ESTUDO DE ESFORÇOS E PERDAS NUM CONVERSOR CC-CC BIDIRECIONAL DE ALTO GANHO PARA APLICAÇÃO EM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Barnabé Wagner Soares Antume[1]
Dr. Hermínio Miguel De Oliveira Filho[2]

RESUMO

O presente trabalho tem como o escopo a realização do estudo e cálculo das perdas dos esforços nas chaves de um conversor CC–CC bidirecional de alto ganho com a aplicação em armazenamento de energia. Para isto, seguiu-se uma metodologia em que as atividades foram executadas em diferentes etapas: no primeiro momento das atividades do presente trabalho, realizou-se um estudo bibliográfico sobre o uso dos conversores CC–CC bidirecionais de alto ganho com foco em armazenamento de energia. Em seguida, em um segundo momento, realizou-se uma análise e simulação do circuito, isto é, da topologia do conversor proposto para a obtenção dos parâmetros que serviram como base para a comparação dos valores calculados e simulados, onde apresentou-se alguns resultados das formas de ondas correspondentes da simulação realizada. E, por fim, foram apresentadas as equações e realizados os cálculos dos esforços de corrente e tensão em alguns dos semicondutores da topologia estudada.

Palavras-chave: Eletrônica de Potência; Conversores CC-CC bidirecional; Armazenamento de Energia.

UNILAB, AURORAS, Discente, barnawagner10@gmail.com[1]
UNILAB, AURORAS, Docente, herminio@unilab.edu.br[2]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

De acordo com EPE (2022), a matriz energética mundial está diversificada da seguinte forma: Carvão mineral (27,0%), Petróleo e derivados (31,1%), Nuclear (5,0%), Biomassa (9,3%), Hidráulica (2,6%) e outros como a Solar, Eólica e Geotérmica (2,0%).

Devido à preocupação em se minimizar a emissão de CO2 na atmosfera proveniente de sistemas energéticos (Henn, 2008), o mundo virou a sua atenção completamente para a busca por produção de energia elétrica descarbonizada. Nesse âmbito, as técnicas usadas para o armazenamento desta energia têm ganhado cada vez mais espaço. Além disso, aplicações em que se utilizam fontes renováveis em pequena escala necessitam, normalmente, de elementos armazenadores de energia (Peng, et al., 2004 apud Magalhães, et al., 2022, p.1).

A natureza flutuante da maioria dos recursos de energia renovável torna-os inadequados para operação autônoma com única fonte de energia. Logo, para Karshenas et al., (2011), uma solução comum de superar esse problema é usar um dispositivo de armazenamento de energia para compensar flutuações e manter um fluxo contínuo de energia para a carga. Portanto, conversores CC-CC bidirecionais estão recebendo atenção devido à necessidade crescente de sistemas com a capacidade de transferência de energia bidirecional entre dois barramentos.

Com isso, o escopo do presente trabalho é realizar o cálculo dos esforços nas chaves para o desenvolvimento do protótipo de um conversor CC-CC bidirecional para armazenamento de energia. Para esse estudo, adotou-se a topologia desenvolvida por Magalhães, et al., (2022), ilustrado na figura 1.

Fig.1: Topologia do Conversor bidirecional de alto ganho

Fonte: Adaptado de (Magalhães, 2022)

METODOLOGIA

Com o equacionamento de esforços nas chaves seguindo as definições propostas por Henn (2008) e calculado por Magalhães (2022), será possível, através de Oliveira Filho (2010), realizar o cálculo de perdas por condução e comutação nos semicondutores do conversor analisado neste trabalho. Para o procedimento supracitado, serão adotados os transistores IRFP 4321 e IXFH 52N30Q. Suas especificações são apresentadas na tabela 1. Salienta-se que os parâmetros do conversor estudado foram os mesmos utilizados por Magalhães (2022).

Tabela 1: Especificação dos transistores escolhidos

Também, será realizada simulações do conversor para fins de comparações com os resultados de esforços calculados e obtidos por Magalhães (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o que foi apresentado previamente na metodologia, a tabela 2 representa a comparação entre os valores calculados e simulados, através do PSIM 9.11.

Tabela 2: Resultado dos valores calculados e simulado com ($\varphi = 30°$)

Na figura 2 são apresentadas algumas formas de onda simuladas. Observa-se que as mesmas estão em regime permanente, com as tensões nos capacitores aproximadamente equilibradas e, consequentemente, o

ISSN: 2447-6161

barramento de saída estabilizado em uma tensão média de 180V. Também, verifica-se o comportamento de comutação de alguns dos transistores do conversor.

Fig. 2: Formas de onda para os resultados simulados.

Os valores calculados da tabela 2 e os dados da tabela 1 foram utilizados nas equações abaixo para a realização dos cálculos das perdas nos semicondutores.

A tensão máxima no interruptor 1 e 2 são iguais e foram obtidas a partir da expressão abaixo:

A perda de condução no interruptor 1 e 2 são iguais. Ela é obtida a partir da expressão abaixo:

A perda de comutação no interruptor 1 e 2 são iguais. A corrente eficaz e a tensão máxima são iguais.

Logo, a perda total no interruptor 1 e 2 que são iguais é dada pela expressão abaixo:

A perda de condução no interruptor 3 e 4 são iguais, assim como a de comutação são iguais para os dois interruptores e, bem como, a perda total. Elas são obtidas do mesmo jeito que se obteve da chave 1 e 2, utilizando os valores dos esforços nos interruptores 3 e 4 descritas na tabela 2.

Para o cálculo da perda no interruptor 5 e 6 foi utilizado o transistor IXFH 52N30Q porque devido a ressonância entre a capacitância das chaves e indutância de dispersão do indutor, pode ser que o valor em regime permanente aumente. Se esse representar uns 10 V a mais, é possível que haja problemas nos transitórios, portanto, utilizou-se um transistor com maior nível de tensão.

A equação da tensão máxima nos capacitores é obtida a partir da expressão abaixo:

A tensão máxima total do interruptor 5 e 6 da ponte superior é a soma das tensões máximas sobre os capacitores C1 e C2, que é obtida a partir da expressão abaixo:

A perda de condução no interruptor 5 e 6 são iguais. Ela é obtida a partir da expressão abaixo:

A perda de comutação no interruptor 5 e 6 são iguais, uma vez que a corrente eficaz e a tensão máxima são iguais.

Logo, a perda total no interruptor é dada pela expressão abaixo:

CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso de baterias com conversores é uma técnica usada em sistemas de micro redes, tanto para mitigação das possíveis oscilações dos níveis de tensão, quanto para o uso em casos isolados e é importante para o sistema de geração de energia e o seu uso racional.

Portanto, de acordo com a simulação e os cálculos realizados, verificou-se que a hipótese com relação a proposta do presente trabalho é satisfatória, isto devido ao percentual de erro muito baixo ao se comparar os valores simulados e calculados. Portanto, devido aos resultados satisfatórios, no final de tudo, pretende-se realizar a montagem do protótipo desse conversor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNILAB pelo suporte financeiro.

ISSN: 2447-6161

REFERÊNCIAS

EPE (2022). “Matriz Energética Mundial”. Disponível em: . Acessado: 12 de novembro de 2022.

H. R. Karshenas, P. K. Jain, A. Safaee, A. Bakhshai. “Bidirectional DC-DC converter for Energy storage systems”. Department of Electric and Computer Engeenerig. Queen’s University, Kingston, 2011.

M. O. Magalhães, G. A. L. Henn, H. M. Oliveira Filho. “Conversor CC-CC de alto ganho e comutação suave baseado na topologia dual Active Bridge”. Congresso Brasileiro de Automática, Fortaleza, 2022.

G. A. L. Henn. “Conversor boost bidirecional de alto ganho aplicado a um sistema fotovoltaico” p. 1, 25 – 36, fevereiro 2008.

H. M. de Oliveira Filho. “Conversor estático de três estágios para carregamento de baterias a partir de sistemas eólicos”. UFC, Fortaleza – CE, 2010. Apêndice C. p.125.

INTERNATIONAL RECTIFIER MOSFET IRFP 4321. Datasheet. Disponível em: . Acessado: 20 de fevereiro de 2022.

IXIS POWER MOSFET IXFH 52N30Q). Disponível em: . Acessado: 30 de outubro 2022.

ISSN: 2447-6161