

DESENVOLVIMENTO DE UM CONVERSOR MODULAR MULTINÍVEL PARA APLICAÇÃO EM TRANSFORMADORES ELETRÔNICOS

Sérgio Vidal Garcia Oliveira¹, Henrique Fernandes de Souza², Yales Rômulo de Novaes³, Daniel Gustavo Castellain⁴, Robson Mayer⁴,

¹ Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica, CCT – sergio_vidal@ieee.org

² Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica, CCT - bolsista PIBIC/CNPq

³ Professor Participante do Departamento de Engenharia Elétrica, CCT

⁴ Acadêmicos do Curso de Doutorado em Engenharia Elétrica, CCT

Palavras-chave: Conversores CA-CA. Transformadores de estado sólido. FPGA.

Objetivo: Este projeto gerou conhecimento científico e tecnológico que permite conceber, analisar, projetar e implementar um conversor modular multinível para aplicação em transformadores eletrônicos. Para tal foram estudadas, topologias de conversores estáticos de potência, bem como técnicas de modulação que possibilitem a conversão CA-CA entre a fonte de alimentação e a carga, agregando maior rendimento e menor volume à aplicação.

Metodologia: Entre os principais tópicos estudados é possível citar:

- Estudo qualitativo das técnicas de modulações aplicadas aos conversores modulares multiníveis para aplicações em transformadores eletrônicos.
- Uso da ferramenta digital do tipo FPGA (*Field Programmable Gate Array*) utilizada para implementação de parte da técnica de modulação e geração dos pulsos de comandos dos transistores da topologia.
- Testes em laboratório dos sinais comando gerados.
- Avaliação dos resultados experimentais obtidos;
- Avaliação do hardware e do software utilizados.

Discussão/Resultados: Inicialmente o projeto foi dividido em duas grandes áreas distintas: potência e comando. Essa segunda, por exigir maior conhecimento em programação e menor experiência na área da eletrônica de potência em si, foi à escolhida para ênfase de pesquisa.

A Fig. 1 apresenta a estrutura conceitual de um conversor modular multinível CA-CA. Cada uma das fontes controladas de tensão apresentadas no conversor é representada por uma associação série de N submódulos idênticos e um indutor onde cada submódulo abrange um conjunto de quatro interruptores, quatro diodos e um capacitor de acordo com o esquema da mesma figura.

A modulação do conversor pode ser feita pela utilização do sistema com a obtenção de $N+1$ ou $2N+1$ níveis de tensão de saída do conversor. No sistema $N+1$, a quantidade de submódulos ativos em cada braço do conversor é constante. Já no sistema $2N+1$ o número de submódulos ativos em um braço é variável. Nesse sistema o número de portadoras é dado por $2N$, o dobro de número de submódulos presentes em um semibraço.

A ferramenta utilizada para aplicação da modulação foi o FPGA. Sua estrutura é composta por circuitos integrados configuráveis através de programação pelo projetista. A

linguagem padrão do mesmo é o VHDL (*Very High Speed Integrated Circuits Hardware Description Language*), própria para controladores baseados em firmware (declaração de hardware). A programação utilizada, entretanto, foi a Verilog. Essa nada mais é do que uma linguagem C, adaptada à descrição de hardware.

A estrutura de modulação foi criada para o protótipo já existente, sendo seu sistema $2N+1$ onde $N=2$. As modulantes são duas ondas senoidais com componentes harmônicas de 60Hz e 1200Hz e as portadoras, 4 ondas triangulares idênticas deslocadas em nível e de frequência 20kHz, onde a amplitude da componente senoidal equivale a 4 vezes a amplitude de cada triangular (excluindo o índice de modulação).

A comparação entre os sinais das modulantes e os sinais das portadoras é responsável pelo acionamento dos interruptores de cada submódulo, possibilitando a criação da tensão V_O com fundamental 1200Hz, concretizando a ideia do conversor CA-CA. Além das lógicas de comparação/acionamento, adota-se a estrutura de tempo morto. Essa é responsável por evitar o curto de braço do conversor e consequentes danos físicos ao projeto (Fig. 2). Outra lógica de controle aplicada, foi a de balanço da tensão dos capacitores com a medição de tensão e sentido de corrente nos mesmos, a fim de se obter uma onda de saída mais precisa.

As formas de onda resultantes do FPGA são satisfatórias à estrutura programada, porém sua aplicação ao conversor contém erros ligados principalmente a indutâncias parasitas não levadas em conta no projeto do protótipo. A correção dos erros pode ser feita com a recriação dos *layouts* das PCBs, adotando trilhas e componentes menos espaçados e com drivers de adequação de sinal e medidores de tensão e corrente incorporados na mesma placa (também para amenizar o efeito das indutâncias).

Fig. 1 - Estrutura conceitual MMC

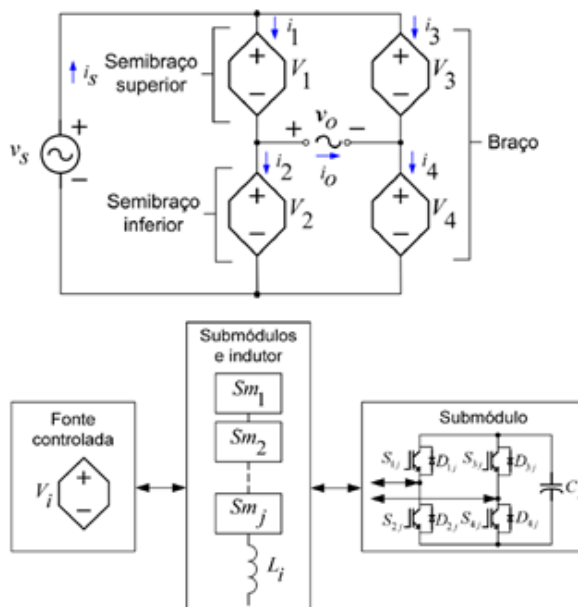


Fig. 2 - Modulação com tempo morto aplicada

