

# SISTEMAS ELÉTRICOS DE SUPRIMENTO DE ENERGIA PARA CARGAS DE MISSÃO CRÍTICA

Cargas elétricas de missão crítica são todos aqueles equipamentos cuja interrupção de funcionamento possa resultar em prejuízos para os usuários e/ou beneficiários dos serviços aos quais se destinam.

## **Cargas de missão crítica necessitam de energia segura e de boa qualidade.**

O presente estudo se propõe a considerar alguns aspectos importantes das aplicações dos grupos geradores de emergência, quando empregados como parte de sistemas de energia para cargas de missão crítica, servindo de orientação para melhor atendimento das necessidades do cliente.

A evolução tecnológica que, a cada dia, disponibiliza serviços e produtos voltados para a qualidade de vida, sendo todos dependentes do uso de energia elétrica, também acrescenta problemas que resultam na busca de soluções, também, a cada dia, mais elaboradas. Os desafios que se apresentam estimulam o desenvolvimento de novas alternativas, fazendo com que nos tornemos mais e mais dependentes das fontes de energia de alta confiabilidade.

Ainda não é possível a utilização de fontes de energia que ofereçam 100% de disponibilidade e, para a maioria dos sistemas, não bastam 99,9%. As soluções de engenharia que se apresentam visam aumentar o número de “noves”, de forma que para cada aplicação se obtenha índices de disponibilidade o mais próximo possível de 100%, suficientes para atender os requisitos da instalação. Assim, podemos nos deparar com aplicações que justifiquem investimentos suficientes para a obtenção de 99,9999% de disponibilidade de energia. Tais investimentos se justificam na medida em que as consequências de uma interrupção sejam avaliadas e consideradas adequadamente.

Os prejuízos resultantes das interrupções do suprimento de energia elétrica podem ser:

FINANCEIROS	Perdas de faturamento, comprometimento de níveis de estoques, perdas de descontos, taxas de crédito, preço de ações.
DE RENDIMENTO	Perdas diretas, perda de rendimentos futuros, obrigações contratuais, perdas de investimentos.
REPUTAÇÃO	Clientes, fornecedores, mercado financeiro, parceiros de negócios.
PRODUTIVIDADE	Duração da falha x número de funcionários
OUTROS CUSTOS	Processos, custos de horas-extras, aluguel de equipamentos, custos de envio.

Uma publicação americana contabiliza os custos de interrupções de suprimento de energia, para algumas atividades, como sendo:

<b>APLICAÇÃO</b>	<b>Custo por hora parada</b>
Telefonia celular	US\$ 41.000
Telefonia fixa local	US\$ 72.000
Reservas aéreas	US\$ 90.000
Cartões de crédito	US\$ 2.580.000
Operações bancárias	US\$ 6.480.000
(Segundo Powering E-Business – Strategies & Planning).	

### **CLASSIFICAÇÃO DAS CARGAS**

Uma publicação de autoria de Eng José Luís de Martini, sugere a seguinte classificação das cargas elétricas:

<b>CLASSE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
A	Equipamentos com alimentação dual, ou seja, podem receber energia de duas fontes distintas simultaneamente. Representa os equipamentos sem possibilidade de interrupção no fornecimento de energia elétrica.
B	Equipamentos que embora não tenham possibilidade de interrupção no fornecimento de energia em uso normal, podem ser substituídos por outros em situações de manutenção.
C	Equipamentos que demandam alimentação ininterrupta, porém o funcionamento não ocorre de forma permanente, permitindo ações de manutenção com desligamento programado.
D	Equipamentos atendidos nas mesmas condições das cargas A, B e C, porém passíveis de cortes por curtos períodos, como, por exemplo, sistemas de elevadores.
E	Equipamentos que embora exijam disponibilidade de uma fonte autônoma, uma interrupção não representa risco além daquele provocado pela perda da fonte normal.

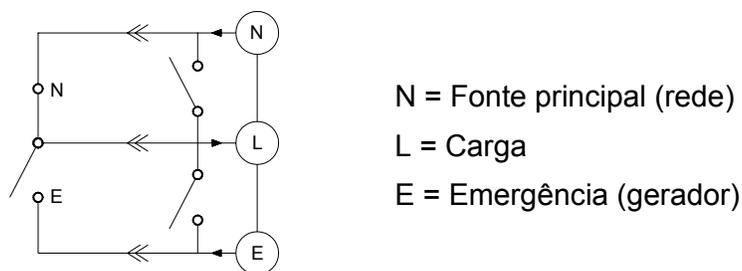
Nas aplicações de grupos geradores de emergência, sem exceção, o cliente busca a disponibilidade da fonte como forma de assegurar confiabilidade. Entretanto, com raras exceções, essa confiabilidade não é medida, em termos quantitativos. A maioria dos projetos prevêem alguma das muitas alternativas possíveis, combinando ramais de recurso da concessionária com unidades UPS's e grupos geradores dotados de partida automática, baseados nas disponibilidades de produtos que o mercado proporciona.

As aplicações clássicas, ainda que corretamente dimensionadas não levam em conta os detalhes de disponibilidade e confiabilidade do sistema de energia, limitando-se à disponibilidade da fonte de emergência, por meio de chave de

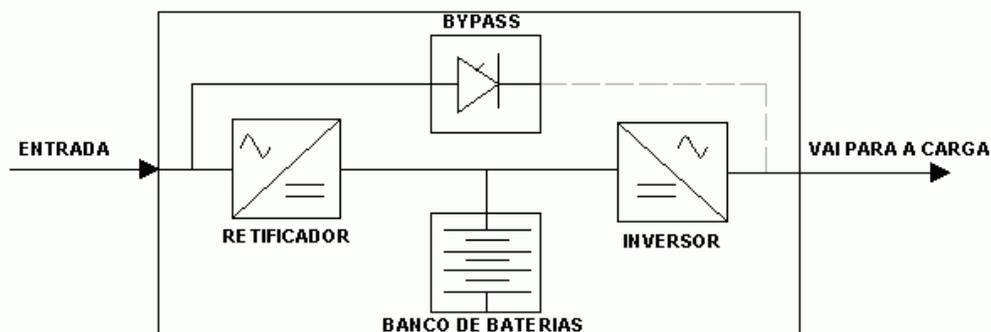
transferência automática, ficando todos os demais detalhes da instalação sob responsabilidade do cliente ou daqueles a quem ele tenha delegado a responsabilidade pelo projeto. Para o fornecedor de grupos geradores, o conhecimento desses detalhes pode significar um diferencial na medida em que for útil no sentido de contribuir para a melhor solução de energia para o cliente.

É importante notar que para as aplicações de suprimento de energia para cargas críticas, a Chave de Transferência Automática (ATS), deve ser dotada de bypass, com a finalidade de não comprometer a disponibilidade do sistema nos casos de manutenção ou reparo no quadro de transferência do grupo gerador.

Preferencialmente, deve ser do tipo extraível permitindo remoção e instalação rápidas sem interrupção no suprimento de energia. Este item tem sido motivo de falhas que acarretaram paralisações prolongadas em muitas instalações em consequência de servir como elemento de interrupção das fontes principal e de emergência.



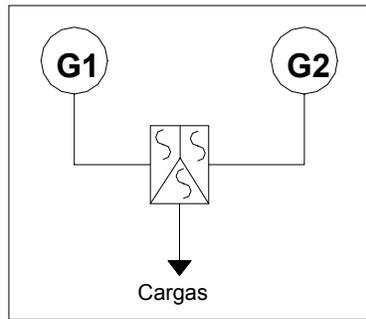
As unidades UPS referenciadas como componentes de sistemas de energia segura, para os efeitos deste estudo, são as unidades padrão, de dupla conversão disponíveis no mercado, com a configuração básica abaixo. As opções de potências e características construtivas são ilimitadas. Cada fabricante pode disponibilizar modelos e configurações conforme suas conveniências e interesses do usuário final.



### CHAVES ESTÁTICAS DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA

As chaves estáticas, freqüentemente utilizadas nos sistemas de energia segura, são capazes de efetuar a troca da fonte supridora de energia, nos sistemas com fontes sincronizadas, em 4 ms. (Quando as fontes são assíncronas, a transferência se faz com interrupção superior a 8 ms e não são recomendadas para sistemas de energia segura).

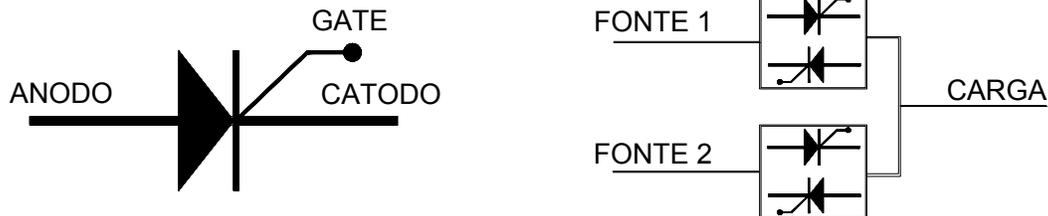
Permitem colocar sistemas redundantes diversos, alimentando cargas de dupla fonte (alimentação dual) ou painéis de distribuição próximos às cargas.



### PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO

Duas fontes sincronizadas alimentam os ramos de entrada da chave. A fonte G1 é ajustada como fonte principal ou prioritária e a fonte G2 como fonte secundária ou de emergência. Enquanto G1 se mantiver dentro dos limites de tolerância de tensão e frequência, G1 alimenta a carga e G2 se mantém em standby. Quando G1 falha ou sai de tolerância, G2 assume a carga. Se as fontes estão sincronizadas, isto é operam com os mesmos valores de frequência e tensão na mesma seqüência de fases, o processo de transferir a carga não será perceptível aos consumidores mais sensíveis, pois a interrupção será de 4 ms.

São denominadas estáticas por não utilizarem contatos móveis, sendo a transferência de carga efetuada por comando eletrônico sobre Retificadores Controlados de Silício (SCR). O SCR é um diodo que opera como um circuito aberto quando nenhuma corrente é aplicada ao GATE. Um sinal aplicado ao GATE fecha o circuito e faz com que ele se mantenha fechado, conduzindo do ANODO para o CATODO, enquanto permanecer o sinal. Uma vez removido o sinal, ele irá parar de conduzir quando a corrente circulante atingir o valor zero. Usando esta propriedade, é possível construir um sistema com controle eletrônico gerando o sinal para o gate e montar uma chave comutadora de fontes onde é possível determinar o momento em que uma ou outra fonte será ativada ou desativada.



Sistemas microprocessados adicionados aos controles adotados, implementam a utilização desta solução. Entretanto, neste tipo de transferência a carga é aplicada subitamente, na sua totalidade, ao grupo gerador.

Cargas críticas se caracterizam, principalmente, pelas necessidades de:

#### a) – Disponibilidade

A operação deve ser contínua 24 horas por dia, 365 dias por ano.

Disponibilidade de 99,99% significa que em  $365 \times 24 = 8.760$  horas há uma indisponibilidade de 0,01%, ou seja, 0,876 hora ou aproximadamente 53 minutos de interrupção por ano. Para

determinadas atividades, interrupções dessa ordem são inadmissíveis. Sabemos que uma interrupção de  $\frac{1}{4}$  de ciclo (aproximadamente 8 ms) é suficiente para interromper o funcionamento de determinadas cargas críticas. Atualmente, as instalações bem dotadas de recursos alternativos de suprimento de energia de emergência podem assegurar disponibilidade de até 99,999%, o que significa a indisponibilidade de 5,26 minutos por ano, um valor ainda alto e insuficiente para muitas cargas críticas.

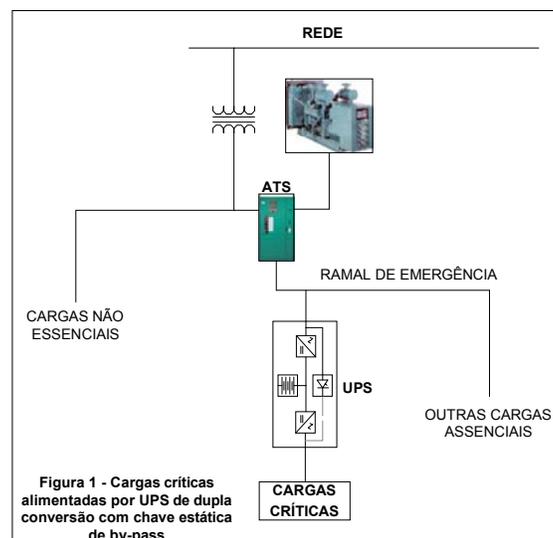
### b) – Confiabilidade

O MTBF (Mean Time Between Failures) do sistema deve ser elevado.

### c) – Manutenção rápida

Baixo valor de MTTR (Mean Time To Repair).

## CONCEITO BÁSICO DE SUPRIMENTO DE ENERGIA PARA CARGAS CRÍTICAS:

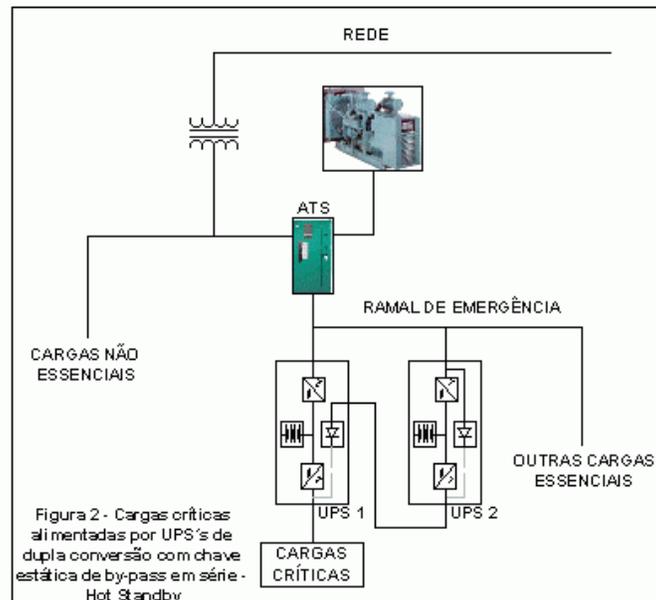


A grande maioria das instalações de energia segura para cargas críticas operam na configuração acima, sendo que, em alguns casos, são utilizados UPS's de simples conversão e/ou sem chave de bypass, por serem de menor custo. Tais configurações oferecem menor confiabilidade e não são recomendáveis quando se pretende assegurar maior disponibilidade do sistema.

Um sistema como mostrado na figura 1 tem um MTBF de 310.000 horas e dá uma disponibilidade de 99,996%, insuficiente para aplicações de maior responsabilidade. Se na mesma configuração utilizássemos um UPS sem chave de bypass, o MTBF resultaria 87.000 horas e a disponibilidade cairia para 99,989%.

Os cálculos de disponibilidade são feitos com base em dados estatísticos e balizados por valores de MTBF de referência encontrados no Handbook MIL-HNDBK-217F, (Manual de referência para equipamentos eletrônicos de uso militar).

Com o objetivo de melhorar a confiabilidade do sistema, algumas diferentes arquiteturas podem ser adotadas, tendo como base a associação de UPS's e adoção de outros recursos. O sistema da figura abaixo, conhecido como sistema em série ou Hot Standby, oferece MTBF de 500.000 horas e disponibilidade de 99,998%.



Neste sistema, uma unidade UPS alimenta o bypass de outra, de forma que, ocorrendo uma falha da unidade principal, a unidade de emergência já está conectada.

Este tipo de configuração é pouco utilizado, pois apresenta a desvantagem de manter uma unidade em plena carga e a outra em vazio, resultando em diferentes níveis de desgaste dos componentes. Apesar de alto MTBF, na prática, apresenta índice de falhas superior ao da configuração em paralelo redundante.

## SISTEMA PARALELO REDUNDANTE

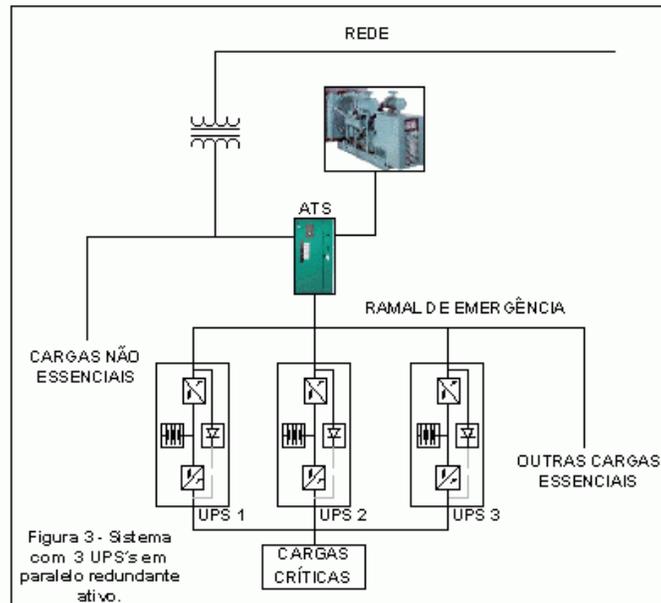
As configurações em paralelo redundante podem se apresentar em diversas arquiteturas de sistemas de energia, sendo mais frequentes as que operam com as unidades ativas. O tipo paralelo redundante ativo distribuído, por exemplo, visto na figura 3, apresenta três unidades, cada uma com a sua própria chave de bypass. Em outros casos, poderíamos ter as mesmas três unidades com um único bypass, como visto na figura 4.

A idéia é ter uma composição onde a potência de uma unidade seja mantida como reserva para o sistema, no caso de falha de uma outra. Assim, se a instalação necessita de N KVA, essa potência deverá ser suprida pelo número de máquinas menos um. Para o caso de três unidades, as cargas devem ser supridas por duas, na ocorrência da ausência de uma. Essa alternativa é chamada de redundância simples e é a mais utilizada, face à sua relação custo x benefício. Há casos onde a opção pode ser por redundância total, ou seja N + N KVA, de forma que há reserva

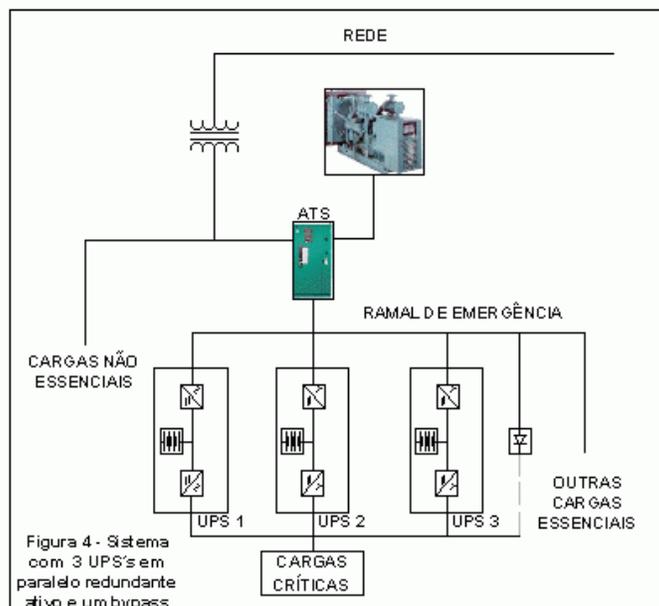
de unidades para a potência total da instalação. É uma opção de maior custo e não oferece vantagens significativas em relação à redundância simples.

Nesse regime, todas as máquinas operam dividindo a carga igualmente entre si. O sistema só irá operar pelo bypass se a carga for superior a capacidade das máquinas restantes em operação. Em relação ao sistema “Hot Standby”, tem a vantagem de proporcionar o envelhecimento por igual das unidades.

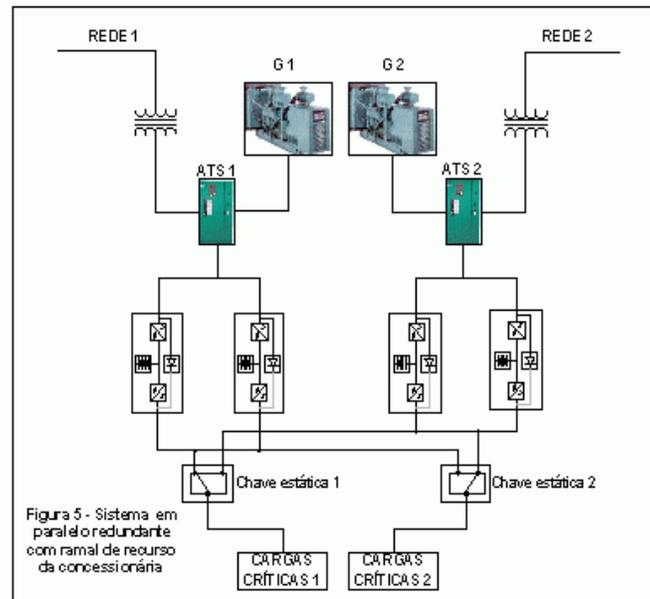
#### SISTEMA PARALELO REDUNDANTE ATIVO DISTRIBUÍDO:



#### SISTEMA PARALELO REDUNDANTE ATIVO CENTRALIZADO. (UM ÚNICO BYPASS COM POTÊNCIA PARA SUPRIR TODO O SISTEMA).

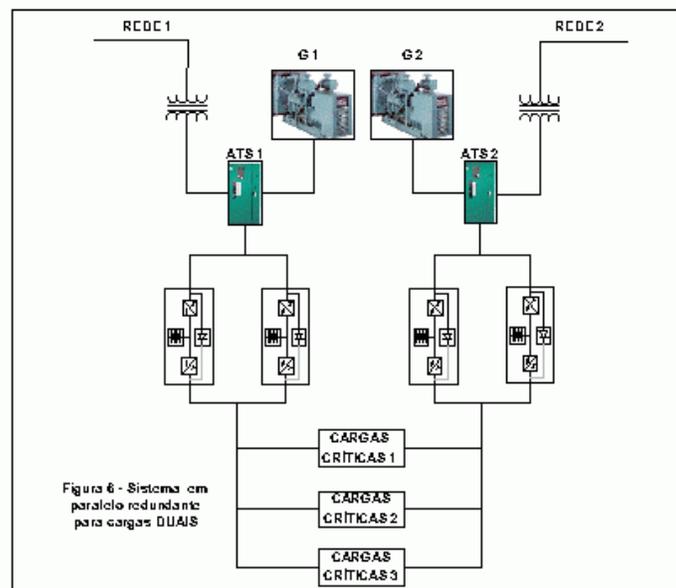


## SISTEMA PARALELO REDUNDANTE USANDO RAMAL DE RECURSO DA CONCESSIONÁRIA E CHAVES ESTÁTICAS:



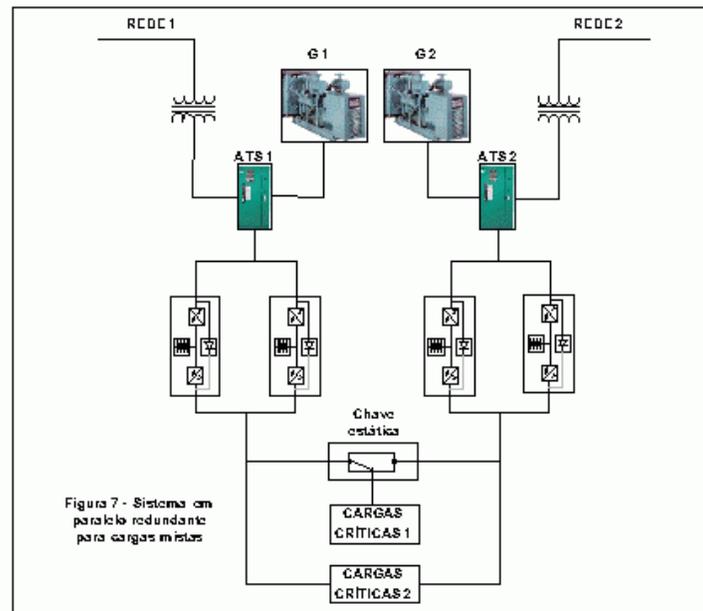
Nesta configuração, um sistema utilizando chaves estáticas, onde dois sistemas paralelos redundantes alimentam dois barramentos distintos. As chaves estáticas utilizadas são ajustadas para utilizarem como fontes prioritárias, alimentação de barramentos cruzados, ou seja: a chave 1 se alimenta prioritariamente da rede 1 e a chave 2 prioritariamente da rede 2. Já as entradas reserva estão cruzadas. Em caso de falha de um dos alimentadores, a carga permanece sendo alimentada pelo sistema restante. Normalmente, neste caso, o sistema paralelo restante perde sua redundância de potência, pois tem que utilizar quase toda sua capacidade.

## SISTEMA PARALELO REDUNDANTE PARA CARGAS DUAS

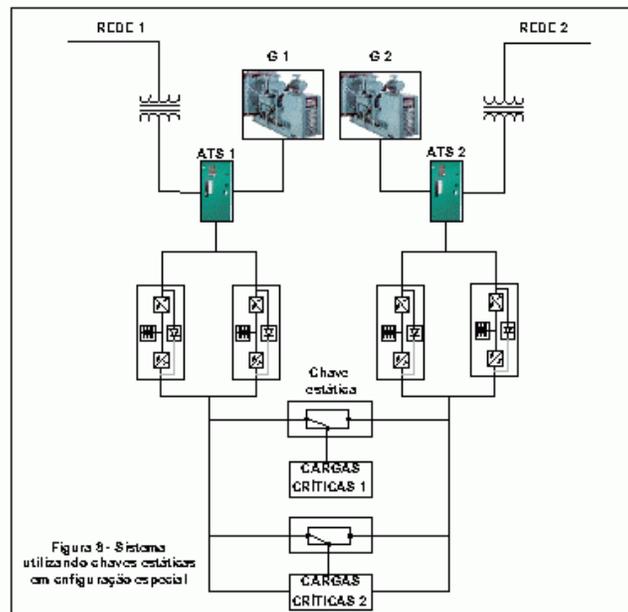


Este é o conceito que vem ganhando espaço nas aplicações críticas. Muitos equipamentos disponibilizam esta facilidade e nada mais adequado do que se aproveitar este recurso. Evidentemente, não se devem alimentar as duas fontes de cargas duais com a energia proveniente de uma única fonte. No sistema da figura acima, o conceito apropriado para alimentar cargas duais. Não existem chaves estáticas no circuito. (Considerando que todos os equipamentos são dotados de fontes duais). Uma adaptação para aplicações mistas, ou seja, existem cargas com fontes duais e cargas com uma única fonte, pode ser feita adicionando-se chaves estáticas como mostrado na figura 7, abaixo. O uso de chaves estáticas também pode ser feito para uma correta distribuição de cargas entre os sistemas de UPS's.

#### SISTEMA PARALELO REDUNDANTE PARA CARGAS MISTAS:



Partindo-se das configurações básicas vistas, pode-se chegar a mais algumas combinações, como por exemplo, uma configuração onde existe um sistema paralelo redundante alimentando a entrada prioritária das chaves estáticas e UPS's singelas alimentando cada entrada secundária das chaves estáticas, como visto a seguir:



## CONFIABILIDADE DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

As diversas configurações de UPS's vistas, além de muitas outras possíveis, tem como objetivo o aumento da confiabilidade do sistema de energia. Todos os sistemas são compostos de geradores de emergência (normalmente também em redundância), alimentadores de rede comercial provenientes de redes primárias distintas e diversas UP's associadas para o aumento da confiabilidade. Só que, normalmente, existe uma distância significativa e componentes elétricos, tais como chaves, disjuntores e etc. entre a saída do sistema redundante e a carga a ser alimentada. Como não existem dados que possam informar a taxa de falhas ocorridas, aproveitaremos os resultados de um estudo realizado pela Chloride do Brasil e os utilizaremos como referência para avaliar a taxa de falha no circuito alimentador das UPS's. Apesar de não podermos considerar os circuitos como similares, podemos ter uma idéia de seu índice médio de falhas. No ano de 2000, durante o mês de outubro, no período de 30 dias, foram colhidas 1057 amostras de falhas de unidades UPS's ligadas em diversas configurações e registraram-se todas as quedas de energia na entrada das UPS's com duração maior que 0,1 segundo. Apesar dessas amostras terem sido colhidas em regiões distintas do país, chegou-se à conclusão que o comportamento da rede pública de áreas industriais de todo o país é bastante similar e estatisticamente pode ser considerada igual.

Os dados colhidos foram divididos em dois grupos. Interrupções entre 0,1 e 1.800 segundos (GRUPO 1) e interrupções superiores a 1.800 segundos (GRUPO 2). Levando-se em conta o histórico da rede pública local, considerou-se que interrupções do chamado GRUPO 2 têm uma probabilidade muito grande de terem sido causadas não pela rede pública local, mas sim devido a uma falha no alimentador de baixa tensão (inclui o grupo gerador, quadros de transferência, cabeamento, chaves e disjuntores, conectores, etc.)

Por meio de tratamento estatístico dos dados das amostras, chegou-se a conclusão de que o tempo médio entre falhas devidas à concessionária (duração de 0,1 a 1.800 segundos) é de 500 horas e, de forma análoga, concluiu-se que o intervalo de

falhas devidas aos circuitos de distribuição (duração superior a 1.800 segundos) é de 9.000 horas. Como as cargas críticas são alimentadas por circuitos constituídos com os mesmos componentes dos circuitos de distribuição alimentadores das UPS's, podemos inferir que elas estão sujeitas uma taxa de falhas significativa, independentemente de sistemas redundantes e arquiteturas complexas. Pode-se também deduzir que quanto mais longas forem as linhas de alimentação, desde as saídas das UPS's até a alimentação efetiva da carga, maior será a taxa de falhas. As falhas que ocorrem nestes circuitos são:

**Falhas intrínsecas** – que são aquelas ocorridas em componentes deste circuito, tais como transformadores, cabos, chaves, terminais e proteções.

**Falhas extrínsecas** (ou falhas de rede devidas a causas externas)

- Trip de disjuntores devido a curto-circuito, sobrecargas, etc.
- Trip de disjuntores devido a erros na seletividade, correntes de terra superiores aos limites esperados.

Todos esses fatores nos levam à conclusão de que não nos bastam excelentes sistemas redundantes de energia. Se queremos alta disponibilidade e confiabilidade, necessitamos algo mais.

## **DISTORÇÃO HARMÔNICA**

A indústria ainda perde milhões de dólares a cada ano devido a Harmônicas. Contudo, muito pouco é conhecido sobre as suas causas e o melhor modo de reduzi-las.

Há dois tipos de harmônica: Corrente e Tensão. Quando falamos de distorção harmônica de corrente, geralmente estamos nos referindo à entrada e quando discutimos distorção harmônica de tensão, nos referimos à saída. Sempre que a distorção harmônica de corrente atravessa uma impedância produz distorção de tensão que migrará por onde for.

Mas o que é afinal a distorção harmônica?

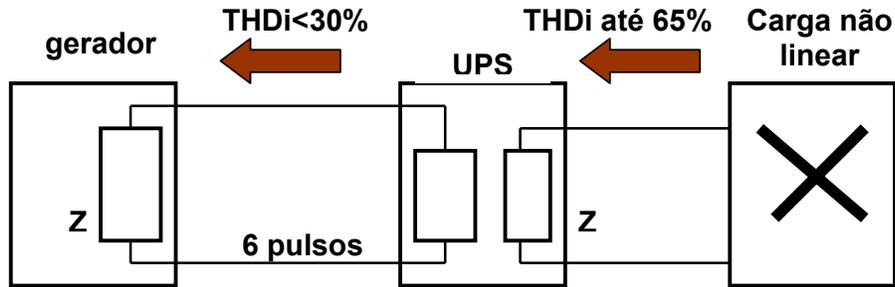
É a presença de energia em frequências múltiplas da fundamental. No caso do alternador de 60 Hz, a sua segunda harmônica será 120 Hz, a terceira 180 Hz e sucessivamente.

### **Como são criadas**

Harmônicas resultam de cargas não-lineares. Os UPS's são retificadores, cargas não-lineares e geram harmônicas em consequência do chaveamento dos retificadores. Elas acontecem em múltiplos da frequência fundamental e o valor mais alto ocorre a  $n-1$ , onde  $n$  é o número de componentes de chaveamento. Exemplificando, a harmônica de nível mais alto de um retificador de 6 pulsos é a quinta harmônica. Além dos UPS's, equipamentos tais como impressoras, motores de velocidade variável, fotocopiadoras e até elevadores dotados de chaves de partida "soft start" produzem distorção harmônica.

### **Os efeitos**

A distorção de corrente produzida pelas cargas provoca distorção de tensão no alternador, podendo resultar em mau funcionamento, instabilidade e desarme pelo acionamento das proteções.



Em geral, nas aplicações com distorção harmônica alta, é necessário superdimensionar a potência do grupo gerador. Para distorção harmônica de 30%, seria necessário um alternador 200% maior enquanto que, com distorção de 10%, bastaria um alternador 20% maior.

Os alternadores dos grupos geradores são mais vulneráveis às distorções harmônicas do que a rede pública em decorrência de terem impedância – (Z, resultante da resistência Ôhmica mais indutância dos enrolamentos) – mais alta e, conseqüentemente, uma distorção de corrente provoca uma maior distorção de tensão.

Em instalações de UPS's trifásicos, as freqüências harmônicas mais poderosas são a terceira e a quinta. A terceira harmônica pode causar um problema sério em sistemas trifásicos, desde que essas correntes não se anulem no condutor neutro e, por esta razão, o sobrecarreguem. Este condutor não é freqüentemente dimensionado para correntes altas, uma vez que as correntes fundamentais se anulam no neutro. Nos piores casos, a sobrecarga pode causar incêndio. Porém, o que normalmente acontece é que os disjuntores ou fusíveis atuam sem nenhuma razão aparente, enquanto causam perturbações inexplicadas quando em operação.

Nas aplicações com alta distorção harmônica a secção do condutor neutro deve ser dimensionada para corrente até 70% acima da nominal por fase, para prevenir a possibilidade de aquecimento anormal.

Além disso, correntes harmônicas altas resultem em:

- Fator de potência reduzido, causando aumento da fatura de energia;
- Correntes mais altas do que a nominal e de segurança, podendo provocar superaquecimento de condutores;
- Superaquecimento de dispositivos e falhas de isolamento;
- Interferência e mau funcionamento de microprocessadores e dispositivos que monitoram;
- Redução da vida útil do dispositivo:
  - 32,5% para máquinas monofásicas;
  - 18% máquinas trifásicas e
  - 5% em transformadores.

Segundo o documento 900-0280 publicado pela CUMMINS POWER GENERATION (Escrito por Gary Olson), os principais problemas de incompatibilidade dos grupos geradores com os UPS's estáticos se apresentam com alternadores de potência até 100 kW, sendo menos freqüente nas instalações de maior potência, onde há maior diversificação das cargas e são:

- Falha do UPS's quando alimentado pela energia do gerador;
- Instabilidade de tensão e frequência do alternador quando alimentando UPS's;
- Impossibilidade de sincronizar a saída do alternador com a saída do UPS's, resultando em alarme de falta de bypass pelo UPS;
- Erros de leitura de instrumentos no UPS e/ou no grupo gerador e
- Impossibilidade de habilitar o bypass de manutenção.

Alternadores com excitação PMG oferecem as melhores características de baixa susceptibilidade às distorções harmônicas, como consequência de não utilizarem a tensão de referência para retificação e alimentação do campo. Entretanto, há limitações a serem consideradas.

Como o alternador acionado por motor de combustão interna não mantém o mesmo comportamento que a rede pública, dado que há variações de frequência e tensão constantemente corrigidas pelo governador de rotações e regulador de tensão, respectivamente, não é recomendável que se utilize droop nos governadores dos grupos geradores que alimentam USP's. A melhor condição é o governador isócrono, onde as variações de frequência não sejam superiores a  $\pm 0,5\%$ . Ainda assim, é importante considerar que se o grupo gerador alimenta outras cargas além de UPS's, as variações de frequência resultantes da entrada e/ou saída dessas cargas podem resultar em alarmes de indisponibilidade de bypass nos UPS's.

Outro problema que pode surgir, se o UPS representa uma carga significativa para o grupo gerador, é a unidade ficar indefinidamente entrando e saindo de carga. Isso ocorre porque, estando o grupo gerador com frequência e tensão estáveis, o UPS comuta sua alimentação do banco de baterias para o grupo gerador. O impacto da carga assumida fará a frequência do alternador variar e, se esta variação é grande ou a velocidade de correção é lenta, o UPS reverterá para o banco de baterias, fazendo o grupo retornar a situação de estabilidade anterior e novamente o UPS comutando do banco de baterias para o grupo gerador. Este processo será percebido como uma instabilidade de rotação do motor e variações de frequência e tensão.

### **As melhores formas para se livrar das distorções harmônicas**

- A melhor solução é evitar que harmônicas sejam geradas, se isso for possível.
- É possível reduzir a distorção harmônica de corrente com a utilização de filtros. Entretanto, filtros de entrada podem criar loop de retorno com a rede local e piorar a situação, porque os capacitores utilizados nesses filtros são propensos à falhas. Não é recomendável para instalações de mais de 100 KVA.
- Aumento da capacidade dos equipamentos (transformadores, disjuntores e condutores maiores).
- Utilização de retificadores de 12 pulsos. Retificadores de 12 pulsos eliminam a 5ª e a 7ª harmônica, reduzindo a distorção total (THDi < 8,0%).
- Utilizar alternadores com excitação independente (PMG) e governadores de rotação isócronos.
- Buscar a compatibilidade adotando UPS's que ofereçam:

- Baixa distorção de corrente de entrada;
- Janela de frequência de entrada ampla e
- Janela de tensão de entrada ampla.

## **CONCLUSÃO**

É importante analisar sob o ponto de vista de compatibilidade, as aplicações dos grupos geradores destinados aos sistemas elétricos de suprimento de energia para cargas de missão crítica, tendo em mente as possibilidades de eventuais problemas que, ao contrário do que se preconiza, poderiam resultar em redução da segurança e confiabilidade do sistema.

### **Referências:**

Generator Set and UPS compatibility – Gary Olson (Cummins Power Generation).  
Guia de soluções para Engenharia – Chloride do Brasil  
Conceitos e Sistemas Elétricos de Suprimento de cargas críticas – Eng. Luís Tossi (Chloride do Brasil)

Rio de Janeiro, outubro/2003.

José Claudio Pereira