

## **MODELAGEM E CONTROLE DAS CORRENTES DE CONVERSOR TRIFÁSICO 3-NÍVEIS PARA OPERAÇÃO COM AS FASES EM PARALELO**

Joselito Anastácio Heerd<sup>1</sup>, Alisson Mengatto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – joselito.heerd@udesc.br

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica - bolsista PIVIC/UDESC

Palavras-chave: Carga Eletrônica, Controle Moderno, NPC Tipo-T

Conversores trifásicos com ponto de neutro ou ponto central do barramento acessível (conversores à quatro fios) podem operar com as fases de forma independente, ou seja, na forma monofásica. Neste caso a potência nominal de cada fase é equivalente a um terço de sua potência total. Caso seja desejado conectar este conversor a uma rede monofásica, sua capacidade de processamento de energia pode ser triplicada, sem a necessidade de outro conversor, conectando suas fases em paralelo. A configuração do sistema proposto é ilustrada na Fig. 1.

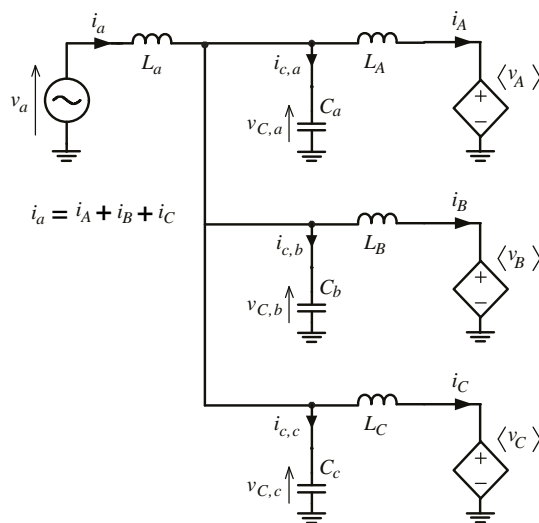
Esta forma de operação no ponto de vista de controle traz alguns desafios. Ao se conectar as fases do conversor em paralelo, e por sua vez na fonte de corrente alternada (CA) deve-se garantir que não ocorra nenhuma interação significativa entre as fases que tornem o sistema instável. Outro problema é a ressonância do filtro de saída (LCL) que deve ser atenuada pelo controlador.

Apesar do conversor utilizado possuir um filtro de amortecimento passivo (RC) para garantir uma mínima atenuação da ressonância do filtro LCL, é proposto um sistema de controle através de realimentação de estados, a qual visa a alteração dos polos da planta através de ganhos proporcionais, com o intuito de fornecer um amortecimento ativo ao sistema. Para um eficiente rastreamento da referência de corrente de saída do conversor é adicionado um controlador clássico considerando que o sistema da realimentação já esteja estabilizado, deste modo, com dinâmica mais lenta.

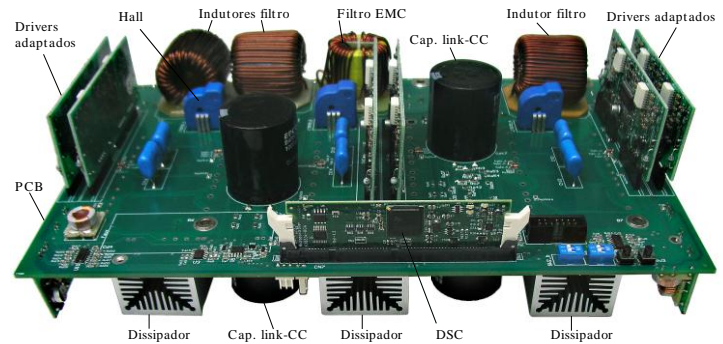
Além disso, não há formas de medição da corrente de saída, visto que um sensor neste lugar acarretaria em interferências eletromagnéticas externas, e fontes de ruído, além de custo adicional. Para contornar este problema, foi implementado um observador de estados, para que seja possível estimar a corrente de saída do conversor através da soma das três correntes do lado do conversor, e a tensão no filtro capacitivo de saída e controla-la. Os polos do observador são alocados em frequência mais alta que os da realimentação para evitar interação, visto que o observador é independente se a condição anterior for verdadeira, e não traz diferenças no projeto de controle. A fonte de corrente alternada do ponto de acoplamento é considerada uma perturbação para o controlador, e é também observada para que a corrente de saída seja estimada com precisão.

Para que não haja interação significativa entre as fases do conversor, a modelagem do sistema de controle foi feita impondo as três razões cíclicas de cada uma das fases, ou conjunto monofásico, iguais. São escolhidos como variáveis de estado a soma das correntes das fases e a tensão de saída do filtro capacitivo. Deste modo garante-se que as fases do conversor sejam equilibradas e iguais caso as indutâncias sejam de mesmo valor, além de não ser preciso realizar o projeto de três controladores.

Depois que os modelos dos sistemas de controle foram avaliados através de softwares matemáticos e de eletrônica de potência, com o objetivo de validar o sistema proposto a implementação e os resultados experimentais foram obtidos através de um conversor já concebido de topologia Ponto Neutro Grampeado do Tipo-T (T-NPC) de 3 níveis, Fig. 2, e o sistema de controle implementado através de linguagem C pelo DSC TMS320F28335. O controlador foi testado, seguindo uma referência senoidal de corrente em fase com a tensão da rede e os resultados obtidos confirmam a capacidade do sistema proposto, com as correntes do conversor equilibradas e absorvendo a potência do conversor através da conexão de suas fases.



**Fig. 1** Conexão paralela das fases do conversor T-NPC



**Fig. 2** Protótipo utilizado para obter os resultados experimentais (lado superior), cujas partes principais são: placa-filha com o microcontrolador de ponto-flutuante (DSC) e circuitos auxiliares, capacitores do link-CC, sensores Hall para medição das correntes, drivers comerciais isolados adaptados para o comando dos interruptores de potência, indutores do filtro de entrada e indutor do filtro de modo comum.