

## CONVERSORES CC-CC BIDIRECIONAIS EM CORRENTE APLICADOS AO SISTEMA ELÉTRICO DE TRAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS

Maicon Douglas Possamai<sup>1</sup>, Robson Mayer<sup>2</sup>, Menaouar Berrehil El Kattel<sup>2</sup>, Murilo Brunel da Rosa<sup>2</sup>, Sérgio Vidal Garcia Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Eng. Elétrica – CCT - bolsista PIBIC/CNPq.

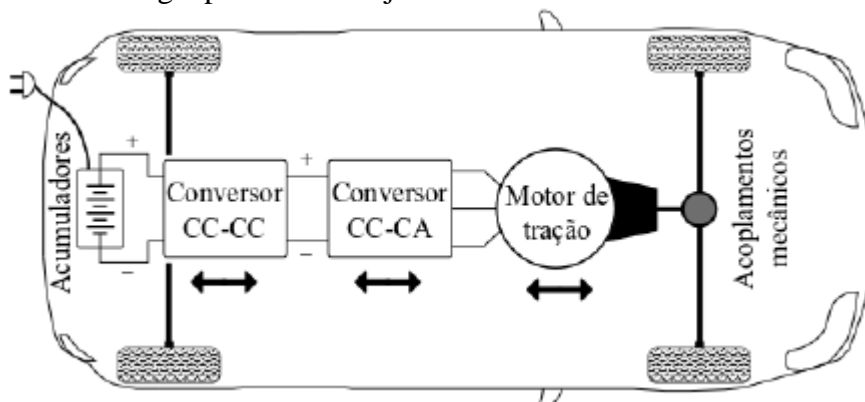
<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Pós-Graduação - PPGEEL

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Eng. Elétrica - CCT – [svgo@svgo.net](mailto:svgo@svgo.net)

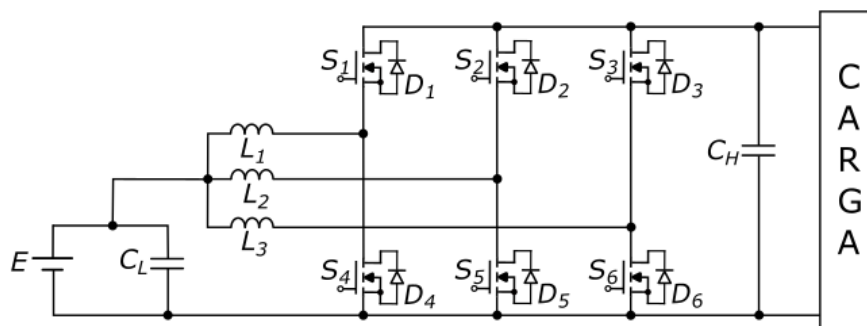
Palavras-chave: Conversor CC-CC, Bidirecional, Veículo Elétrico.

Vem se falando sobre redução da emissões de poluentes que estariam provocando um desequilíbrio nos ciclos naturais do planeta com a elevação média da temperatura dos oceanos, onde um dos principais poluentes é a queima de combustível fóssil utilizada em motores a combustão interna.

Este motivo e o desenvolvimento de novas tecnologias, são os fatores que impulsionam os estudos referentes a veículos elétricos e híbridos. Utilizando um raciocínio histórico é possível compreender os motivos da utilização de motores elétricos ou a combustão em veículos. Em meados do século XVIII foi utilizado o motor a vapor em veículos para transporte de pessoas, porém no início do século XIX os motores elétricos já estavam sendo utilizados em veículos, mas com a ascensão do petróleo mundialmente que ocorreu na metade do século XIX, a atenção começou a ser voltada mais para os motores à combustão, pois o petróleo tem uma densidade energética superior aos sistemas de armazenamento de energia elétrica e como as descobertas por combustíveis fósseis foi aumentando, o motor a combustão ganhou força no mercado. Apesar do sistema a combustão ser o mais econômico financeiramente e o combustível ter maior densidade energética, o motor a combustão interna apresenta um valor elevado de perdas comparado a um sistema elétrico de tração. Muitos pesquisadores estão estudando estas áreas para reduzir as perdas no processo de conversão de energia para os motores elétricos e também no desenvolvimento de acumuladores de energia elétrica com maior densidade energética, para que a relação quantidade de energia por volume seja cada vez menor.



**Fig. 1** Esquema elétrico de um Veículo Elétrico.



**Fig. 2** Topologia do conversor CC-CC bidirecional intercalado.

A Fig. 1 apresenta o esquema elétrico de um veículo elétrico onde o estudo está direcionado para o conversor CC-CC não isolado de três braços, reversível em corrente mostrado na Fig. 2 onde a estrutura composta pelos 3 braços foi escolhida para diminuir os esforços nos componentes. Este conversor atua como um conversor abaixador ou como um conversor elevador de tensão.

O conversor atuando como abaixador de tensão, neste caso, estará carregando os acumuladores de energia através da frenagem regenerativa, para isso temos os interruptores  $S_4$ ,  $S_5$  e  $S_6$  e diodos  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$  conduzindo, respectivamente, também teremos um capacitor  $C_L$  na saída do conversor para reduzir a ondulação de tensão e indutores para reduzir a ondulação de corrente.

Já o conversor atuando como elevador de tensão, onde ele entregará energia dos acumuladores para o barramento CC que alimenta o motor elétrico do veículo, e para isso acontecer temos os interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  e diodos  $D_4$ ,  $D_5$  e  $D_6$  conduzindo, respectivamente.

Também é utilizado um capacitor  $C_H$  na saída do conversor para reduzir a ondulação de tensão e os indutores são colocados em série com a fonte de tensão ( $E$ ) para reduzir a ondulação de corrente.

Este conversor apresenta perdas em condução reduzidas quando comparadas ao conversor de um único braço, devido à corrente de carga estar dividida entre os três braços do conversor, e devido as impedâncias dos indutores e interruptores estarem em paralelo.

Com este estudo e a estrutura proposta, foi efetuado o projeto do conversor para o dimensionamento dos componentes, alguns fatores que influenciam na escolha dos capacitores e indutores são, a ondulação de tensão e a ondulação de corrente drenada e entregue para os acumuladores.

Feito o dimensionamento dos componentes, temos os valores necessários para a simulação das etapas de operação do conversor, onde são analisados a tensão e corrente em cada parte do conversor para confirmar os valores obtidos matematicamente.

Outras atividades também foram executadas no período da bolsa, tais como, montagem de placas de circuito impresso, projeto para acoplamento de drivers e estudo referente a perdas em conversores CC-CC.