

Capítulo 7: Conclusões Gerais

“Nunca me preocupo com a beleza quando estou tentando resolver um problema. Penso apenas em como solucionar o problema. No entanto, quando termino, se a solução encontrada não for bela, então tenho certeza de que não é a solução correta.”

Richard Buckminster Fuller (1895 - 1983)

Neste trabalho foi apresentado um novo retificador trifásico, cuja principal característica é a de apresentar Fator de Potência elevado e baixa Taxa de Distorção Harmônica da corrente de entrada, em comparação com os retificadores trifásicos básicos. Esse novo circuito foi concebido à luz dos trabalhos realizados anteriormente sobre o assunto e levando em conta a importância do tema frente à qualidade do sistema elétrico, sendo realizado em cinco etapas básicas:

- Proposta do novo circuito;
- Análise das etapas de funcionamento;
- Descrição do projeto de retificadores industriais;
- Experimentação através de protótipos de laboratório;
- Comparações do desempenho dos protótipos com outras estruturas.

A análise matemática do circuito proposto mostrou que é possível se ter uma descrição detalhada de todas as etapas de funcionamento do novo retificador, através de um conjunto de equações lineares. Apesar de serem usadas algumas hipóteses simplificadoras iniciais, os resultados de simulações e, posteriormente, os resultados experimentais confirmaram a validade de tais equações.

No tocante ao projeto, foram deduzidas equações complementares que possibilitam o cálculo dos esforços de corrente e de tensão nos componentes do circuito. Desta forma é possível a escolha de componentes comerciais para a montagem de retificadores industriais aplicando o novo circuito. Nesta etapa, chamou a atenção o baixo valor da potência processada por cada um dos interruptores bidirecionais, em comparação com a potência de saída do retificador.

Em seguida foram realizadas montagens práticas de dois protótipos, aplicando-se o roteiro de projeto apresentado. Tais protótipos foram ensaiados e permitiram comprovar a aplicabilidade prática da proposta, verificando-se também que a análise teórica reflete com exatidão o funcionamento real do circuito.

Na seqüência, os resultados experimentais foram analisados de modo crítico em comparações com outras soluções presentes na literatura especializada. Neste ponto foi possível verificar que o novo circuito apresenta-se com nítidas vantagens frente àquelas propostas, principalmente pelo baixo nível de potência processada pelos interruptores bidirecionais.

Na análise do conjunto do trabalho, é possível levantar uma série de conclusões gerais sobre o novo circuito:

- Através da escolha conveniente do valor da indutância a ser usada nos indutores de entrada do circuito, obtém-se Fator de Potência praticamente igual a unidade na potência nominal do retificador. Observe-se que, levando em conta a simplicidade do circuito, tal resultado é notável, visto que as demais alternativas estudadas só obtém um valor tão elevado às custas de técnicas de comutação em alta frequência e com um nível muito mais elevado de perdas.
- Apesar de otimizado para uma determinada potência, o circuito mostra-se com Fator de Potência elevado e com baixa Taxa de Distorção Harmônica da corrente de entrada em uma ampla faixa de potência de saída.
- O comando dos interruptores bidirecionais em baixa frequência é um fator de grande importância, já que simplifica o circuito de comando e faz com que a técnica descrita possa ser implementada com uma grande variedade de tipos de dispositivos semicondutores, sem preocupações quanto às características rapidez de comutação.
- Frente à constatação de que a potência processada pelos interruptores bidirecionais é muito baixa em comparação com a potência total processada pelo retificador, pode-se estender este raciocínio à questão do custo. Ou seja, o acréscimo ao custo do retificador pela inclusão dos interruptores bidirecionais representa uma parcela pequena frente ao custo total do circuito.
- A utilização de baixa frequência de comutação também implica de modo favorável em outros custos associados, tais como os dos componentes do circuito de geração de pulsos de comando, dos CIs e das placas de circuito impresso. Além disso, garante-se a ausência de outros problemas normalmente associados ao uso de alta frequência, tais como a emissão de rádio—interferência ou surgimento de parâmetros parasitas.
- Os indutores usados na entrada do retificador operam na frequência da rede, podendo-se usar para a construção de seus núcleos chapas de aço—silício do mesmo tipo usualmente

empregadas em transformadores industriais. Mesmo sendo necessárias indutâncias de magnitude relativamente alta, a alta densidade de fluxo magnético característica dessas chapas metálicas faz com que os indutores resultem com pequeno volume. O custo de tal material é, também, insignificante frente ao custo das ferrites que são necessárias em indutores de alta frequência.

- Os esforços adicionais nos diodos retificadores principais, devido à inclusão dos interruptores bidirecionais, são muito pequenos. É de se supor que em muitos casos poder-se-á adaptar num retificador trifásico existente a nova topologia, aproveitando-se os diodos retificadores, fato que pode ser extremamente útil para a reciclagem de equipamentos antigos.
- Os ensaios levados a efeito nos protótipos demonstraram que o ângulo de condução dos interruptores bidirecionais tem nítida influência no valor da tensão de saída do retificador. Frente a este fato, realizou-se ensaios específicos que demonstraram a viabilidade de se usar tal parâmetro como variável de controle da tensão de saída do conversor em uma ampla faixa de potência de saída. De mesmo modo, os ensaios demonstraram que a implementação de um controle dessa natureza atua também de modo favorável no tocante ao Fator de Potência e à Taxa de Distorção Harmônica da corrente de entrada do retificador, que se apresentam com valores melhores do que aqueles obtidos com ângulo de condução fixo.

Tendo em vista o exposto, pode-se ultimar este trabalho com a constatação de que o novo retificador, pela simplicidade de implementação do circuito, pelo custo reduzido associado à facilidade de sua montagem prática e pelas importantes características apresentadas constitui-se em uma contribuição inédita e altamente relevante ao assunto.

Em trabalhos futuros poderão ser implantados sistemas automáticos para controle da tensão de saída, valendo-se do efeito do ângulo de condução dos interruptores bidirecionais sobre tal parâmetro.