

Associação Paralelo Ativo e Passivo

Vantagens e Benefícios

Alexandre Saccol Martins, Gerson Gabiatti e Guilherme Bonan
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - CP Eletrônica S.A.
Rua da Várzea 379 – CEP:91040-600 - Porto Alegre – RS - Brasil
Fone: (51)21312407 – Fax: (51)21312469

engenharia@cp.com.br

www.cp.com.br

Resumo: Atualmente, uma variedade de tipos de operação pode ser atribuída a nobreaks 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..

1 Operação Singela

1.1 O que é:

Nesta operação, tem-se apenas um nobreak 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).

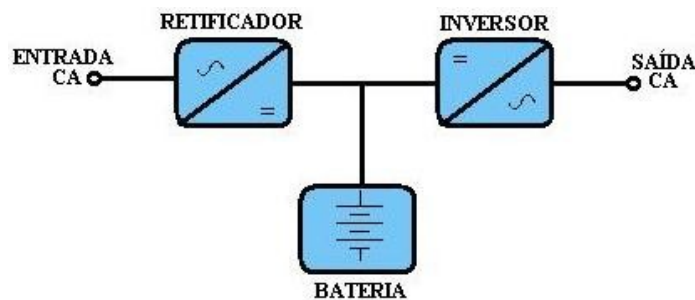


Figura 1 - Componente de um nobreak.

A configuração acima é a base do nobreak. Seu MTBF é apresentado a seguir, sendo obtido de dados coletados dos equipamentos em campo com base de dados do ano de 2008:

$$\text{MTBF} = 100.000 \text{ h}$$

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 alta e baixa tensão em um período de um ano o seguinte MTBF médio para a rede elétrica.

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

2 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 nobreak 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, sobretensão ou à ocorrência de uma eventual falha. O sistema fica de acordo com a Figura 2.

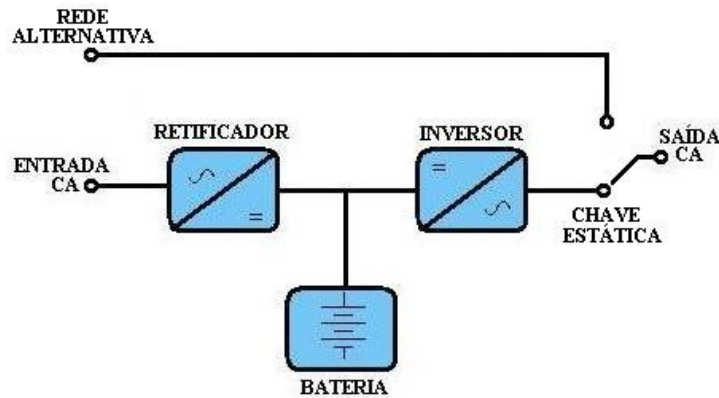


Figura 2 - Nobreak com Chave Estática e Rede Alternativa.

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 nobreak. Dispositivos como esse possuem elevados MTBFs, chegando à casa de 800.000 a 1.000.000 de horas.

A fonte alternativa pode ser a própria rede elétrica, um grupo motor-gerador ou mesmo um segundo nobreak. 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 nobreak.

Assim sendo, por meio do cálculo apresentado em [1] chega-se ao seguinte valor para equipamentos singelos dotados de chave estática, considerando um valor de 48 horas para o MTTR (Tempo médio para reparo – válido para todos os cálculos deste artigo) e MTBF da chave estática de 800.000 horas.

$$MTBF = 467.000h$$

Dados coletados dos equipamentos em campo mostram o seguinte MTBF para a mesma configuração:

$$MTBF = 540.000h$$

3 Operação em Paralelismo Redundante Passivo

3.1 O que é:

Conforme visto na Figura 3, na configuração de Paralelismo Passivo há pelo menos dois nobreaks, de mesma potência. Existe um nobreak principal, que está sempre alimentado a carga, e sua rede alternativa é conectada ao segundo nobreak. O segundo equipamento também é dotado de chave estática, com conexão para uma rede alternativa, que pode ser outro equipamento ou a rede elétrica.

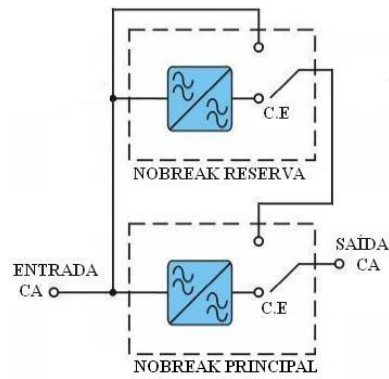


Figura 3 – Dois nobreaks em Paralelismo Passivo.

3.2 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 nobreak 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, o produto final de tal redundância é apresentado no MTBF abaixo:

$$\text{MTBF} = 799.430 \text{ h}$$

4 Operação em Paralelismo Ativo

4.1 O que é:

Nesta operação, tem-se dois ou mais nobreaks 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.

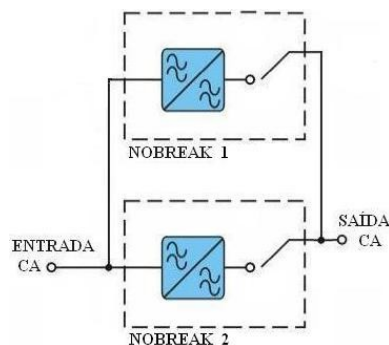


Figura 4 - Dois nobreaks em Paralelismo Ativo.

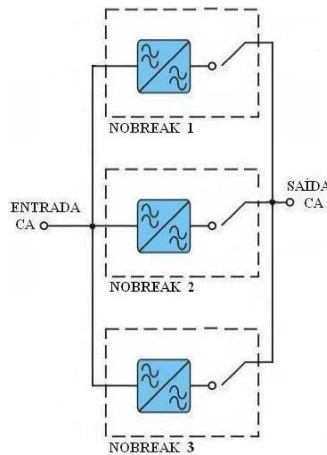


Figura 5 - Três nobreaks em Paralelismo Ativo.

4.2 Para que serve:

O uso de um ou mais nobreaks 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 nobreaks 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.

4.3 Paralelismo N+1

Nesta configuração, há N equipamentos necessários e I 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	1.141.552 h
Três Equipamentos	404.118 h
Quatro Equipamentos	214.488 h
Cinco Equipamentos	136.542 h
Seis Equipamentos	96.533 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.

4.4 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	13.031.421 h
Quatro Equipamentos	3.486.948h
Cinco Equipamentos	1.492.368h
Seis Equipamentos	798.125 h

4.5 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 nobreaks 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.

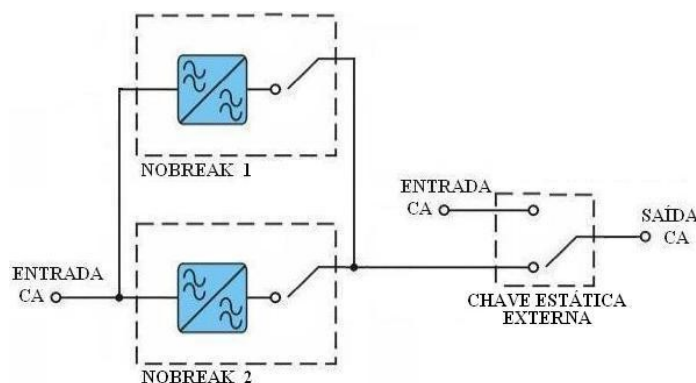


Figura 6 - Dois nobreaks em Paralelismo Ativo, com CE Externa.

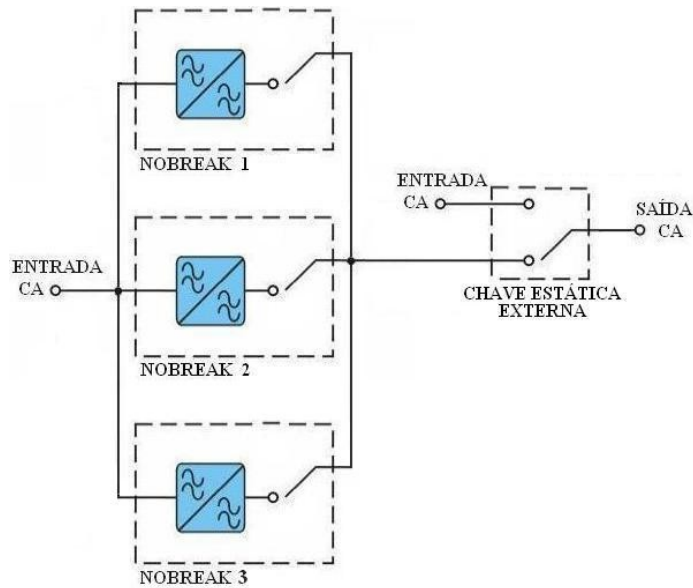


Figura 7 - Três nobreaks em Paralelismo Ativo, com CE Externa.

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	761.918 h
Três Equipamentos	701.031 h
Quatro Equipamentos	631.929 h
Cinco Equipamentos	564.278 h
Seis Equipamentos	502.892 h

MTBF Paralelo (N+2) com CE Externa	
Três Equipamentos	796.512 h
Quatro Equipamentos	787.120 h
Cinco Equipamentos	770.540 h
Seis Equipamentos	746.626 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 1480 anos, o que pode ser traduzido como uma disponibilidade de operação de 0,9999928.**

5 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	761.918 h	799.431 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	Empate
Possibilidade de aumentar potência	Sim	Não	Ativo
Flexibilidade de modelos e / ou potências	Não	Sim	Passivo
Rendimento	Ambos com 50% de carga	Nominal, porém uma unidade a vazio	Ativo

6 Conclusões

O artigo abordou de forma objetiva as configurações de nobreak trifásicos, apresentando numericamente os resultados do MTBF de cada arranjo de equipamentos.

Comparativo entre os modos de paralelismo ativo e passivo foi apresentado, fornecendo ao usuário subsídios para escolher a configuração que atenda da melhor forma os requisitos técnicos e econômicos do investimento a ser feito na instalação ou expansão do sistema já instalado.

7 Referências Bibliográficas

- [1] Gold Book da IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – Power Systems Reliability