

## **DESENVOLVIMENTO DE UM CONVERSOR MODULAR MULTINÍVEL PARA APLICAÇÃO EM TRANSFORMADORES ELETRÔNICOS - PARTE 3**

Sérgio Vidal Garcia Oliveira<sup>1</sup>, Lucas Becker<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>, Henrique Fernandes de Souza<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 PIVIC/UDESC

<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 4, são apresentados os resultados parciais da implementação da geração dos sinais fundamentais à implementação em FPGA (*Field Programmable Gate Array*) da técnica de modulação em estudo e geração dos pulsos de comandos dos transistores da topologia.

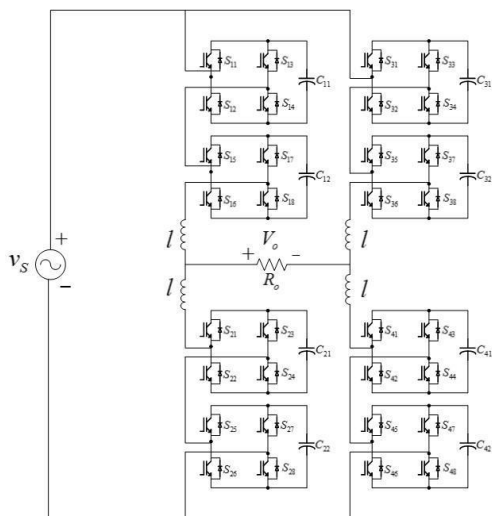
**Discussão/Resultados:** Tratando-se de transformadores eletrônicos é inevitável discutir sobre conversores e suas etapas de operações, dentre eles CA-CA (o qual constitui o MMC), CC-CC, CC-CA, CA-CC. Através do estudo e projeto de um retificador trifásico de onda completa (RTOC) com filtro capacitivo - conversor de corrente alternada (CA) para corrente contínua (CC), foi possível introduzir os integrantes com o tema do projeto, além de familiariza-los com os diversos softwares e ferramentas para a engenharia (MatLab, Mathcad, Altium). O RTOC, ou também conhecido como ponte de Graetz, apresenta uma estrutura com seis diodos em ponte para realizar a retificação. Porém ao analisar o sinal de saída percebe-se uma ondulação

suficientemente grande que ainda não deixa compara-lo com corrente contínua, para isso é adicionado um capacitor a fim de diminuir essas ondulações.

Finalizada a primeira etapa de introdução com o projeto, foram estudadas tecnologias e topologias de MMC, escolheu-se, então, implementar um conversor com a modulação por largura de pulso senoidal (SPWM) utilizando 8 pontes-H (Fig. 1). Para comandar estes 32 interruptores, chegou-se na necessidade de utilizar um dispositivo de lógica programável, mais especificamente um Arranjo de Portas Programáveis em Campo (FPGA) devido a sua alta velocidade de clock e por fornecer o número de portas lógicas necessárias para controlar os semicondutores. O FPGA, é um dispositivo lógico programável que contém milhares de unidades lógicas (registradores, memórias, portas lógicas, flip-flops, entre outros) que através de uma linguagem de programação e um compilador (que transcreve o código para um arquivo binário) é possível configurar e criar interconexões destas unidades lógicas a fim de realizar determinadas funções. Este dispositivo pode ser reprogramado após ser fabricado e isso o difere de circuitos integrados feitos específicos para uma aplicação.

Devido ao diferente funcionamento entre o FPGA e os microcontroladores – suas operações são realizadas paralelamente a cada ciclo de clock -, foi proposto que se fizesse primeiramente um estudo do funcionamento e da linguagem de programação, através da resolução de problemas com dificuldades variadas e ligados ao tema da pesquisa, como ligar e desligar um LED até a criação de uma onda senoidal (Fig. 2). Para realizar esta etapa do projeto, foi necessário estudar e implementar também um conversor Digital – Analógico (DAC) para que trabalhasse juntamente com o FPGA possibilitando visualizar formas de ondas geradas pelo dispositivo, além de elaborar um software no MatLab que ajudasse a compreender o princípio de funcionamento da modulação de sinais além de auxiliar na produção da forma de onda senoidal pelo FPGA. Por fim, este estudo ao ser registrado, possibilitou o desenvolvimento de uma apostila instrutiva de operação do dispositivo. Fato que permite aproximar as atividades de pesquisa com as atividades de ensino na graduação.

**Fig. 1** Estrutura escolhida para o MMC



**Fig. 2** Forma de onda senoidal produzida

