ESTUDO DO CONVERSOR MULTINÍVEL MODULAR A CAPACITOR CHAVEADO E DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE GRÁFICA PARA OPERAÇÃO DO CONVERSOR UTILIZANDO DSP[1]

Henrique Thomaselli Teichert[2], Yales Rômulo de Novaes[3], Marcus Vieira Soares[4]

[1] Vinculado ao projeto "Estudo de estruturas de conversores abaixadores de tensão para conexão em redes de distribuição em corrente contínua"
[2] Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – CCT – Bolsista PROBIC
[3] Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – yales.novaes@udesc.br
[4] Doutorando em Engenharia Elétrica – CCT

Na área de eletrônica de potência, conversores estáticos são dispositivos eletrônicos cujo objetivo é o processamento e conversão de energia elétrica. Os conversores a capacitor chaveado são uma tecnologia que começou a ser estudada com maior interesse pela década de 70. Em um primeiro momento, não se via muito futuro nesta topologia em aplicações de alta potência devido a dificuldades no controle da tensão de saída do conversor. Hoje existem conversores e produtos que fazem uso desta tecnologia, tendo aplicações tanto em baixa tensão, com o conversor em formato de um circuito integrado, como aplicações em alta tensão, integrando sistemas fotovoltaicos em redes de distribuição de energia elétrica e adequando os níveis de tensão, fruto de muita pesquisa e desenvolvimento. Em geral, são utilizados em conversões CC-CC, entretanto, também há pesquisas investigando sua aplicação em outros tipos de conversão.

Os conversores a capacitor chaveado tem como princípio de funcionamento a carga e descarga de capacitores através de interruptores eletrônicos (transistores). Primeiro, o capacitor é chaveado de modo que fique conectado à fonte de alimentação, carregando o capacitor. Depois, a chave que conecta o capacitor à fonte é aberta e a chave que conecta à carga é fechada, fazendo a descarga da energia armazenada no capacitor fluir para à carga. Devido ao processamento da energia ser feito através dos capacitores, não há necessidade de elementos indutivos, o que resulta em uma diminuição significativa no volume e peso.

Um conversor do tipo multinível modular tem como principal característica o fornecimento da tensão de saída em mais de um nível ao mesmo tempo, o que o torna bastante atrativo em aplicações que exigem alta tensão e alta potência, como em redes de distribuição de corrente contínua. O fato dele também ser modular, ajuda na diminuição dos esforços de tensão e corrente que os componentes do conversor estão sujeitos. Desse modo, os componentes podem ser menos robustos, barateando o custo do conversor.

Neste trabalho, foi realizado o estudo de um protótipo de um Conversor Multinível Modular CC-CC a capacitor chaveado híbrido, que se encontra no nPEE. O termo híbrido se deve à inclusão de um indutor na saída do conversor. A figura 1 mostra o esquemático da topologia e a figura 2 o protótipo em questão. O estudo foi realizado através de revisão bibliográfica e simulações por *software*.

Algumas características interessantes deste conversor são: a tensão na entrada do filtro LC é o dobro da frequência de chaveamento (diminuindo o tamanho do indutor e do capacitor), as tensões de cada braço do conversor são automaticamente reguladas, ganho estático de tensão com característica de conversor Buck e impedância de saída independente da razão cíclica.

Devido a variações naturais nos valores de capacitância de cada submódulo e aos tempos de chaveamento de cada transistor, é necessário um controle para balanceamento das tensões de cada capacitor. Neste conversor, é aplicado a modulação Quase Dois Níveis, que faz com que haja um passo a mais de tensão na transição entre os estados topológicos do conversor. Além da regulação dos valores de tensão nos capacitores, esse método diminui a dv/dt no indutor de saída, aumentando a vida útil de sua isolação.

Para que o conversor funcione, é necessário que haja um sistema de controle em malha fechada. Neste caso, ele é feito com um dispositivo chamado Processador de Sinais Digitais (DSP, do inglês). Este dispositivo recebe informações de vários sensores e se comunica com dois FPGAs, um utilizado para medir as tensões dos capacitores dos submódulos e o outro para enviar sinais de comando aos transistores. Para isso, o DSP é programado em linguagem C, contendo toda a lógica de controle do conversor.

No código do conversor, há vários parâmetros que são escolhidos pelo projetista dada uma especificação para o conversor, como corrente de saída máxima, tensão de saída máxima, entre outros. Por isso, foi proposto a criação de uma interface gráfica para fazer alterações no funcionamento do conversor sem que seja necessário alterar o código no DSP, facilitando qualquer pessoa que tenha interesse em estudar este conversor. O resultado pode ser visto na figura 3.

A interface gráfica foi feita com o auxílio do aplicativo GUI Composer, fornecido pela empresa *Texas Instruments*, mesmo fabricante do DSP utilizado neste protótipo. Por enquanto não foi possível testar a interface criada com o conversor funcionando, devido a questões de tempo e da pandemia do COVID-19, porém o arquivo do projeto ficará disponível para quem vier estudar o conversor ou tiver interesse em aprimorar a interface.

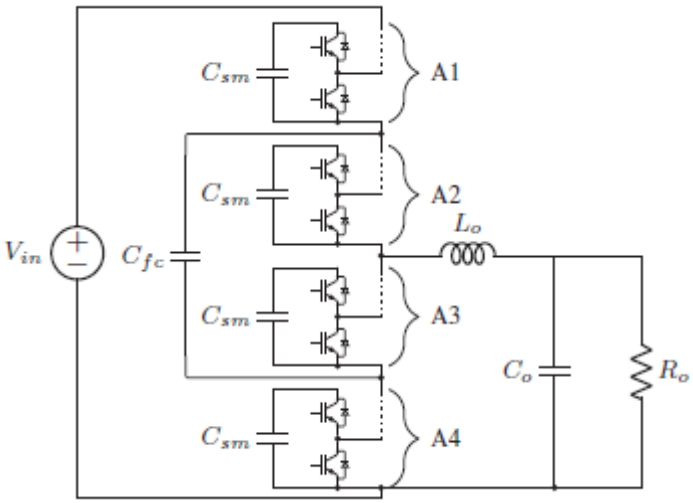

Figura 1. Topologia do conversor estudado.

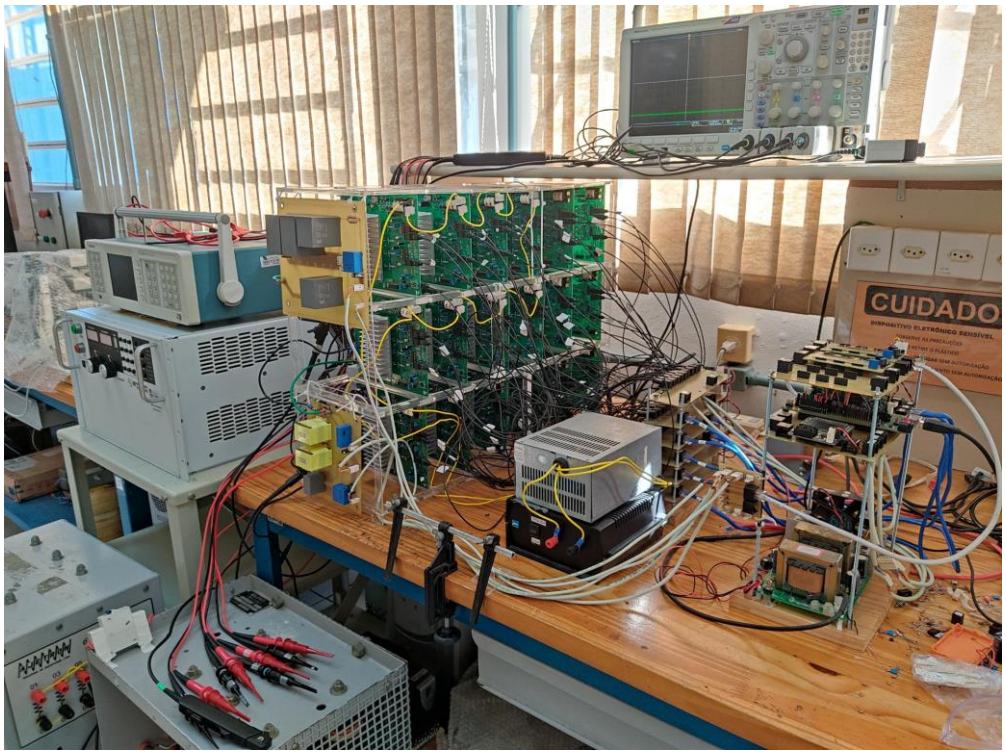

Figura 2. Protótipo do conversor estudado.

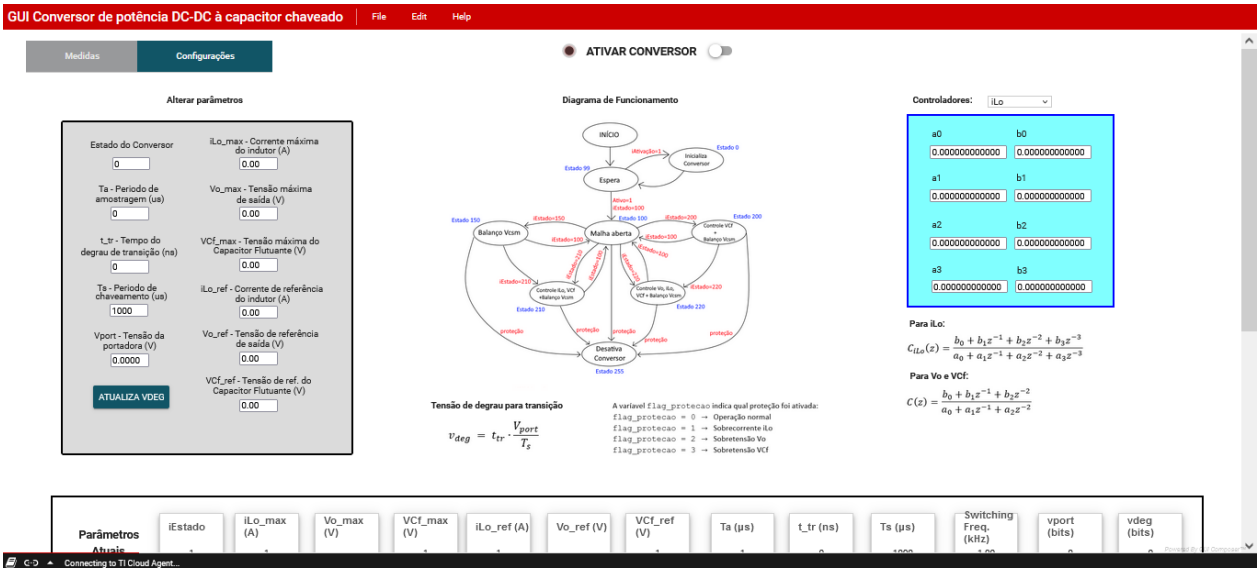

Figura 3. Interface gráfica desenvolvida para o DSP.

Palavras-chave: Conversor. Capacitor Chaveado. Híbrido. Conversor Multinível Modular. CC-CC.