:

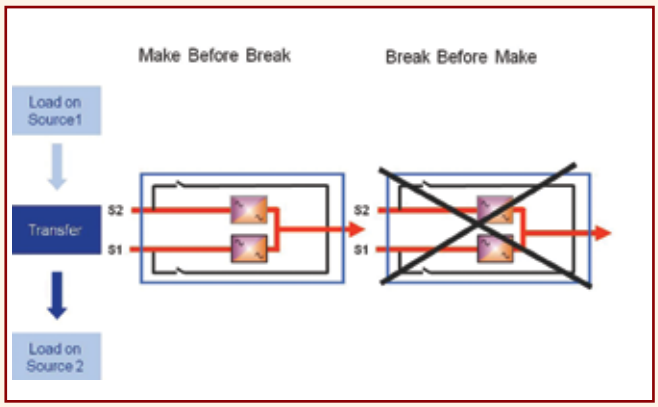

Figura 5 – MBB e BBM.

3) Transferência síncrona e assíncrona

Na transferência síncrona, ambas as fontes estão em fase ou com uma diferença menor que 30°. Nesta condição, a transferência é feita diretamente, com um tempo de comutação geralmente em torno de 4 ms, conforme indicado a seguir:

Apoio CLAMPER afap Blutrafos GRUPO FURLANI MEGABARRE

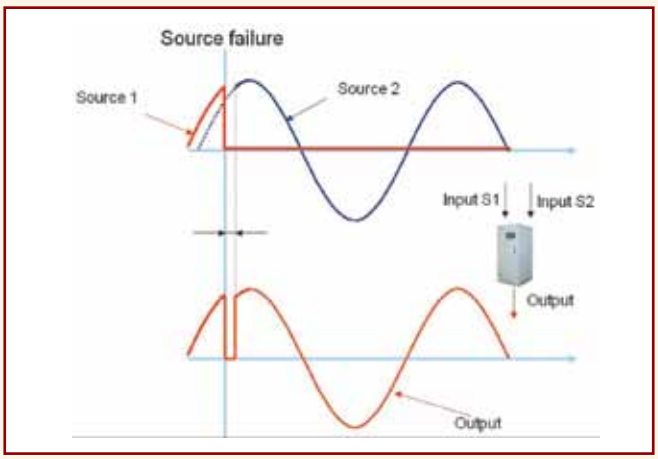

Figura 6 – Transferência síncrona.

No caso dessa defasagem ser maior que 30°, a transferência direta não será mais possível, pois resultaria em um componente DC, gerado pela grande diferença das áreas do semiciclos (positivo e negativo), o que poderia queimar cargas na saída do sistema, principalmente com características indutivas. Dessa maneira, é necessário que a STS estipule um tempo de atraso (delay time) maior que meio ciclo (geralmente 10 ms) para efetivar a transferência. Dessa maneira, se garante que a forma de onda passou pelo "zero", mantendo zerada a componente DC da forma de onda resultante. Observe a ilustração:

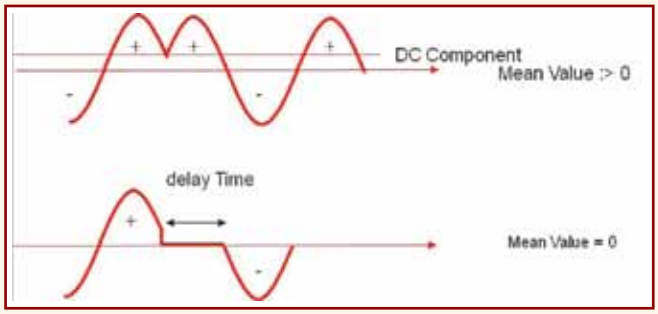

Figura 7 – Transferência assíncrona.

Tal condição não é preocupante para a maioria das cargas, pois conforme a curva ITI (CBMEA), comentada nos primeiros fascículos dessa série e que define em quais limites de tolerância da qualidade de energia o equipamento tem de continuar funcionando normalmente sem falhas ou interrupção de operação, a indicação é de que 20 ms é o limite de interrupção que uma carga suporta, o que valida a condição de transferência assíncrona.

Para evitar essa condição em sistemas 'N+N', geralmente são utilizados módulos de sincronismo externo, conforme mostra a Figura 8, para garantir sempre a transferência síncrona, durante a qual o tempo de transferência é menor.

Número de polos e influências do neutro no projeto

Existem no mercado chaves de transferência para sistemas monofásicos e trifásicos. Em ambos, pode ser opcional a escolha de comutação também do ramos de neutro, passando o tipo de chave para dois polos (monofásicos) e quatro polos (trifásicos).

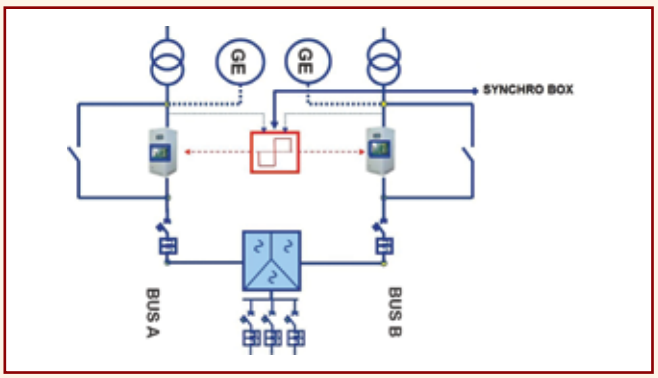

Figura 8 – Sistema dual com sincronismo externo.

Nestas configurações, a principal característica refere-se à total separação das fontes. Mesmos assim sempre deve ser analisada a compatibilidade das características da chave com as condições do sistema, por exemplo, se a distribuição é triângulo (três cabos) ou estrela (quatro cabos), conforme alguns pontos que serão comentados a seguir.

Uma das características que precisa ser verificada é a impedância entre o aterramento G1 e G2 do neutro das duas fontes S1 e S2, as quais formam uma impedância de terra Z(G1-G2), conforme ilustrado na Figura 9.

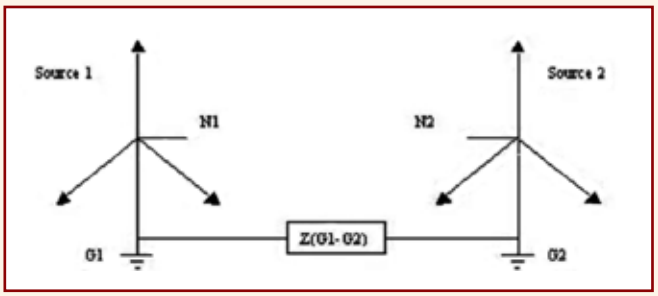

Figura 9 – Impedância Z(G1-G2) entre fontes trifásicas com neutro.

O caso de essa impedância ser baixa (Z(G1-G2)≤0,1Ω) caracteriza que os aterramentos são praticamente comuns (G1≡G2) e, no caso de STSs de três polos com neutro ou de um polo (sistema monofásico), um conector de neutro em comum poderá ser utilizado. Em caso de alta impedância (Z(G1-G2)≥0,1Ω), tal condição causará desequilíbrio de tensão mesmo tentando-se equilibrar a impedância entre fontes e, por isso, deve ser evitada.

No caso de STSs de três polos sem neutro ou de dois polos (sistema monofásico), não existem problemas para ambos os casos acima. Para chaves de quatro polos, na condição de alta impedância, aconselha-se a utilização de MBB que, apesar de "curto-circuitar" os neutros por um período curto de tempo (20 ms), evita sobretensões indesejáveis na saída, pois padroniza as referências de tensão em um único ponto. Mesmo nesta condição, a capacidade dos SCRs deve estar preparada para corrente que circula entre neutro no momento da transferência. No caso de baixa impedância, é aconselhada a utilização de BBM para transferência, pois não existe o risco do mesmo problema. Segue um resumo das configurações para quatro polos:

Apoio
CLAMPER
afap
Blutrafos GRUPO FURLANI
MEGABARRE

Neutral switching logic	System characteristics	
	Z(G1-G2)<0.1Ω	Z(G1-G2)>0.1Ω
BBM	**Recommended**	**Not recommended**
MBB	**Not recommended**	**Recommended** (possibility of neutral DV analysis)

Figura 10 – Lógica de chaveamento de neutro para STSs de quatro polos.

Compatibilidade com transformador isolador

Muitas vezes, trabalha-se com transformadores isoladores, tanto delta-estrela quanto delta-zigzag, na saída (mais comum) ou em ambas as entradas da STS. Geralmente existe total compatibilidade nesta configuração, a qual possui as seguintes vantagens:

1) Redução do desbalanceamento de carga e da 3ª harmônica nos ramos primários, caso haja;
2) Distribuição acima do transformador com apenas três cabos;
3) Aumento do fator de potência no caso de cargas não lineares;
4) Redução dos ruídos no sistema.

Apesar de mais caro, o transformador delta-zigzag possui o maior desempenho de todos os itens citados, permitindo o cancelamento total do 3º harmônico e simetria de tensões com cargas não lineares balanceadas, por exemplo.

Como já salientado, mesmo não havendo problemas na maioria dos casos, todas as características do sistema devem ser consideradas para o projeto, como o IRUSH do transformador, o qual é previsto em condições de indução magnética residual nula ou baixíssima, o que não é o caso. Portanto, todos os dispositivos instalados antes do transformador devem estar corretamente dimensionados e todas as diferentes condições de transferências devem ser testadas.

Outras características do projeto

Por fim, além de todos os pontos a serem verificados e expostos para o correto projeto de uma STS, é necessário que todo o sistema seja operacional em todas as condições. Dessa maneira, os seguintes aspectos precisam estar em perfeita sinergia:

- Coordenação de tolerância de tensão e frequência, e de suas variáveis instantâneas;
- Coordenação das proteções de sobrecorrente, das entradas primárias até a carga;
- Coordenação das proteções de surto.

Comparando STS com ATS (Automatic Transfer Switch)

Basicamente, existem duas tecnologias de chaves de transferência: STS e ATS.

A STS é baseada em componentes eletrônicos estáticos (SCR), os quais garantem o controle rápido de preciso de chaveamento, permitindo para esta solução obter o perfeito BBM, com um tempo de comutação geralmente de 4 ms (≤ 5 ms).

Já a ATS é baseada em componentes eletromecânicos, que, apesar de mais lentos, conseguem, ainda assim, obter transferências síncronas e assíncronas em modo BBM. Possui valores maiores de MTBF.

Portanto, se sugere a aplicação de STS para sistemas mais críticos e sensíveis a longos afundamentos de tensão em BBM, enquanto a ATS é um produto disposto a aumentar a confiabilidade de qualquer sistema com um custo bem mais atrativo. Confira um resumo das características de ambos:

	STS	*ATS*
Características do BBM	Garantido por sensores ON/OFF nos SCRs para o verdadeiro BBM	Garantido pelos mesmos sensores, mas para relés.
Transferência síncrona	Geralmente 4 ms (≤ 5 ms)	Geralmente ≤ 6 ms
Transferência assíncrona	0-20 ms adicionados ao atraso acima	0-20 ms adicionados ao atraso acima
Preço	Qualidade e preços mais altos	Ótima relação custo/benefício

Figura 11 – Comparativos entre STS e ATS.

MTBF de um sistema com STS

Como no capítulo anterior já foi apresentado o conceito de MTBF e os cálculos e resultados para UPSs, segue agora o cálculo para um sistema "N+N" com chave-estática centralizada:

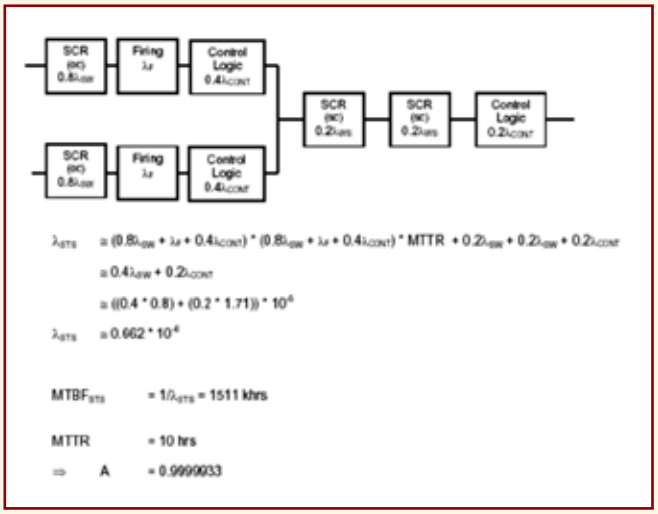

Figura 12 – Cálculo de MTBF da STS.

Observe o cálculo para o sistema composto por uma STS, alimentada por dois UPSs singelos:

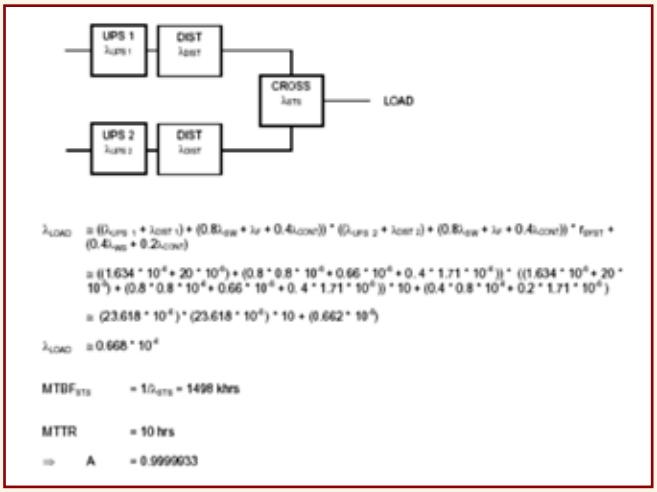

Figura 13 – Cálculo de MTBF da STS alimentada por dois UPSs.

Resumo

Configuração UPS	Singelo (com by-pass)
MTBF do UPS (kh)	612
Confiabilidade UPS	99,99837%
MTBF da STS (kh)	1511
Confiabilidade STS	99,99933%
MTBF do Sistema completo (kh)	1498
Confiabilidade Sistema (%)	99,99933%

Figura 14 – Resumo dos cálculos de MTBF.

Referências:

- *www.chlorideonline.com.*
- *M. Grossoni, R. Huempfner, E. Cevenini and C. Bertolini, J. Profeta, "Internet Data Centres (IDC): Design considerations for mission critical power systemperformance". Conference proceedings of INTELLECT 2001 (Twenty-third International Telecommunications Energy Conference).*
- *E. Cevenini, C. Bertolini, A. Ariatta, "Internet Data Centres (IDC): Design considerations for mission critical power system performance", proceedings of IEEE PMAPS 2002, Naples.*
- *Wikipédia.*

LUIS TOSSI é engenheiro eletricista e diretor-geral da Chloride Brasil. Atua na área de condicionamento de energia e aplicações de missão crítica há 23 anos, com larga experiência em produtos, aplicações e tecnologias de ponta.

HENRIQUE BRAGA é engenheiro eletricista pela Fundação Educacional Inaciana Pe. Saboia de Medeiros (FEI) e, desde 2001, atua na área de sistemas para cargas de missão crítica. Atualmente, é gerente de serviços da Masterguard do Brasil.

Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br