

TIPOS DE NO-BREAKS TRIFÁSICOS

Atualmente, uma variedade de tipos de operação pode ser atribuída a No-breaks trifásicos, buscando o fornecimento de sistemas com maior confiabilidade para os clientes. Encontra-se uma gama de combinações entre potência, números de equipamentos, distribuição de carga, redundância e etc, que podem ser exploradas para atender à demanda presente e futura dos usuários.

Este artigo busca apresentar e explicar as operações Singela, Paralela Redundante Passiva e Paralela Redundante Ativa, suas particularidades, além de onde e porquê aplicá-las. O objetivo é tornar o leitor capaz de diferenciá-las e saber a melhor aplicação para as necessidades do cliente. Estas três opções fazem parte da linha de equipamentos da CP Eletrônica S.A..

Operação Singela

O que é:

Nesta operação, tem-se apenas um No-break alimentando a carga. A Figura 1 exemplifica esta operação, onde se pode ver um equipamento sem Chave Estática e seus componentes (retificador, banco de baterias e inversor).

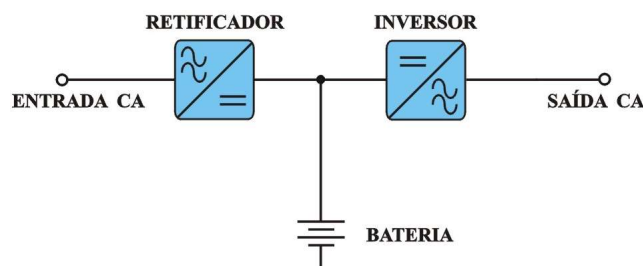


Figura 1 - Componente de um No-break.

A configuração acima é a base do No-break. Seu MTBF é apresentado a seguir, sendo obtido de dados coletados dos equipamentos em campo:

$$\text{MTBF} = 50.000 \text{ h}$$

Para fins de comparação e utilização em cálculos posteriores, a base de dados do ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico (www.ons.org.br) aponta para o 3º Trimestre de 2003, uma ocorrência máxima de 14 falhas entre todos os postos de controle, para alta e baixa tensão.

Este dado, estendido para o período de um ano, gera o seguinte MTBF médio para a rede elétrica:

$$\text{MTBF} = 625 \text{ h}$$

Chave Estática e Rede Alternativa

A Chave Estática (CE) é um dispositivo eletro-eletrônico que busca gerenciar a saída do equipamento, comutando entre o inversor do No-break e uma fonte de energia elétrica alternativa, visando a continuidade de alimentação da carga. Seu uso está associado a manutenções do equipamento, sobrecarga, curto-circuitos na saída, sobretemperatura ou à ocorrência de uma eventual falha. O sistema fica de acordo com a Figura 2.

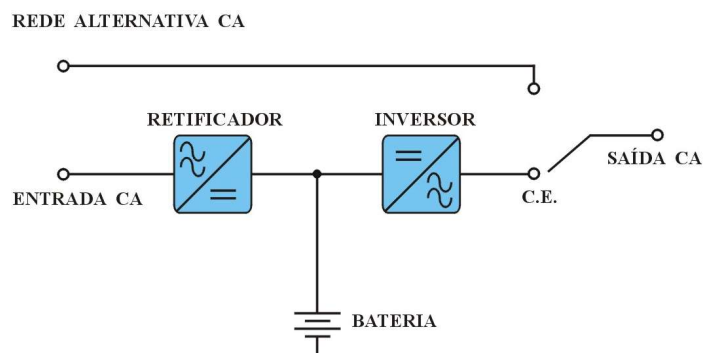


Figura 2 - No-break com Chave Estática e Rede Alternativa.

Devido à sua simplicidade, normalmente feita de tiristores e/ou contadoras, a CE apresenta uma confiabilidade bastante alta, contribuindo para o aumento do MTBF geral do No-break. Dispositivos como esse possuem elevados MTBFs, chegando à casa de 500.000 a 800.000 horas.

A fonte alternativa pode ser a própria rede elétrica, um grupo motor-gerador ou mesmo um segundo No-break. Neste último caso, tem-se a configuração chamada de Paralelismo Redundante Passivo.

É importante destacar que o uso de uma CE necessita que se considere o seu MTBF e o da fonte alternativa no cálculo do MTBF geral do No-break.

O MTBF dos equipamentos singelos dotados de chave estática é apresentado a seguir, sendo obtido de dados coletados dos equipamentos em campo:

$$\text{MTBF} = 372.000\text{h}$$

Operação em Paralelismo Redundante Passivo

O que é:

Conforme visto na Figura 3, na configuração de Paralelismo Passivo há pelo menos dois No-breaks, de mesma potência. Existe um No-break principal, que está sempre alimentado a carga, e sua rede alternativa é conectada ao segundo No-break. O segundo equipamento também é dotado de chave estática, com conexão para uma rede alternativa, que pode ser outro equipamento ou a rede elétrica.

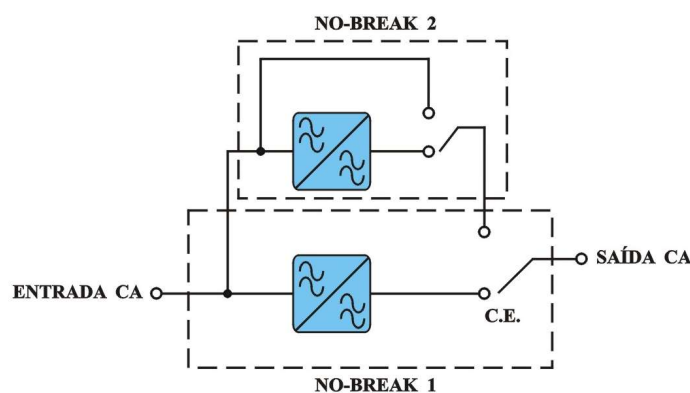


Figura 3 – Dois No-breaks em Paralelismo Passivo.

Para que serve:

Esta configuração possui a maior confiabilidade entre todas as configurações dotadas de chave estática. Seu uso visa aumentar a confiabilidade do sistema através do aumento de atributos da rede alternativa do primeiro equipamento, trocando a rede elétrica, seu baixo MTBF e sua baixa qualidade, por um segundo No-break e sua maior confiabilidade e qualidade.

No caso de manutenção, proteções ou falha do primeiro equipamento, a carga é transferida integralmente ao segundo equipamento. Somente no caso de sobrecarga, curto-circuito ou a falha dos dois equipamentos simultaneamente, a carga será alimentada pela rede, ficando sujeita às suas perturbações.

Assim sendo, por meio do cálculo apresentado no *Gold Book* da *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – Power Systems Reliability*, chega-se ao seguinte valor para esta topologia, considerando um valor de 48 horas para o MTTR (Tempo médio para reparo – **válido para todos os cálculos deste artigo**). O produto final de tal redundância é apresentado no MTBF abaixo:

$$\text{MTBF} = 499.356 \text{ h}$$

Operação em Paralelismo Ativo

O que é:

Nesta operação, tem-se dois ou mais No-breaks alimentando a carga, conjuntamente e de modo compartilhado. Suas saídas estão conectadas diretamente entre si e à carga. A Figura 4 e Figura 5 demonstram esta operação, exemplificando o uso de dois e três equipamentos.

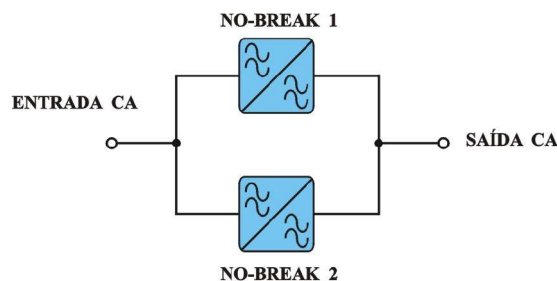


Figura 4 - Dois No-breaks em Paralelismo Ativo.

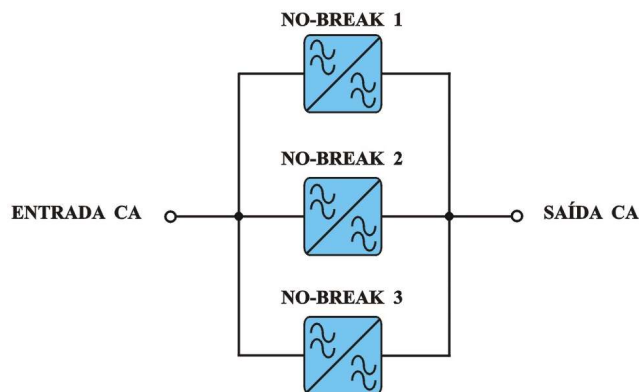


Figura 5 - Três No-breaks em Paralelismo Ativo.

Para que serve:

O uso de um ou mais No-breaks em paralelo promove um aumento de confiabilidade do sistema, pois diminui as probabilidades de falha de energia elétrica na carga, além de permitir expansões futuras. **A premissa básica deste aumento de confiabilidade é que pelo menos um equipamento (o reserva) possa ser desconectado do barramento e o(s) restante(s) possa(m) seguir alimentando a carga.** Atendida esta premissa, se terá gerado uma situação de sempre permitir a manutenção ou falha de equipamento sem prejuízo à carga.

Entretanto, o aumento no MTBF não é linear, pois este é fruto da capacidade que as combinações dos No-breaks em paralelo têm de alimentar a carga, entendida como a probabilidade de sucesso do conjunto em relação à carga. É preciso sempre ter em mente o número de equipamentos necessários para alimentar a carga nominal e o número de equipamentos que podem ser desconectados do barramento sem que os demais forneçam carga em quantidade superior à sua capacidade nominal e, conseqüentemente, se atue alguma proteção.

Por exemplo, uma carga de 13 KVA é alimentada por três equipamentos de 10 KVA. Caso um seja retirado do barramento, os dois restantes permanecerão operando normalmente. Mas quando um segundo for desconectado, o remanescente entrará em sobrecarga, podendo desenergizar a carga.

As análises de MTBF para o paralelismo (N+1) e (N+2), feitas na seqüência deste artigo, exemplificarão estes casos. O aumento em um equipamento para a reserva, de (N+1) para (N+2), terá um resultado significativo de confiabilidade.

Paralelismo N+1

Nesta configuração, há N equipamentos necessários e 1 equipamento “reserva”, ou seja, qualquer um dos equipamentos pode sair do barramento de carga que os demais conseguirão suprir a carga dentro de suas características nominais. Os valores para associação de até seis equipamentos são apresentados a seguir:

| MTBF Paralelo (N+1) em horas | |
|-------------------------------------|-----------|
| Dois Equipamentos | 285.388 h |
| Três Equipamentos | 107.709 h |
| Quatro Equipamentos | 60.844 h |
| Cinco Equipamentos | 41.152 h |
| Seis Equipamentos | 30.856 h |

É importante destacar a queda provocada pelo aumento do número de equipamentos. Esta queda é explicada pela menor quantidade percentual de “reserva” no barramento. Enquanto que para dois equipamentos, há 50% de reserva, para seis há somente 16,7%. Percebe-se que a partir de 5 equipamentos, tem-se um MTBF menor que um equipamento singelo.

Além disso, **estes cálculos são válidos para equipamento de mesma potência**, visto que sua participação deve ser de mesma proporção. Não significa que equipamentos de potência diferentes não possam ser conectados em paralelo, mas as probabilidades de sucesso estarão sempre atreladas à capacidade do equipamento de menor potência.

Paralelismo N+2

Nesta configuração, há N equipamentos necessários e 2 equipamentos “reservas”, onde quaisquer dois equipamentos podem ser desconectados do barramento sem comprometer a carga.

É uma configuração de extrema confiabilidade, pois apresenta uma maior flexibilidade para o sucesso da operação do conjunto. Valem as mesmas observações feitas para o caso anterior, que explicam o maior MTBF em relação ao N+1 e a queda com o aumento de unidades em paralelo.

| MTBF Paralelo (N+2) em horas | |
|------------------------------|-------------|
| Três Equipamentos | 1.628.927 h |
| Quatro Equipamentos | 468.837 h |
| Cinco Equipamentos | 215.575 h |
| Seis Equipamentos | 123.710 h |

Chave Estática e Rede Alternativa

Assim como na operação singela, o uso de uma rede alternativa através de uma chave estática pode aumentar a confiabilidade do sistema. Entretanto, para o caso de Paralelismo Ativo, deve ser utilizado um dispositivo de chave estática externo aos equipamentos. Sua função será conectar ou o barramento formado pela associação de No-breaks ou a fonte de energia elétrica alternativa a eles à carga. A Figura 6 e Figura 7 exemplificam este caso para dois ou três equipamentos em paralelo e rede elétrica como alternativa.

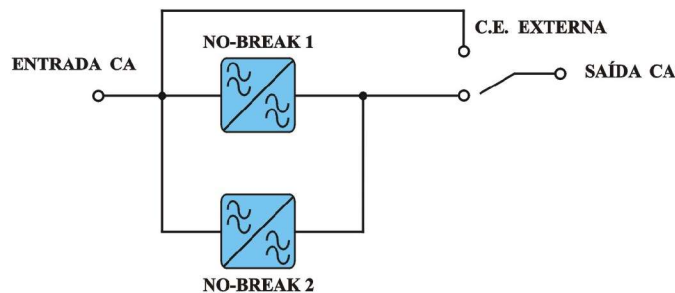


Figura 6 - Dois No-breaks em Paralelismo Ativo, com CE Externa.

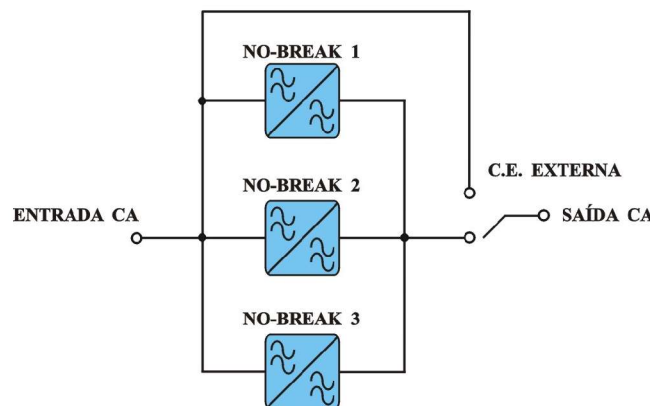


Figura 7 - Três No-breaks em Paralelismo Ativo, com CE Externa.

As tabelas a seguir apresentam o cálculo de MTBF para as configurações N+1 e N+2, considerando que o *bypass* (rede alternativa) é suprido pela própria rede elétrica:

| MTBF Paralelo (N+1) com CE Externa | |
|---|-----------|
| Dois Equipamentos | 444.469 h |
| Três Equipamentos | 375.671 h |
| Quatro Equipamentos | 315.322 h |
| Cinco Equipamentos | 268.006 h |
| Seis Equipamentos | 232.120 h |

| MTBF Paralelo (N+2) com CE Externa | |
|---|-----------|
| Três Equipamentos | 489.288 h |
| Quatro Equipamentos | 464.659 h |
| Cinco Equipamentos | 429.041 h |
| Seis Equipamentos | 388.150 h |

É importante destacar o papel da presença da Chave Estática Externa e da Rede Alternativa na configuração (N+1), que representou um acréscimo de confiabilidade do sistema.

Entretanto, já no caso N+2 houve uma queda de confiabilidade no caso de três e quatro unidades, pois estas associações apresentam MTBF maior que o da chave estática em si. Isto deve ser lembrado quando o cliente quiser um sistema de altíssima confiabilidade. **A configuração N+2 com três equipamentos, sem CE, apresenta um MTBF na ordem de 186 anos!**

Comparando os Modos de Paralelismo

Será considerado um sistema com uso de dois equipamentos, chave estática e rede alternativa.

| Item | Paralelo Ativo | Paralelo Passivo | Melhor |
|---|--|--|---------------|
| MTBF Total | 444.469 h | 499.356 h | Passivo |
| MTTR | Baixo | Baixo | Empate |
| Preço | 2 + CE Externa | 2 | Passivo |
| Instalação | Mais complexa e demorada | Simples e mais rápida | Passivo |
| Compartilhamento de carga | Sim | Não | Ativo |
| Robustez a sobrecarga | Maior, pois ela é dividida entre os equipamentos | Sujeita à capacidade nominal de cada equipamento | Ativo |
| Transferência de carga em caso de falha | Sim | Sim | Empate |
| Manutenção | Exige carga via rede alternativa | Exige apenas um dos eqptos na rede alternativa | Passivo |

| | | | |
|---|-------------------|------------------------------------|---------|
| Possibilidade de aumentar potência | Sim | Não | Ativo |
| Flexibilidade de modelos e / ou potências | Não | Sim | Passivo |
| Rendimento | Abaixo do nominal | Nominal, porém uma unidade a vazio | Passivo |