

Proteção da alimentação vs. topologia da UPS

A qualidade energética (PQ) é um grande desafio para aqueles responsáveis pela gestão das redes elétricas e das instalações do centro de dados.

A vasta utilização e a crescente dependência de equipamento eletrónico - como equipamento de tecnologias de informação, eletrónica de alimentação incluindo controladores de lógica programável (PLC) e iluminação eficiente em termos energéticos - resultaram numa transformação completa na natureza das cargas elétricas. Estas cargas são as principais causas dos - e as principais vítimas dos - problemas de qualidade energética. Devido à não linearidade, todas estas cargas causam perturbações no formato de onda da tensão. Juntamente com os avanços na tecnologia, a organização da economia mundial evolui rumo à globalização e houve uma tendência de aumento das margens de lucro de muitas atividades.

A crescente sensibilidade da maioria dos processos (industrial, serviços e até residencial) para problemas PQ significa que a disponibilidade da alimentação elétrica de alta qualidade é um fator importante em termos de desenvolvimento de vantagens competitivas em todos os setores do mercado.

É amplamente compreendido que as instalações críticas para a missão têm de funcionar de forma contínua e, obviamente, qualquer interrupção de alimentação, mesmo durante um curto período de tempo, pode interromper a atividade e resultar em substanciais perdas financeiras.

Apesar de, atualmente, os centros de dados estarem concebidos com um alto nível de redundância inerente de modo a minimizar o tempo de inatividade, tão importante quanto as próprias aplicações críticas para a missão, no entanto, é a qualidade da alimentação fornecida.

De modo a obter uma alimentação de alta qualidade e consistente, é importante compreender a natureza das perturbações PQ e as suas causas.

O que afeta a qualidade da alimentação?

As perturbações mais comuns que afetam adversamente a qualidade da alimentação são:

- subtensões ou cortes devido a falhas de rede,
- variações de tensão devido à ligação de cargas pesadas ou à presença de falhas na rede,
- distorção de correntes e tensões devido à presença de cargas não lineares no sistema ou nos sistemas de outras utilidades, etc.
- intermitência devido a grandes cargas intermitentes,
- assimetria no sistema de alimentação elétrica.

Como garantir a qualidade da alimentação: a UPS

A tecnologia moderna proporciona várias soluções para garantir a qualidade da alimentação; os sistemas de UPS estáticos são, sem dúvida, os mais versáteis e mais utilizados e podem ser adotados para uma ampla gama de potências.

Em resposta à necessidade de classificação dos vários tipos de sistemas de UPS estáticos atualmente disponíveis no mercado, a norma EN 62040-3 foi desenvolvida. Faz uma distinção entre três topologias principais, de acordo com os esquemas internos adotados:

- VFD "offline"
Dependente da tensão e frequência - As utilidades são normalmente alimentadas pela alimentação de rede. Em caso de perda de energia, a carga é comutada automaticamente para uma bateria incorporada para a manter alimentada sem interrupções.
- VI "interativa" Independente da tensão - A carga é fornecida pela alimentação elétrica da rede e protegida contra subtensões e sobretensões por um estabilizador de tensão AVR (Regulador de Tensão Automático). Se a alimentação de rede falhar, a carga é alimentada instantaneamente pela bateria.
- VFI "online dupla conversão" Independente da tensão e frequência - Este é o único modo de funcionamento de UPS que assegura uma proteção total da carga contra todos os problemas de qualidade da rede possíveis. A energia é convertida duas vezes (AC para DC através de um retificador, e depois de DC para AC através de um inversor) para fornecer tensão de alta qualidade, frequência estável e proteção contra perturbações da rede elétrica. Se a alimentação de rede falhar, a carga é alimentada exclusivamente pela bateria. O bypass interno alimenta os serviços em caso de anomalias da tensão de saída do inversor.

Proteção da alimentação vs. topologia da UPS

Tipo de perturbação	Formato de onda	Possíveis causas	Consequência	Topologia UPS		
				VFD	VI	VFI
Interrupção da tensão		Principalmente devido à abertura e fecho automático dos dispositivos de proteção para parar uma secção de rede avariada. As principais causas de avaria são falha do isolamento, descarga elétrica da iluminação e do isolador.	Disparo dos dispositivos de proteção, perda de informação e avaria do equipamento de processamento de dados.	•	•	•
Falha/queda de tensão		Avarias na transmissão, na rede de distribuição ou na instalação do consumidor. Cargas de arranque.	Avaria do equipamento de IT, sistemas de segurança ou iluminação. Perda de dados. Paragem do sistema.	•	•	•
Variação da tensão		Transmissores (rádio), equipamento avariado, ligação à terra ineficiente, proximidade com a fonte EMI/RFI.	A maioria das consequências são comuns nas subtensões. Paragens do sistema, perda de dados. A consequência visível é a intermitência da iluminação e dos ecrãs.	•	•	•
Subtensão		Aumento do consumo, redução da tensão para reduzir o consumo.	Paragens do sistema, perda de dados, paragem do equipamento sensível	-	•	•
Sobreintensidade		Atmosférica, as sobreintensidades devem-se à iluminação; Transiente, as sobreintensidades devem-se ao isolamento de avarias entre fase e terra ou rutura do condutor neutro. Comutação, as sobreintensidades devem-se à abertura dos dispositivos de proteção, gerada ao energizar bancos de condensadores ou causada por variações na corrente indutiva.	Perda de dados, intermitência da iluminação e ecrãs, paragem ou danos no equipamento sensível.	-	•	•
Pico/transiente de tensão		Iluminação, ESD, comutação de linhas ou condensadores de correção do fator de potência, eliminação das avarias dos serviços.	Destruição dos componentes eletrónicos, erros de processamento de dados ou perda de dados.	-	-	•
Distorção harmónica		As fontes modernas tais como cargas não lineares como equipamento eletrónico incluindo ASDs, alimentações de energia do modo comutado, equipamento de processamento de dados, iluminação de alta eficiência.	Maior probabilidade em caso de ressonância, sobrecarga do neutro em sistemas trifásicos, sobreaquecimento de todos os cabos e equipamento, perda de eficiência nas máquinas elétricas, interferência eletromagnética com os sistemas de comunicação, erros nas medições ao utilizar medidores medianos, disparo inconveniente das proteções térmicas.	-	-	•
Ruído		Transmissores (rádio), equipamento avariado, ligação à terra ineficiente, proximidade com a fonte EMI/RFI.	Perturbações no equipamento eletrónico sensível, normalmente não destrutivo. Pode causar perda de dados e erros de processamento de dados.	-	-	•
Variação de frequência		Funcionamento instável do gerador, frequência instável do sistema de alimentação dos serviços.	Paragens do sistema, perda de dados.	-	-	•
"Notching"		Comutação rápida dos componentes de alimentação (diodos, SRC, etc.), rápida variação na corrente de carga (máquinas de soldar, motores, lasers, bancos de condensadores, etc.).	Paragens do sistema, perda de dados.	-	-	•

Solução para cumprir com disponibilidade, desempenho e flexibilidade

As diferentes configurações tornam possível criar arquiteturas para cumprir os requisitos mais rigorosos para disponibilidade, flexibilidade e poupança de energia e permitir o seguinte:

Facilitar o funcionamento

Dada a criticalidade das aplicações alimentadas a jusante das unidades UPS, as paragens para manutenção são cada vez menos viáveis. Foram estudadas diferentes configurações para lidar especificamente com esta limitação operacional.

Aumentos de potência

A atualização das aplicações alimentadas ao longo do tempo requer frequentemente a possibilidade de aumento de potência das UPS. As configurações disponíveis respondem a esta exigência salvaguardando o seu investimento inicial.

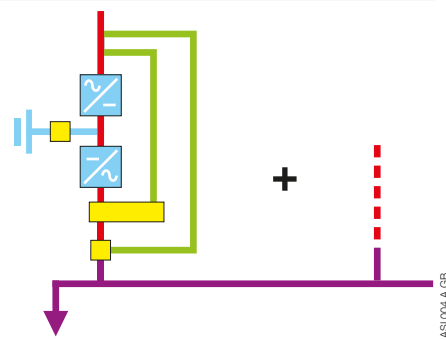
Aumentos de disponibilidade

Para aumentar a disponibilidade, a colocação em paralelo de uma unidade adicional às necessidades de potência das aplicações (em redundância), garante a continuidade de alimentação em caso de encerramento de uma unidade, sem recorrer ao bypass.

Unidade UPS autónoma

Uma solução atualizável

Esta arquitetura está protegida pela integração de um bypass automático que constitui o primeiro nível de redundância garantido pela rede. A função de bypass de manutenção permite realizar intervenções de manutenção, sem encerrar as aplicações. Pode ser a primeira fase do seu investimento, com possibilidade de alteração para uma arquitetura modular em paralelo de forma a aumentar a potência ou disponibilidade (redundância), à medida que as suas necessidades se alteram.



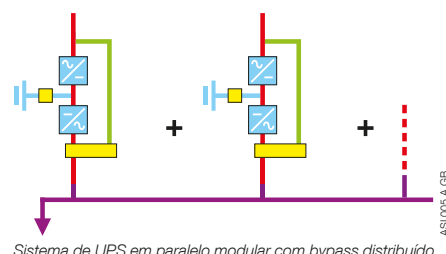
Unidade única com bypass ou configuração redundante 1+1

Sistemas de UPS paralelos

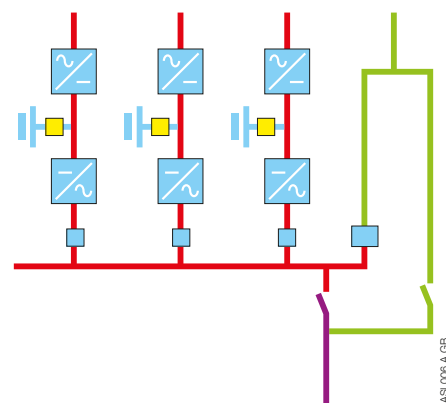
Desenvolvimento sem restrições

Esta é a solução mais simples para garantir disponibilidade e flexibilidade da fonte de alimentação no caso de atualizações de instalação não programadas através da configuração paralela das unidades UPS, cada uma com o seu próprio bypass. Esta configuração permite o aumento de potência, sendo adequada para redundância N+1. As atualizações também podem ser efetuadas ao manter a carga fornecida pelo sistema.

Para uma agilidade superior, os sistemas de UPS paralelos também estão disponíveis com um bypass centralizado na fonte de energia auxiliar: nesta configuração, o bypass estático está paralelo aos módulos de UPS e pode ser dimensionado de acordo com as restrições de um local em particular (resistência a curtos-circuitos, seletividade, etc.).



Sistema de UPS em paralelo modular com bypass distribuído



Sistema de UPS em paralelo modular com bypass centralizado

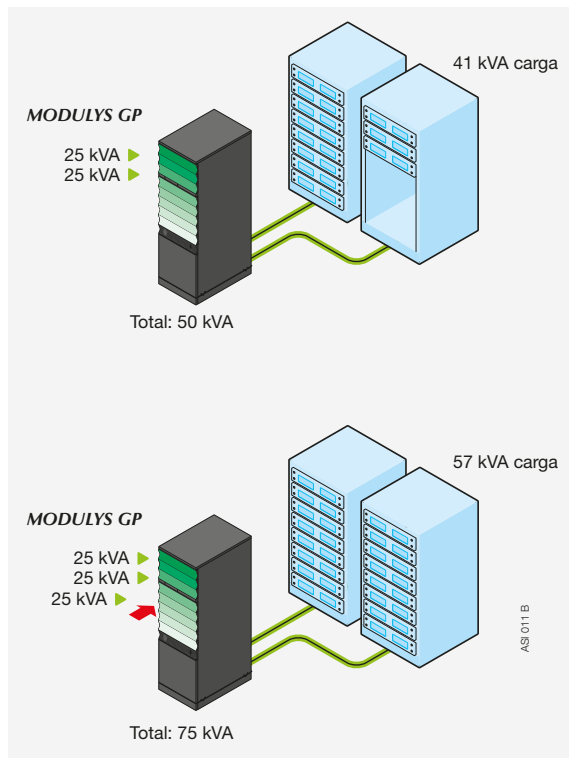
Solução para cumprir com disponibilidade, desempenho e flexibilidade

Sistema modular vertical e horizontal

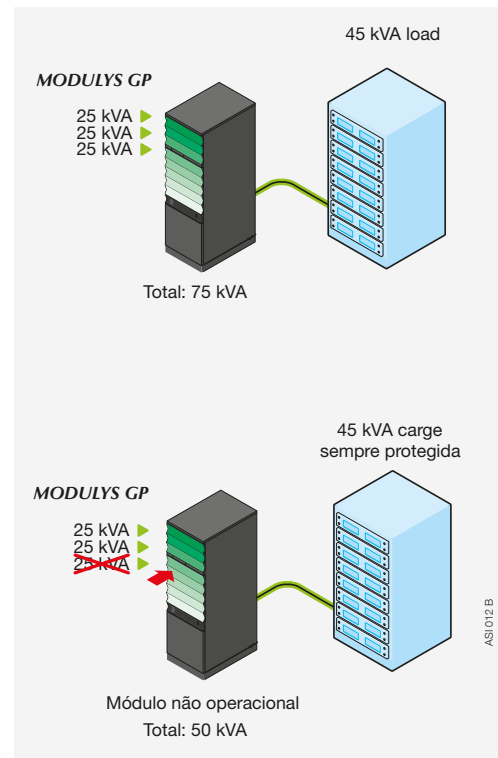
Flexível e completamente modular

Este é um conceito novo e inovador de UPS, adaptável a qualquer tipo de crescimento. A potência pode ser aumentada adicionando módulos sucessivamente.

O aumento da disponibilidade (redundância) é conseguido simplesmente pela adição de módulos em número necessário, para responder às exigências de potência das aplicações. Todos os módulos são conectáveis (plug-in). As ações de remoção ou adição de módulos podem ser realizadas com o sistema ligado ("hot swap"), sem que isso afete o funcionamento geral da instalação.



Configuração expansível



Configuração redundante expansível

Solução para cumprir com disponibilidade, desempenho e poupança de energia

Green Power 2.0

Poupança energética: eficiência elevada sem compromisso

- Oferece a eficiência mais elevada do mercado usando VFI – Modo duplo de conversão, a única UPS com modo de funcionamento que assegura a proteção total da carga contra todos os problemas de qualidade da rede.
- Saída extremamente eficiente testada e verificada por uma organização de certificação internacional independente
- Saída extremamente eficiente testada e verificada numa vasta gama de condições de funcionamento de carga e tensão para obter o valor nas condições reais da instalação.
- A eficiência extremamente elevada em modo VFI é fornecida por uma topologia inovadora (tecnologia de 3 níveis) que foi desenvolvida para todas as gamas de UPS Green Power 2.0.

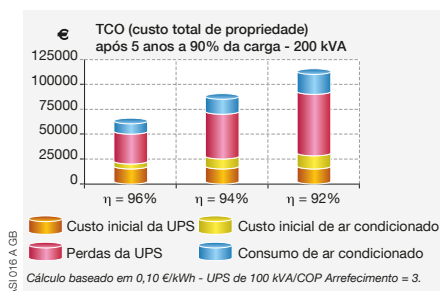
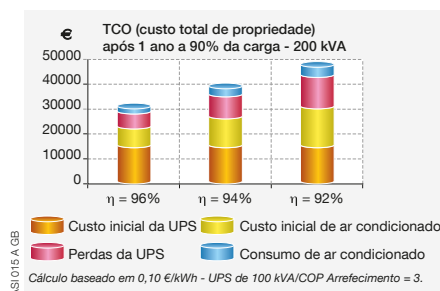
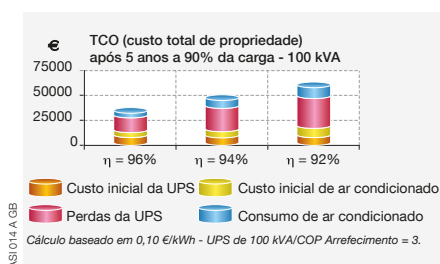
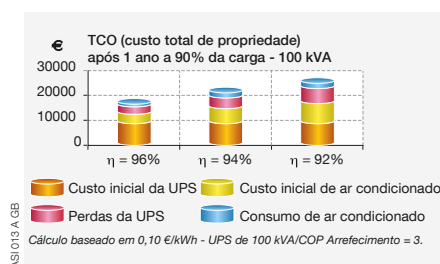
Potência nominal total: kW=kVA

- Sem redução de potência quando alimenta a mais recente geração de servidores (fator de potência dominante ou unitário).
- Potência total real, de acordo com IEC 62040: kW=kVA (design do fator de potência unitário) significa mais 25% de potência ativa disponível, em comparação com as UPS anteriores.
- Adequada igualmente para cargas com fator de potência dominante até 0,9 sem descarga de alimentação aparente.

Economia de custos significativa (TCO)

- Economia máxima de energia graças a 96% de eficiência em modo de conversão dupla real: 50% de economia em perdas de energia em comparação com as UPS anteriores resultando em contas de energia mais baratas.
- UPS de “pagamento próprio” com economia de energia.
- Modo de Economia de Energia para conseguir o melhoramento global da eficiência em sistemas paralelos.
- kW=kVA significa a potência máxima disponível com a mesma classificação de UPS: sem custos de design complexo e como tal menos €/kW.
- Otimização dos custos da infraestrutura a montante (fontes e distribuição), graças ao retificador IGBT de desempenho elevado.

Vantagens

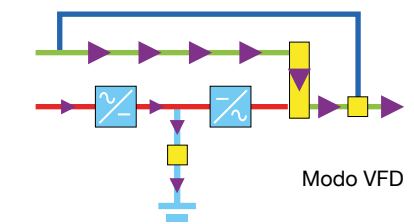


Solução para cumprir com disponibilidade, desempenho e poupança de energia

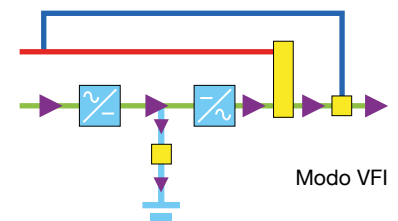
Fast EcoMode

Disponível como característica opcional para a série DELPHYS GP, Fast EcoMode é um modo de funcionamento automático que otimiza a eficiência, dependendo da qualidade da tensão de entrada (tensão, frequência, distorção harmônica). Quando a tensão de entrada está dentro da tolerância (o valor é configurável), a carga é fornecida pelo bypass (modo VFD) e a eficiência obtida é 99%. Se a tensão sair das tolerâncias, o sistema transfere instantaneamente a carga para o modo online até à recuperação da condição normal.

As baterias são permanentemente mantidas sob carregamento flutuante, maximizando a vida útil da bateria e evitando rearranques periódicos do retificador.



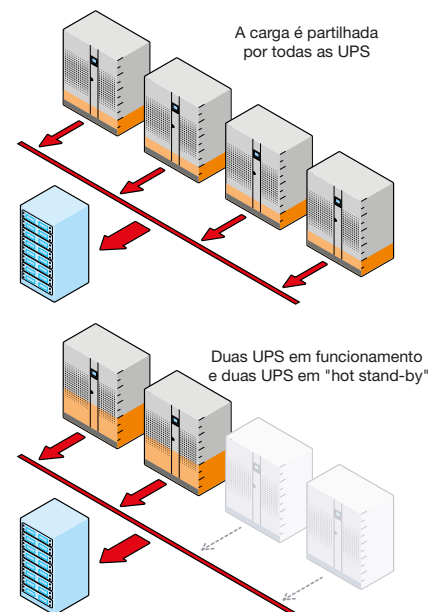
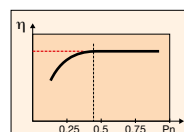
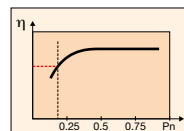
Tensão de rede dentro da tolerância ↑ 2 ms ↓ Tensão de rede fora de tolerância



ASI 018 C GB

Economia de energia

- Esta função otimiza a eficiência (η) da sua UPS em paralelo quando funciona com uma carga parcial.
- Apenas as UPS necessárias para alimentar a energia solicitada pelas aplicações estão em funcionamento.
- A redundância pode ser assegurada mantendo uma unidade adicional em funcionamento.
- Quando a potência consumida pelas aplicações aumenta, as unidades UPS necessárias para responder ao aumento dos requisitos de potência arrancam imediatamente.
- Este tipo de funcionamento é perfeitamente adequado para aplicações sujeitas a variações frequentes de potência.
- A Economia de energia permite manter o aumento da eficiência de todo o sistema.



ASI 017 A GB

Tecnologias UPS

Tecnologias baseadas em transformador e sem transformador

As duas principais tecnologias UPS disponíveis no mercado são:

- Baseada em transformador, útil quando as fontes primária e secundária provêm de diferentes redes elétricas com sistemas de neutro diferentes
- Sem transformador, que oferece as vantagens de elevadas eficiências juntamente com uma área de ocupação reduzida.

Ambas as tecnologias têm vantagens e desvantagens. O desafio é fazer o compromisso certo, tendo em conta as condições do local com restrições de design como a área de ocupação, sistema neutro, eficiência, correntes de curto-circuito e muito mais. A SOCOMEC pode fornecer aos clientes qualquer uma das tecnologias, consoante o requisito.

Um retificador com tecnologia IGBT "limpo"

Isto elimina quaisquer perturbações na rede a montante (fonte de energia e distribuição).

- Esta tecnologia de retificador garante a alimentação de corrente com uma distorção harmónica excepcionalmente baixa: THDI < 2,5%.

Um retificador constante

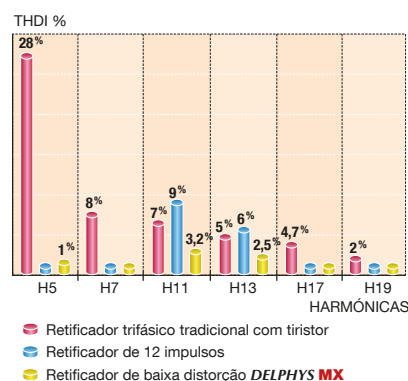
- O desempenho do retificador IGBT é independente das variações de frequência que possam ser produzidas pelo grupo gerador.
- O fator de potência e a THDI à entrada do retificador são constantes, qualquer que seja o estado da carga da bateria (nível de tensão contínua) e da taxa de carga da UPS.

Um retificador com tecnologia IGBT económico

- O fator de potência a montante do retificador é 0,99, reduzindo até 30% os kVA consumidos em comparação com a tecnologia convencional. A redução da corrente de entrada resulta numa poupança em termos de dimensionamento de fontes, cabos e dispositivos de proteção.
- Capacidades do retificador:
 - THDI baixa a montante,
 - rearmar gradual e temporizado,
 - possibilidade de suspender o recarregamento da bateria ao utilizar um grupo gerador.
- Isto permite reduzir o impacto causado quando o grupo gerador é acionado, assim como a energia consumida e a área de ocupação.

A DELPHYS MX assegura compatibilidade total com o seu sistema de alimentação de baixa tensão e, em particular, com grupos geradores:

- Corrente sinusoidal à entrada THDI do retificador: < 4,5% sem filtro.
- Fator de potência intensificado a montante do retificador: 0,93 sem filtro, reduzindo o consumo de corrente e, consequentemente, o tamanho dos cabos e dos dispositivos de proteção.
- Arranque gradual e sequencial dos retificadores em paralelo, facilitando o arranque do grupo gerador.
- Recarregamento retardado da bateria quando o grupo gerador está em funcionamento para reduzir o consumo de energia.



SVM, Modulação de vetores no espaço digital

A SVM (Modulação de vetores no espaço digital, juntamente com o transformador de isolamento instalado na saída do inversor, proporciona:

- tensão de saída perfeitamente sinusoidal THDV < 2 % com cargas lineares e < 3 % com cargas não lineares,
- tensão de saída exata, mesmo quando a carga está completamente desequilibrada entre as fases,
- resposta imediata a variações importantes de carga sem desviar a tensão de saída ($\pm 2\%$ em menos de 5 ms),

- uma capacidade muito elevada de curto-circuito até 4 In (F/N) permite seletividade,
- isolamento galvânico total entre o circuito CC e a saída da carga.

SVM, os mais recentes componentes de alto desempenho e pontes IGBT permitem a alimentação de:

- cargas não lineares com fator de crista elevado até 3,
- potência ativa sem descarga para cargas com fator de potência variável e até 0,9 dominante.

Sistemas de transferência estáticos (STS) para arquitetura de elevada disponibilidade

Sistemas de transferência estáticos (STS)

Os Sistemas de transferência estáticos (STS) são unidades inteligentes que transferem a carga para uma fonte alternativa quando a fonte primária está fora de tolerância. Isto assegura a “elevada disponibilidade” da alimentação de energia para instalações sensíveis ou críticas.

O objetivo dos dispositivos STS é:

- Garantir a redundância da alimentação de energia para instalações críticas através de duas fontes de energia independentes.
- Aumentar a fiabilidade da alimentação de energia para instalações sensíveis.
- Facilitar o design e expansão das instalações que garantem uma alimentação de energia de elevada disponibilidade.
- Aumentar a flexibilidade geral do local, permitindo uma manutenção simples e segura ou a substituição da fonte.

Os sistemas STS incorporam tecnologias de comutação de estado sólido (SCR) fiáveis e comprovadas, permitindo-lhes realizar de forma rápida e totalmente segura uma comutação automática ou manual sem interrupção de energia para os sistemas alimentados.

Utilização de componentes de elevada qualidade, arquitetura tolerante à falha, capacidade de determinar a localização da falha, gestão de falhas e cargas com correntes de irrupção elevadas: estas são apenas algumas das características que fazem dos sistemas STS a solução ideal para obter a máxima disponibilidade energética.

Os STS também podem proteger contra:

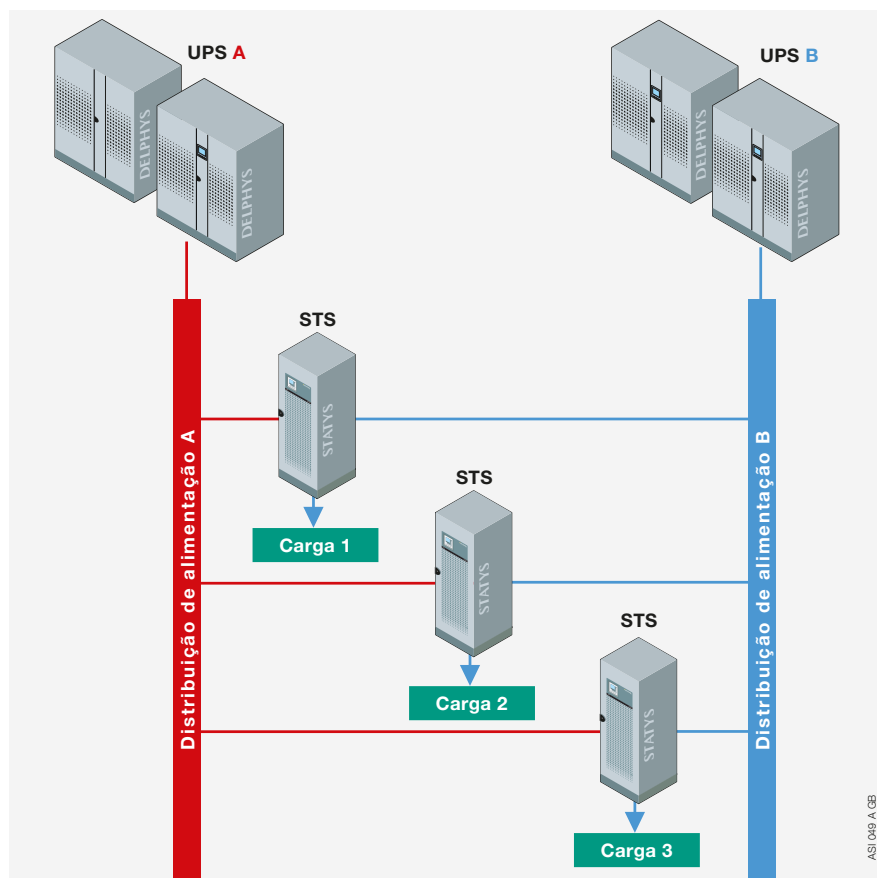
- Falha da fonte de alimentação principal.
- Disparo accidental dos dispositivos de proteção a montante.
- Perturbações mútuas provocadas por equipamentos avariados (curto-circuito) alimentados pela mesma fonte de energia.
- Erros de funcionamento (abertura do circuito) que ocorrem na cadeia de fornecimento.

Sistemas de transferência estáticos: alguns exemplos de utilização

Normalmente, os STS proporcionam redundância entre 2 sistemas de UPS independentes.

Cada STS é dimensionado de acordo com a carga (ou conjunto de cargas) que protege.

É aconselhável instalar o dispositivo STS o mais próximo possível da carga, de forma a assegurar a redundância da distribuição a montante e a manter o ponto único de falha (o condutor entre o STS e a carga) o mais curto possível. A utilização de vários STS também proporciona segregação da carga elétrica.



Sistemas de transferência estáticos (STS)

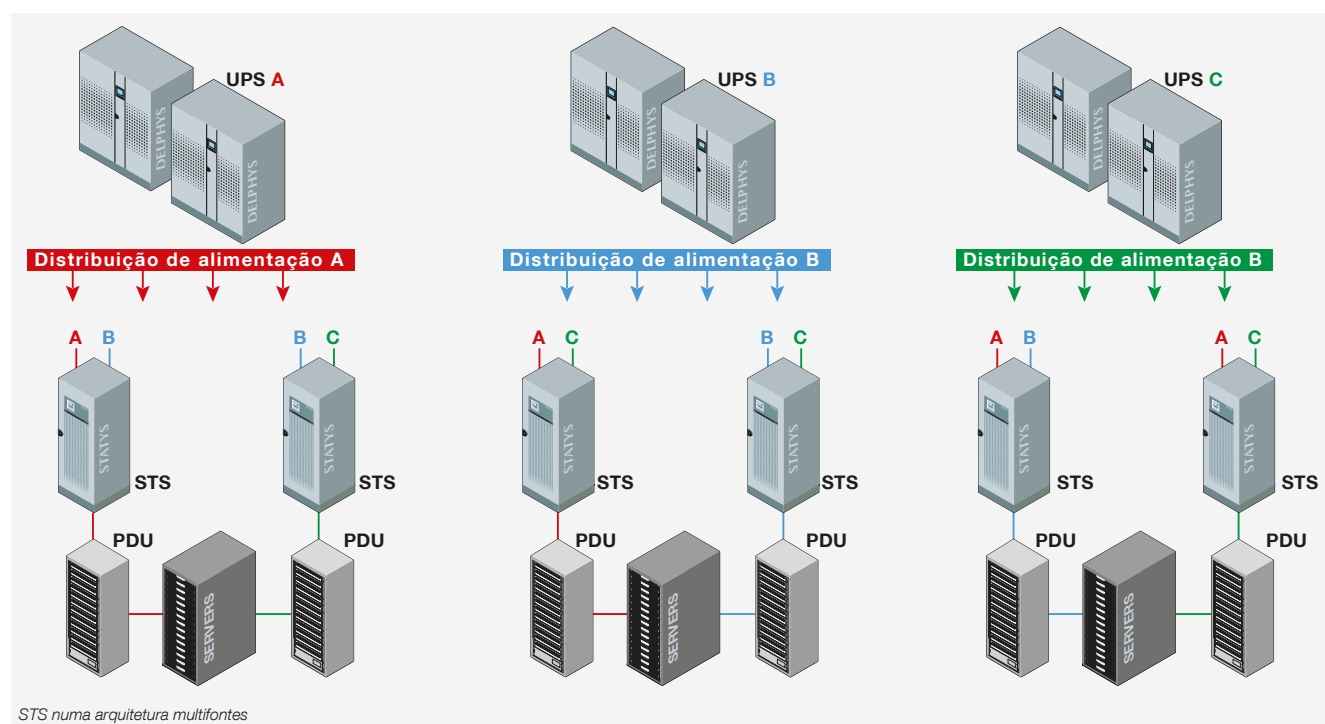
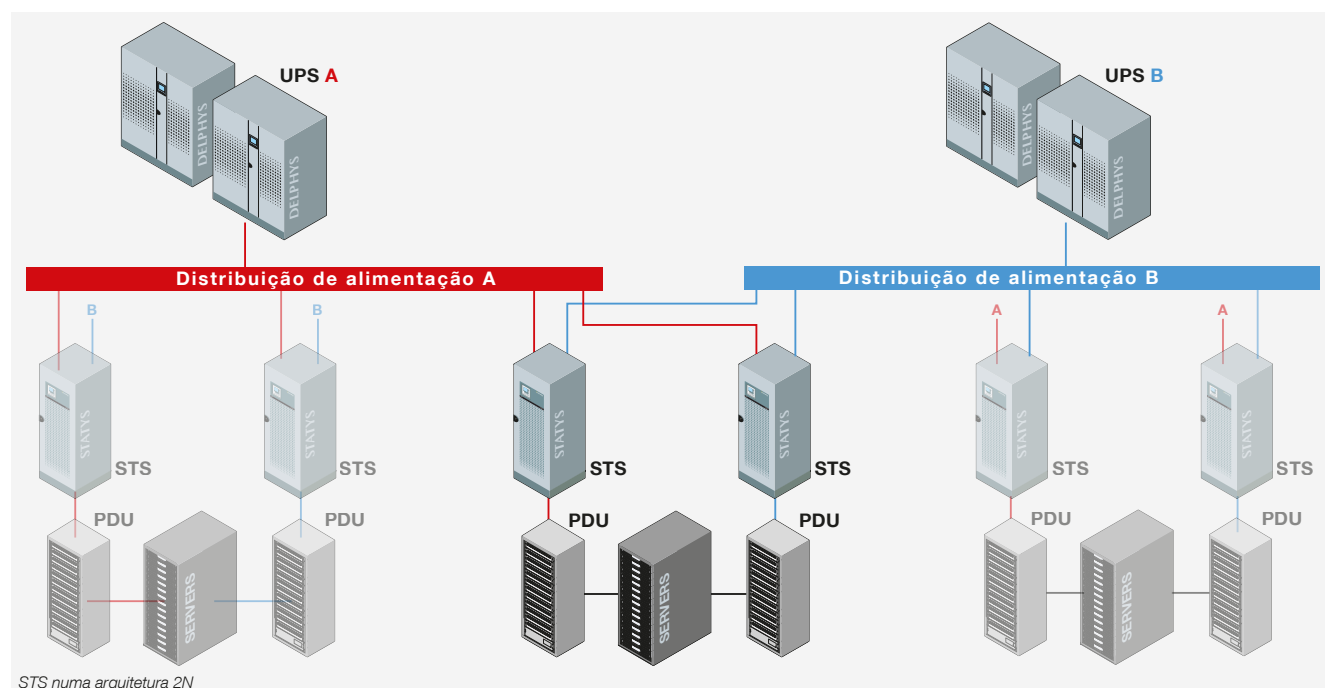
Sistemas de transferência estáticos: alguns exemplos de utilização

Os Sistemas de transferência estáticos garantem elevada disponibilidade do negócio e proporcionam agilidade de manutenção do local.

A arquitetura "2N + STS" garante que a carga está sempre alimentada por alta qualidade energética em cada entrada, mesmo que uma distribuição de alimentação esteja em baixo devido a falha crítica ou para manutenção a

longo prazo (por exemplo, substituição da fonte ou falha da infraestrutura elétrica). A combinação de uma arquitetura multifontes e STS que ligam a carga a duas fontes independentes garante que são sempre alimentadas mesmo que uma esteja em baixo. As instalações críticas beneficiam assim de uma alta tolerância a falhas.

Em ambos os exemplos, os STS podem ser centralizados (uma elevada classificação STS para cada quadro de distribuição de alimentação) ou distribuídos (perto de cada sala de servidores, fila, rack, etc.). A escolha de cada solução depende da instalação a proteger e da disponibilidade esperada ou do nível solicitado de manutenção.



Armazenamento de reserva

Expert Battery System: proteger o investimento nas baterias

A tecnologia EBS (Expert Battery System) é um sistema que gere o carregador da bateria.

Responde à temperatura de funcionamento de forma a preservar o tempo de vida da bateria e a reduzir os custos operacionais ao:

- Carregar de acordo com um algoritmo que se adapta ao ambiente e ao estado da bateria.

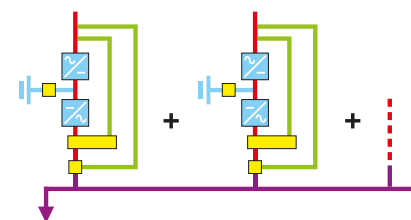
- Eliminar os efeitos da sobrecarga devido à tensão em constante flutuação, que acelera a corrosão das placas positivas e provoca a secagem dos separadores.
- Isolar do bus de baterias DC, (função de carregador independente). O envelhecimento prematuro causado pela oscilação residual da ponte do inversor é eliminado.

Os testes efetuados pela SOCOMEC em várias marcas de baterias, em conjunto com anos de experiência, indicam que a vida útil da bateria pode ser melhorada até 30% com a utilização de EBS, em comparação com um sistema de gestão tradicional de baterias.

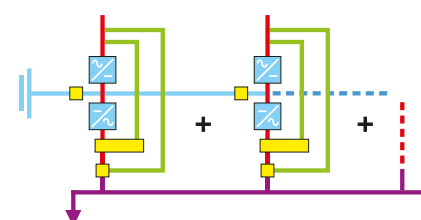
Bateria partilhada: otimização da dimensão da bateria para sistemas em paralelo

Disponível com baterias distribuídas, a DELPHYS GP permite otimizar a dimensão das baterias, graças a uma operação de partilha de bateria. Isto reduz a área ocupada pelo sistema, o peso das baterias necessárias, o sistema de monitorização da bateria, a quantidade de cablagem necessária e a quantidade de chumbo.

Associado a um design de ligação adequada (fusíveis e interruptores de acoplamento), esta solução permite aumentar a disponibilidade da bateria instalada e as unidades UPS em caso de avaria interna.



Bateria distribuída



Bateria partilhada

Diferente armazenamento de reserva para sistemas de UPS

A bateria é um sistema de armazenamento de energia eletroquímico capaz de gerar uma diferença no potencial que pode fazer uma corrente elétrica circular num circuito até a energia estar esgotada.

As baterias podem ser divididas em duas categorias:

- Principal: as baterias que, uma vez esgotadas, não podem ser recarregadas e repostas para o estado inicial de carga (baterias não recarregáveis).
- Secundária: estas baterias, também conhecidas como acumuladores, podem ser recarregadas e repostas para o estado inicial de carga. São recarregadas com um carregador de bateria que deve ter características adequadas para carregar a tecnologia de bateria específica.

Parâmetros e definições da bateria

- Capacidade (C): a corrente média expressa em Ah que a bateria alimenta numa descarga completa efetuada ao longo de um determinado período de tempo. Por exemplo, C indica a corrente alimentada pela bateria no caso de descarga numa hora, C/5 a corrente no caso de descarga em 5 horas, C/10 no caso de descarga em 10 horas, etc.
- A capacidade nominal depende da tecnologia da bateria: por exemplo, a capacidade nominal para baterias chumbo-ácido é C/10, C/5 para as baterias NiCd.
- Densidade de energia: a quantidade de energia armazenada por unidade de volume ou peso expresso em Ah/kg ou Wh/kg.

- Profundidade de descarga (DoD): a fração da capacidade (ou da energia) tirada da bateria durante a fase de descarga. Expressa como uma % da capacidade, é calculada utilizando a fórmula seguinte:

$$\text{DoD} = \frac{\text{Capacidade descarregada}}{\text{Capacidade nominal}}$$

- Estado de carga (SoC): a fração da capacidade (ou da energia) restante numa bateria. Expressa como uma % da capacidade, é calculada utilizando a fórmula seguinte:

$$\text{SoC} = \frac{\text{Capacidade restante}}{\text{Capacidade nominal}} = 1 - \text{DoD}$$

$$\text{DoD} + \text{SoC} = 100\%$$

- Vida útil de calendário: o tempo após o qual a bateria, regularmente carregada e mantida a uma temperatura controlada, reduz a sua capacidade nominal inicial para 80%. Normalmente, os fabricantes de baterias falam sobre a "vida útil esperada", uma vez que isto é uma estimativa obtida em testes de laboratório. A vida útil da bateria é um parâmetro importante para comparar várias tecnologias de bateria.

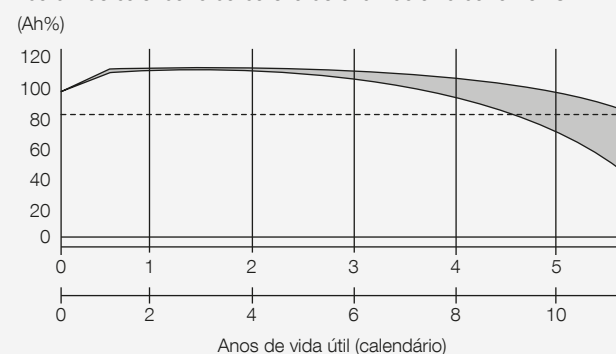
- Vida útil de ciclos: o número de ciclos de carga e descarga a uma temperatura controlada que a bateria suporta antes da capacidade nominal ser reduzida para 80% do valor inicial. A vida útil de ciclos é muito sensível à temperatura e à profundidade de carga, ao ponto de ser declarada a um valor DoD específico.

- Vida útil: a vida útil da bateria em condições reais de utilização. Isto depende da vida útil de calendário, da vida útil de ciclos, da temperatura ambiente e do tipo de carga e descarga.

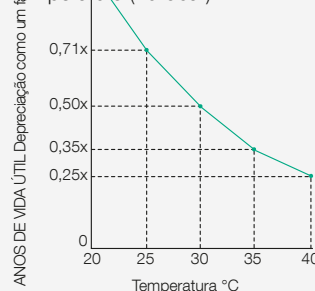
- Auto-descarga: a percentagem de carga perdida pela bateria quando não é perdida (por exemplo, durante o armazenamento no armazém). O parâmetro está associado ao tipo de bateria e também depende muito da temperatura (quando a temperatura aumenta, a percentagem de auto-descarga aumenta).

- Impedância interna: isto é composto por uma parte indutiva, capacitiva e resistiva. Mede a passagem de corrente, aumentando a geração de calor na fase de descarga. A parte mais importante da impedância a controlar é a parte resistiva, uma vez que indica o estado de saúde da bateria e a deterioração possível em curso. A resistência interna é influenciada por vários fatores, sendo a mais importante a temperatura. Os valores típicos de impedância mudam de acordo com a tecnologia e capacidade da bateria.

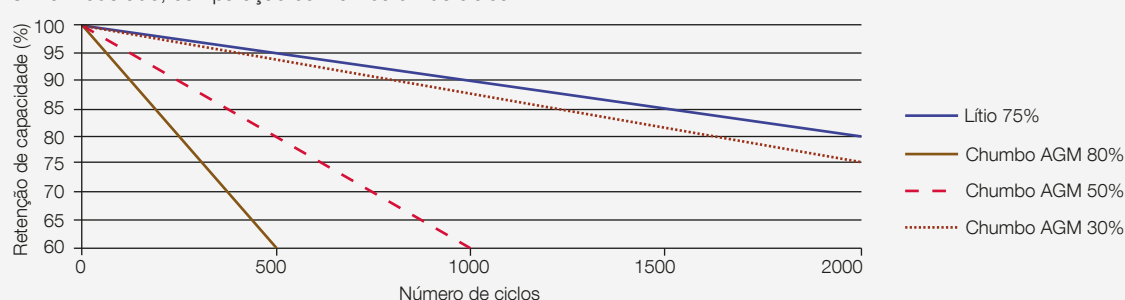
Vida útil de calendário da bateria de chumbo a flutuar a 20 °C



Vida útil de calendário da bateria de chumbo vs. temperatura (Eurobat)



Clima moderado, comparação com a vida útil de ciclos



Diferente armazenamento de reserva para sistemas de UPS

Bateria de chumbo-ácido (LA)

As baterias de chumbo-ácido são as baterias mais utilizadas nas aplicações estacionárias. A vida útil esperada para este tipo de baterias é de 3 a 12 anos de acordo com a classificação Eurobat. A vida útil de ciclos é fraca mesmo que algumas destas baterias tenham bons níveis de desempenho nas aplicações de ciclos. As baterias de chumbo-ácido proporcionam uma tecnologia madura e bem investigada a baixo custo. Existem muitos tipos de baterias de chumbo-ácido disponíveis, por exemplo, versões ventiladas e de armação selada (denominadas baterias de chumbo-ácido reguladas por válvula, VRLA, que exigem menos manutenção). As baterias VRLA podem ser AGM (material de vidro absorvido, onde o eletrólito é absorvido numa fibra de vidro) ou tipo GEL (onde o eletrólito é um gel utilizado em ambientes de temperatura superior e em aplicações específicas). Uma desvantagem das baterias de chumbo-ácido é a redução da capacidade utilizável quando é descarregada alta potência. Por exemplo, se uma bateria for descarregada numa hora, apenas está disponível cerca de 50% a 70% da capacidade nominal. As outras desvantagens são a densidade de energia inferior (o chumbo tem um peso específico elevado) e a utilização de chumbo, um material perigoso, proibido em determinados ambientes e aplicações. As vantagens são uma relação preço/desempenho favorável, fácil reciclabilidade e uma simples tecnologia de carregamento.

Bateria de níquel-cádmio (NiCd)

Em comparação com as baterias de chumbo-ácido, as baterias NiCd têm uma densidade de alimentação superior, uma densidade de energia ligeiramente superior e o número de ciclos é superior. As baterias NiCd são relativamente robustas, são as únicas baterias capazes de funcionar bem mesmo a baixas temperaturas no intervalo de -20 °C a -40 °C e a vida útil esperada é boa mesmo a altas temperaturas, por isso, são utilizadas em países quentes e em aplicações onde as altas temperaturas são uma restrição. Os sistemas de baterias grandes com baterias NiCd ventiladas funcionam numa escala semelhante às baterias de chumbo-ácido. Normalmente, as baterias NiCd são ventiladas, por isso, necessitam de ser empilhadas verticalmente com boa ventilação e não podem ser transportadas numa condição de carregamento (o eletrólito é enviado separadamente).

Bateria de íões de lítio (Li-ion)

As baterias de íões de lítio têm uma elevada densidade de energia gravimétrica, ou seja, uma solução de baterias de íões de lítio é mais leve e necessita de menos espaço no chão em comparação com as baterias LA ou NiCd. Para as baterias de íões de lítio, a vida útil de calendário (mais de 10 anos) e a vida útil de ciclos (milhares de ciclos) são muito boas mesmo a altas temperaturas. Dado que a eficiência geral é alta e sem sobredimensionamento para tempo de autonomia curto (típico para aplicações UPS), pode dizer-se que a tecnologia de íões de lítio tem várias vantagens técnicas. A maioria dos eletrodos de óxidos metálicos são termicamente

instáveis e podem decompor-se a elevadas temperaturas, libertando oxigénio que pode resultar numa disrupção térmica. Para minimizar o risco, as baterias de íões de lítio ligadas em série para obter uma tensão compatível com a gama UPS estão equipadas com uma unidade de monitorização para evitar sobrecarga e sobrecarga. Também está instalado um circuito de equilíbrio da tensão para monitorizar o nível de tensão de cada célula individual e evitar desvios de tensão entre as células.

Supercondensadores/ Ultracondensadores

Existem várias tecnologias diferentes que se denominam "supercondensadores" ou "ultracondensadores". As 2 principais tecnologias são:

- Condensadores de camada dupla elétrica simétricos (EDLC simétricos), onde o carbono ativado é utilizado para ambos os eletrodos. O mecanismo de carga é puramente eletrostático: sem movimento de carga na interface de eletrodo/eletrólito.
- Condensadores de camada dupla elétrica assimétricos (EDLC assimétricos), onde um eletrodo de bateria é utilizado para um dos eletrodos. O eletrodo de bateria tem uma grande capacidade em comparação com o eletrodo de carbono, para que a tensão não altere significativamente com carga. Isto permite uma tensão de célula geral superior.

Os supercondensadores proporcionam rápidos impulsos de energia durante demandas de alimentação e, de seguida, armazenam rapidamente a energia; a resistência extremamente baixa permite uma descarga e recarga muito rápidas com uma eficiência geral inigualável. Além disso, normalmente não utilizam materiais perigosos e têm uma auto-descarga muito baixa, por isso, utilizam pouca corrente no modo flutuante (o que significa menos consumo de energia para a UPS) e aguentam longos períodos de tempo sem serem recarregados.

Condensadores de íões de lítio (LIC)

O condensador é um híbrido entre uma bateria e um condensador (EDLC assimétrico). O condensador de íões de lítio inclui um cátodo de carbono ativado (deste modo, nenhum risco de segurança devido a disrupção térmica⁽¹⁾), um ânodo de carbono dopado com lítio e eletrólito com sal de lítio, como numa bateria. Esta construção híbrida cria um condensador que produz as melhores funcionalidades de desempenho das baterias e condensadores. A construção da bateria híbrida oferece muitas vantagens. Estas incluem elevada densidade de energia e alta tensão, quando ligadas em série têm a vantagem de necessitar de menos 1/3 de células LIC em comparação com um condensador EDLC convencional. Outra vantagem é o nível muito baixo de auto-descarga: o LIC consegue reter 95% da carga durante 3 meses. Uma vez que necessita de pouca corrente no modo flutuante, a UPS requer menos consumo de energia e o LIC aguenta períodos mais longos de tempo sem ser recarregado. A tecnologia LIC também tem

as vantagens acrescidas de níveis superiores de segurança (sem risco de disrupção térmica), uma elevada densidade de alimentação e carregamento e descarregamento rápidos. É mais fiável, com muitos ciclos (a vida útil estimada é 1 milhão de ciclos de carga/descarga) e resistência a um amplo intervalo de temperatura (-20 °C a 70 °C) que a torna ideal para utilização em ambientes de funcionamento difíceis.

Flywheel

Os flywheels armazenam energia na forma de ímpeto numa massa rotativa. Um motor elétrico roda o rotor a alta velocidade para carregar o flywheel. Durante a descarga, o motor atua como um gerador, convertendo a energia rotacional em eletricidade. A energia armazenada num flywheel depende da massa e da velocidade de acordo com a equação seguinte:

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2$$

Na qual J é o momento de inércia e ω é a velocidade angular. Uma vez que a energia tem uma proporção quadrática com velocidade angular, é muito importante que o flywheel funcione a uma velocidade muito alta (mais de 30.000 rpm), por estas razões, os flywheels modernos utilizam levitação magnética para evitar perdas de fricção e rodam sob um vácuo selado. O flywheel não sofre restrições devido a alta temperatura (sem redução da vida útil de calendário), não tem qualquer emissão de hidrogénio durante o recarregamento (como no caso de baterias de chumbo-ácido), pode ser recarregado num curto período de tempo, tem um elevado intervalo de ciclos sem reduzir a vida útil esperada, não utiliza quaisquer materiais perigosos e pode ser instalado num local onde o espaço para instalação é limitado. Os flywheels têm uma potência de saída medida em centenas de kW e, por isso, são ideais para utilização em sistemas de UPS de alta potência.

Armazenamento de energia em ar comprimido (CAES)

No armazenamento de energia em ar comprimido, a alimentação elétrica é utilizada para comprimir ar e armazená-lo numa estrutura dedicada. Quando é necessária alimentação, o ar comprimido é imediatamente convertido em eletricidade fazendo-o passar por um expansor scroll que, por sua vez, aciona um gerador elétrico. A aplicação típica é para ponte de alimentação (para comutar a alimentação de rede para alimentação do grupo gerador) mas não no caso de microinterrupções frequentes. Os sistemas CAES podem ser paralelizados para aumentar o tempo de autonomia ou para adicionar redundância. Os CAES podem também ser utilizados em ambientes exigentes e a longa vida útil de calendário não é afetada pela temperatura. Quando o sistema está totalmente carregado não necessita de um significativo consumo de energia, aumentando a eficiência geral de um tradicional sistema de UPS baseado em baterias.

⁽¹⁾ Disrupção térmica: uma situação sob condições anormais de funcionamento onde uma bateria gera calor a uma taxa superior ao que pode dissipar. A disrupção térmica pode derreter os componentes plásticos das baterias, libertando gás, fumo e ácido que pode danificar o equipamento adjacente.