

Capítulo VI

UPS estático Parte 1

Por Luís Tossi e Lincoln Menezes*

Este e o próximo artigo têm o objetivo de passar uma ideia clara e concisa sobre o uso e a aplicação de UPS em instalações críticas. Iniciemos com uma breve apresentação histórica da evolução tecnológica deste equipamento, chegando a alguns conceitos básicos sobre a topologia dos produtos disponíveis no mercado.

Inicialmente, nos ateremos aos UPSs estáticos, pois são os que dominam o mercado de condicionamento de energia. Entretanto, UPSs rotativos e tecnologias mais modernas e alternativas como células a combustível e Fly-wheel não serão abordadas neste capítulo.

Até meados dos anos 1970, quando a eletrônica de potência e o uso de computadores ainda engatinhavam, a única tecnologia disponível no mercado mundial para a manutenção do suprimento de energia elétrica para estas cargas eram os UPSs rotativos (não como são conhecidos agora). Estes aparelhos utilizavam-se de geradores diesel acoplados a alternadores de energia por meio de um volante de inércia, que mantinha a energia ativa para a carga em caso de falha de energia.

Esta tecnologia era cara e ineficaz. Com o despertar de uma indústria de informática, fazia-se necessário o surgimento de equipamentos capazes de manter os computadores funcionando evitando danos físicos e paradas dos sistemas.

A eletrônica de potência era incipiente, bem como a eletrônica digital, com o surgimento de semicondutores de potência e de circuitos integrados e híbridos. Desta combinação surgiram os primeiros modelos de UPSs estáticos.

Estes UPSs eram caros, ineficientes (em termos de geração de perdas elétricas), porém bastante robustos. Com relação aos UPSs trifásicos, havia apenas os UPSs funcionando com retificadores a SCRs, na configuração de 6 ou 12 pulsos, baterias ventiladas de chumbo ácido (ou chumbo cálcio) e inversores também compostos de SCRs (em que existia a necessidade de apagamento dos tiristores principais).

Topologias de UPSs estáticos

O termo topologia na engenharia significa a disposição lógica dos elementos. Isso resulta na forma como os equipamentos funcionam para atender à sua finalidade. O termo UPS (Uninterruptible Power Supply) significa a forma construtiva e seu princípio de operação.

No mercado comercial de UPS, podemos dizer que existem três topologias de UPS, sendo:

- UPS off line;
- UPS line interactive;
- UPS online dupla conversão.

Todos os produtos disponíveis no mercado empregam uma dessas três topologias básicas para operar e manter as cargas críticas operando.

O UPS off line é o mais simples de todos. As Figuras 1 e 2 mostram os diagramas de blocos deste modelo.

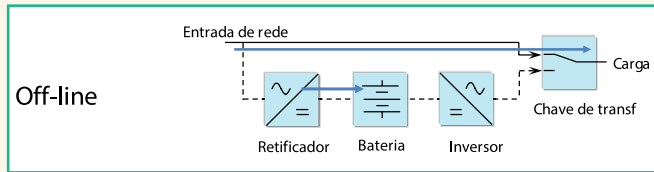


Figura 1 – Diagrama do modelo de UPS off line.

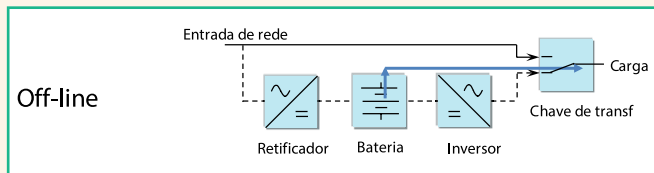


Figura 2 – Diagrama de bloco do modelo de UPS off line.

No diagrama de blocos, podemos notar que a carga é alimentada diretamente pela energia proveniente da rede elétrica, a qual também alimenta um pequeno retificador que tem a função de manter um banco de baterias carregado.

Na falta da rede elétrica (Figura 2), a chave de saída comuta em um período menor que 8 ms para o ramo do inversor, que passa a chavear a energia contida nas baterias e a manter a

carga alimentada. A forma de onda gerada normalmente é quadrada ou trapezoidal, ou até mesmo senoidal.

Esta topologia é a mais barata de todas, pois o ramo da eletrônica de potência é dimensionado para funcionar apenas durante uma falha de energia. Usualmente, este tipo é empregado apenas no mercado doméstico e de pequenos negócios, por se tratar de um equipamento bastante simples e pouco eficaz.

O princípio de operação do UPS line interactive é basicamente o mesmo, com algumas diferenças que o tornam mais confiável e complexo.

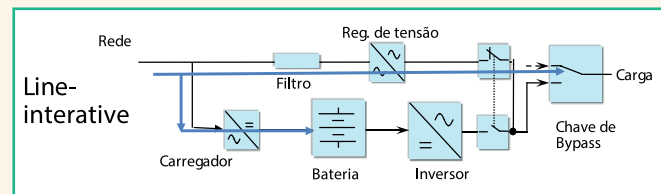


Figura 3 – Diagrama de blocos de um UPS line interactive.

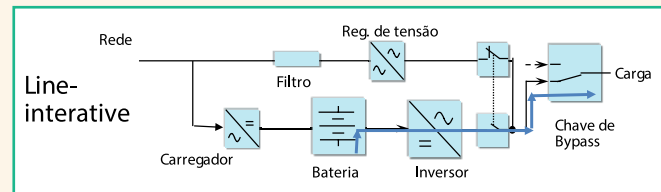


Figura 4 – Diagrama de blocos de um UPS line interactive.

Nota-se que a carga também é alimentada pela energia proveniente da rede elétrica, porém não de forma direta. Esta energia passa por um tratamento por meio de um regulador de tensão e de filtros LC.

A rede também mantém a bateria carregada e o inversor pronto para trabalhar. Quando a energia comercial (Figura 4) acaba ou sai de tolerância, a chave de transferência comuta, passando a alimentar a carga pelo inversor. Esta energia proveniente das baterias é invertida para energia AC senoidal e passa a alimentar a carga. Normalmente este tempo de comutação vai de 4 ms a 8 ms.

Nota-se que a topologia line interactive já é um UPS mais robusto e que oferece maior qualidade de proteção à carga.

Este conceito de operação passou a ser utilizado em UPS de dupla conversão mais modernos com o intuito de permitir uma maior eficiência energética e foi chamada de modo de operação digital interactive ou Eco Mode.

É importante frisar que um UPS dupla conversão pode trabalhar como um UPS line interactive, mas um UPS line interactive jamais trabalhará como um UPS dupla conversão.

O UPS dupla conversão recebe este nome devido à energia que vem da rede comercial sofrer duas conversões, ou seja, de energia AC ela vira DC para carregar as baterias e suprir a energia para o inversor e então sofre uma nova conversão (de DC para AC) para depois alimentar a carga.

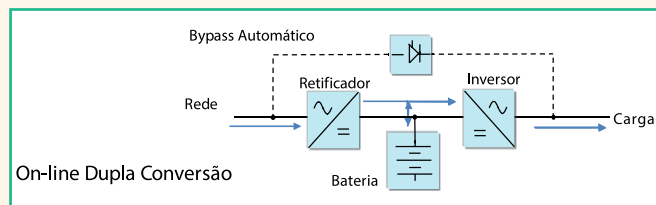


Figura 5 – Diagramas de blocos de um UPS dupla conversão.

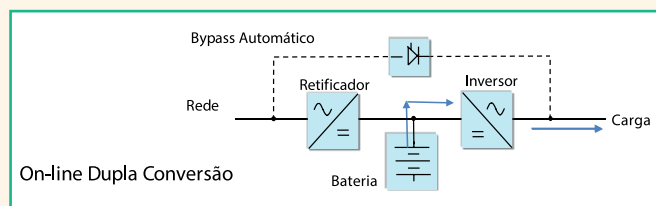


Figura 6 – Diagramas de blocos de um UPS dupla conversão.

Em regime normal de operação, a energia da rede elétrica alimenta o retificador que, por meio de uma conversão com semicondutores, transforma a energia AC da rede em energia DC. Esta energia DC alimenta, de forma direta ou indireta, o banco de baterias e também a entrada do inversor (de forma direta ou indireta, dependendo da tecnologia empregada). O inversor, por meio de uma ponte composta por semicondutores de potência, transforma esta energia DC em uma energia AC, completamente desvinculada da fornecida pela rede, sempre com tensão e

frequência reguladas.

Na queda de energia (Figura 6), as baterias entram em descarga, mantendo a carga alimentada.

Este tempo é limitado em função da potência elétrica armazenada nas baterias e é um dos parâmetros básicos para o dimensionamento do UPS.

Nota-se que, seja em qual for o regime (normal ou emergência), a carga é sempre alimentada por uma energia limpa, sem qualquer tipo de anomalia elétrica e sempre regulada em tensão e frequência.

O UPS dupla conversão é o tipo mais caro disponível no mercado, pois sua eletrônica de potência tem de ser dimensionada para trabalhar 100% do tempo com a potência nominal do UPS passando por ela. Esta topologia é a mais utilizada no mercado de cargas críticas pelas vantagens e qualidades de manter a energia na carga limpa e regulada.

Por esta razão, agora podemos voltar ao histórico sobre a evolução tecnológica dos UPSs estáticos.

Histórico

Como já mencionado anteriormente, o UPS dupla conversão nasceu após os SCRs (tiristores e diodos) de potência se tornarem comercialmente viáveis. A tecnologia que tornou possível a utilização de UPS estático é conhecida como PWM ou Power Width Modulation. Traduzindo, temos o conceito de modulação por largura de pulso.

Este modelo utiliza o princípio de regulação (compara um sinal de saída com uma referência designada como sinal a ser copiado).

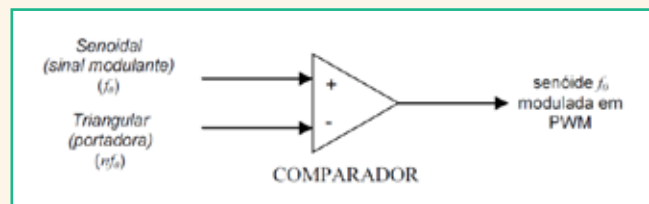


Figura 7 – Base de um regulador (sinal referência e o real).

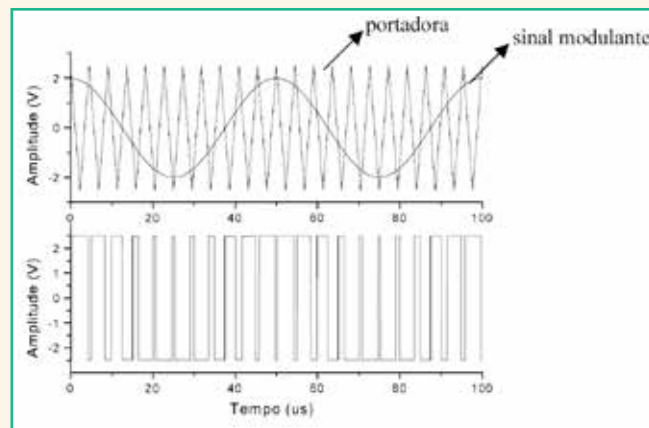


Figura 8 – Forma de onda em que o regulador está atuando.

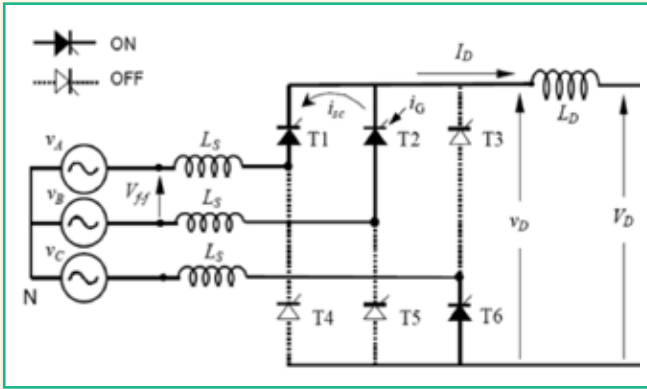


Figura 9 – Diagrama de blocos de um retificador trifásico com SCRs, à entrada de um UPS.

Um UPS dupla conversão tem uma entrada AC variável com o tempo e o ideal, na saída do retificador, uma tensão DC, regulada em 400 VDC. Para isso ocorrer, é preciso controlar o ângulo certo de disparo do SCR para só permitir a passagem de energia necessária para manter a saída constante.

A tensão DC da saída do retificador alimenta uma ponte também formada com SCRs, que tinha o papel de chavear esta tensão DC transformado em Tensão AC para alimentar o primário de um trafo isolador e elevador.

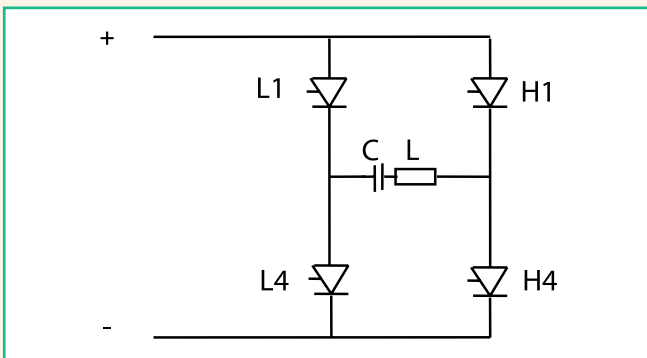


Figura 10 – Diagrama de blocos de uma fase de um inversor a SCR.

Os SCRs H1 e H2 conduzem a energia para o transformador e os SCRs L1 e L2 são utilizados apenas para parar a condução de H1 e H2.

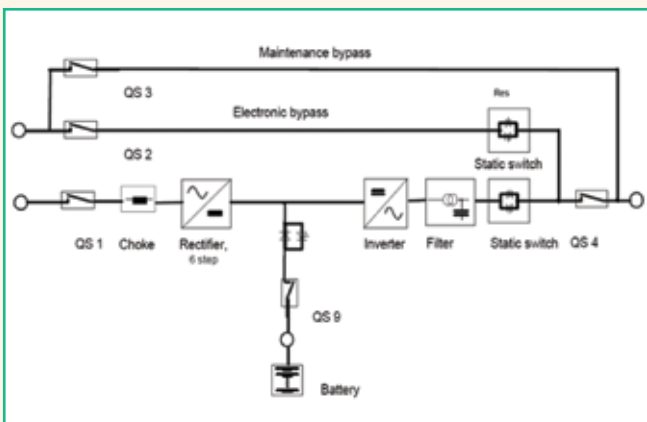


Figura 11 – Diagrama de blocos completo deste UPS.

A evolução seguinte foi a introdução de inversores com transistores de potência, que têm a vantagem de não necessitarem de circuitos de apagamento e foi uma grande evolução para os fabricantes de UPS estáticos. Sua utilização permitiu que os UPSs pudessem trabalhar com frequências de chaveamento superiores (na faixa de KHz).

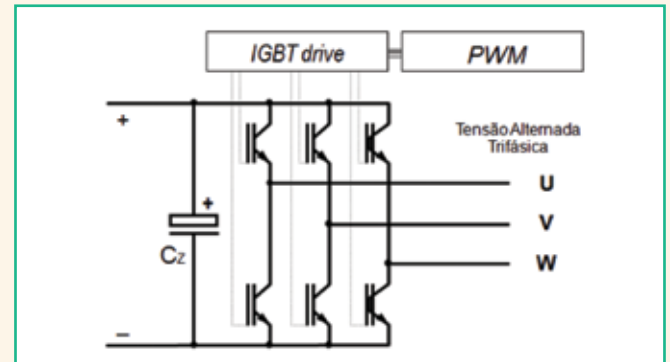


Figura 12 – Ponte inversora trifásica básica.

Vemos que os transistores funcionam como chaves que abrem e fecham, chaveando o valor DC sobre as bobinas de um transformador.

Após alguns anos, os transistores foram substituídos pelos transistores do tipo IGBT que chaveiam mais rápidos e são mais seguros no seu apagamento. Esta inovação, junto com os controladores e com os microprocessadores rápidos, permitiu que fosse introduzido o conceito de regulação por controle vetorial. Este processo transforma todas as grandezas elétricas do UPS em vetores e todos os cálculos de regulação são realizados por cálculo vetorial. Este processo permitiu a elevação das frequências de chaveamento e também do PWM.

Como os controles são muito rápidos e as frequências de chaveamento elevadas, as grandezas elétricas de saída de um UPS passaram a ser muito melhor reguladas, permitindo alimentar cargas com alto teor de harmônicos.

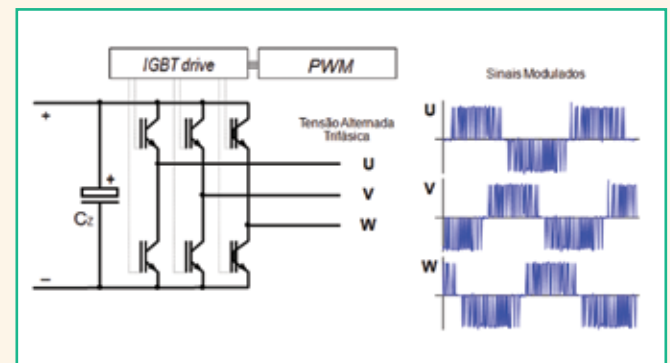


Figura 13 – Inversor a IGBT e um PWM de alta frequência.

Junto com estas mudanças, as baterias VRLA passaram a dominar o mercado e hoje respondem por mais de 99% das aplicações críticas. As baterias VRLA necessitam de tensão constante e regulada e também de temperatura ambiente constante. Para atender a estas demandas, os UPSs evoluíram e

passaram a ter carregadores de baterias entre os links DC (saída do retificador) e as baterias para diminuir o ripple AC sobre estas e também prover uma melhor regulação DC.

Todos os UPSs que utilizam retificadores com SCRs necessitam obrigatoriamente de um transformador elevador de saída (após o inversor), pois, durante a descarga das baterias, o valor DC da tensão das baterias ao ser invertido, não alcança o valor eficaz de saída requerido (se for igual ao valor AC de entrada).

Este transformador então admite que, mesmo no final da descarga das baterias, a tensão de saída do inversor para a carga seja elevada pelo transformador e alcance o valor desejado.

A tecnologia evoluiu e os UPSs passaram a utilizar um novo componente de potência chamado booster.

A função do booster é elevar a tensão DC proveniente da saída do retificador, ou das baterias, para um valor DC que permita ao inversor chavear este valor pelo PWM e gerar um valor de tensão AC desejado. A Figura 14 mostra um diagrama de blocos de um circuito booster. Neste circuito, a tensão de saída DC será sempre mais elevada que a tensão DC de entrada.

Usualmente, estes circuitos em UPS trifásicas com tensão em 380 Vac têm uma tensão DC na saída do retificador em torno de 540 Vdc e na saída do booster em torno de 750 Vdc.

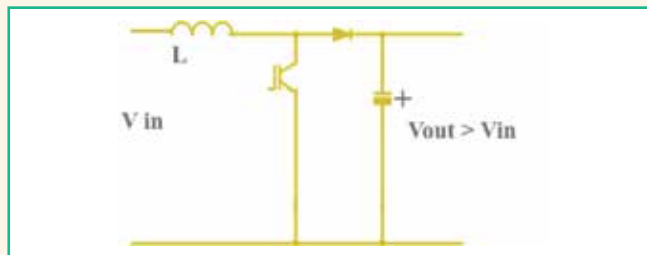


Figura 14 – Diagrama de blocos de um circuito booster.

Boosters, redundância e autonomia (baterias) serão abordados no próximo capítulo, que continuará discutindo o tema “UPSs estáticos”.

**LUÍS VALÉRIO TOSSI SILVA é engenheiro eletricitista pela Universidade Mackenzie. Atua no segmento de UPS estática desde 1986, passando pelas empresas Siemens SA, Masterfix Ltda., Masterguard do Brasil e Chloride do Brasil. Atualmente atua como diretor comercial da HDS Sistemas de Energia.*

(REVISOR) LINCOLM MENEZES é tecnólogo em Mecatrônica, com especialização em Gerência de Manutenção. Já atuou nas áreas de manutenção de sistemas de energia e, atualmente, trabalha na Universidade Positivo lecionando na área de automação industrial.

Continua na próxima edição

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