

## **DESENVOLVIMENTO DE UM CONVERSOR MODULAR MULTINÍVEL PARA APLICAÇÃO EM TRANSFORMADORES ELETRÔNICOS - PARTE 4**

Sérgio Vidal Garcia Oliveira<sup>1</sup>, Henrique Fernandes de Souza<sup>2</sup>, Yales Rômulo de Novaes<sup>3</sup>, Daniel Gustavo Castellain<sup>4</sup>, Robson Mayer<sup>4</sup>, Murilo Brunel da Rosa<sup>5</sup>, Lucas Becker<sup>5</sup>, Mariana Maiyumi Hirakawa Baldassi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica, CCT – sergio\_vidal@ieee.org

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

<sup>3</sup> Professor Participante do Departamento de Engenharia Elétrica, CCT

<sup>4</sup> Acadêmicos do Curso de Doutorado em Engenharia Elétrica, CCT

<sup>5</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Elétrica, CCT

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

**Objetivo:** Este projeto buscará gerar conhecimento científico e tecnológico que permita conceber, analisar, projetar e implementar um conversor modular multinível para aplicação em transformadores eletrônicos. Para tal serão 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:** Para tal serão 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. Neste resumo são apresentados os resultados parciais dos estudos referentes aos fundamentos dos conversores modulares multiníveis (*Modular Multi-level Converters - MMC*) com vistas ao entendimento conceitual do emprego destes na etapa de conversão CA-CA das estruturas aplicadas em transformadores eletrônicos.

Os conceitos gerais das estruturas de transformadores eletrônicos são, parcialmente, apresentados na Parte 1 deste estudo. Os detalhes desta topologia, da técnica de modulação e dos conceitos envolvidos são, parcialmente, apresentados na Parte 2. Na parte 3, são apresentados os fundamentos do 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.

**Discussão/Resultados:** Num primeiro momento, houve a necessidade de familiarização com alguns softwares de estudo e desenvolvimento do projeto. A aplicação dessa ideia foi feita de modo a possibilitar também um melhor conhecimento da pesquisa como um todo. As etapas de funcionamento do MMC são de forma MTCA (média tensão CA), onde ocorre um aumento da frequência, a fim de minimizar o trafo, seguido então pela diminuição da tensão (transformador), a etapa BTCC (baixa tensão CC), onde ocorre a transformação da onda CA em CC e por fim a etapa BTCA, com a recriação da onda de saída CA (Fig. 1).

A etapa dita como BTCC foi a primeira estudada e corresponde ao equipamento dito retificador. O retificador monofásico de onda completa com filtro capacitivo, mais

especificamente, foi estudado de forma a entender seu funcionamento estrutural, composto basicamente por uma relação de 4 diodos, se utilizando de ferramentas específicas como PSPICE e PSIM para simulação e MathCad e MatLab para equacionamento de componentes, baseando-se em parâmetros específicos de entrada e saída.

Após concluída a primeira fase, a designação de um bolsista para a parte de controle digital do projeto gerou a segunda etapa de pesquisa. Essa etapa, esta ligada com a parte BTCA citada, pois representa o chaveamento de componentes de modo a recriar as ondas CA's defasadas de saída. O equipamento estudado para tal tarefa é o FPGA. Com milhares de unidades lógicas (registradores, memórias, portas lógicas, entre outros) e através de uma linguagem de programação e um compilador (que transcreve o código para um arquivo binário) o FPGA é capaz de configurar e criar interconexões entre essas unidades lógicas a fim de realizar funções previamente propostas.

O material de pesquisa disponível sobre o FPGA para aplicações em SST's é escasso, o que gera dificuldades ao se iniciar o trabalho com o equipamento. Como os projetos de pesquisa tem como uma das metas a transmissão do conhecimento para futuros egressos, propôs-se a criação de um esquemático tutorial com diversos programas genéricos a fim de facilitar a entrada de novos bolsistas quando os mesmos passarem por essa etapa.

Dentre esses programas, os de maior importância estão relacionados a tarefas que indiretamente, serão futuramente utilizadas no acionamento prático do conversor. Um exemplo é a onda dente de serra ou triangular, geradas de modo a serem comparadas com outra referência, para obtenção de sinais do tipo PWM ou SPWM. A criação dessas ondas é feita utilizando um somador/subtrator que de acordo com o clock do equipamento, formam a onda desejada na frequência proposta quando a mesma é direcionada a saída digital. Essa saída digital após passagem por um conversor do tipo R2R discreto, é então analisada para obtenção do resultado final.

A onda senoidal foi outra proposta feita, já que se utiliza novamente de softwares matemáticos na sua criação, agregando um conhecimento maior ao usuário. Após definida a frequência da onda e a definição da mesma, uma configuração do MatLab gera diversos pontos que variam na sua amplitude total. Esses pontos são declarados nas posições de um vetor, que é direcionado a saída por meio também, de um contador unitário. Quando o contador atinge a ultima posição do vetor o mesmo é zerado, realizando novamente a sequência proposta de forma contínua.

**Fig. 1** Estrutura tipo D de SST's

