

ESTUDO E PROJETO DE CONVERSOR ESTÁTICO PARA UMA ESTAÇÃO DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS¹

**Alexandre Jenrich Ramos², Alessandro Luiz Batschauer³, Afonso Henrique Henschel Baptista⁴,
Maurício Corrêa da Silva⁵.**

¹ Vinculado ao projeto “Projeto de conversor CC-CC para estação de recarga emergencial”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UDESC – Bolsista PROBIC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – UDESC – alessandro.batschauer@udesc.br.

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UDESC

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UDESC

O crescimento dos carros movidos a bateria e híbridos atualmente é grande se comparado com anos anteriores devido às políticas públicas de incentivo adotadas por governos que buscam estar de acordo com o cenário Net Zero, cujo objetivo é reduzir a zero as emissões líquidas até 2050. Apesar da preocupação ambiental e medidas a favor do aumento da frota de elétricos no mundo, no Brasil o crescimento de VEs, ainda que pouco, esbarra na falta de infraestrutura da rede de recarga. Segundo dados da ABVE, a venda de BEVs e PHEVs aumentou em 41% em 2022, com um Market Share de 2,5%, existindo em território nacional um total de 126.504 de VEs. Já para estações de recarga, no Brasil se encontrava aproximadamente um total de 3 mil estações de recarga públicas e semipúblicas, tendo apenas 0,24 estações de recarga para cada 10 veículos, segundo a própria ABVE, deve haver 3 estações para cada 10 veículos, cenário difícil já que em 2025 se estima um total de 10.000 de eletro postos. Comparando o cenário de veículos a combustão, existiam mais 40000 postos de combustível em 2017 segundo a FGV Energia, dando uma relação aproximada de 13,3 postos de gasolinas para uma estação. É nesse ambiente que emerge a relevância de conversores estáticos CC-CC em estações de recarga destinadas à veículos elétricos. Conversores que irão entregar a forma de onda e potência correta para o carregador do veículo a partir da bateria responsável pela alimentação da estação, de forma eficiente, segura, confiável e controlada. Conversores estáticos são essenciais para o controle de potência fornecida à carga, por exemplo, em um veículo elétrico é necessário que a tensão fornecida à bateria dele seja a adequada para seu estado de carga ideal, para que a bateria não seja afetada ao longo dos vários ciclos de carga que irá ser submetida. Logo, se tem como objetivo o projeto de um conversor de potência, que irá converter a energia do banco de bateria para a carga do veículo, mas se faz necessário estipular parâmetros essenciais antes, como potência do conversor, tensão de entrada vinda do banco de baterias e tensão na saída para carga do veículo.

Começando pela potência do conversor, um estudo de carga é feito. Todos os dados usados para cálculo nesse texto foram retirados do ev-database.org, que provém eficiência, autonomia, capacidade de bateria, peso e outras informações de um total de 308 veículos elétricos. Desses dados, uma eficiência média de 199 Wh/km foi calculada com desvio padrão de 33 Wh/km. O tanto de energia que uma bateria deve armazenar para uma determinada distância percorrida pelo veículo é dada pela equação 1. E o tempo de carga do veículo na estação é mostrado na equação 2, desconsiderando efeitos de temperatura, estado de carga da bateria, fator de potência, energia perdida e que a carga seja feita com a potência nominal do conversor. Os cálculos foram feitos considerando uma autonomia de 50 km, 100 km, 150 km e 200 km. A figura 2 mostra o gráfico

de tempo de carga em função da distância a ser percorrida pelo veículo elétrico para potências do carregador de 10,5 kW, 21 kW e 50 kW.

$$E = \text{eficiência} \times \text{distância [kWh]} \quad (1)$$

$$\text{tempo} = E / \text{Potência} \quad (2)$$

Com a potência nominal do carregador, é necessário decidir a tensão de saída do carregador a ser fornecida ao carro, grande parte dos veículos elétricos tem uma bateria de 400 V, logo se decidiu que a tensão de saída do conversor deve estar entre 240V/400V com 10,5 kW @ 1C e 21 kW @ 2C. O banco de baterias escolhido tem tensão nominal de 140 V, logo a configuração do conversor deve ser do tipo elevadora. Uma das escolhas de topologias possíveis foi o Boost com filtro LC na saída, onde a equação característica de ganho é dada pela equação 3 [1], os cálculos do filtro LC e do indutor de saída são calculados conforme as equações dispostas em [2], já a carga e capacitor de saída são calculadas conforme [1]. O conversor Boost LC com todas as componentes calculadas pode ser encontrado na figura 1, para razão cíclica de $D = 0,37$, se tem os 240 V contínuos na saída, para $D = 0,6$ é possível ver os 400 V contínuos, ambos os resultados para carga de 10,5 kW @ 1C. Apesar do conversor projetado atender os parâmetros de tensão e potência de saída, é importante salientar o estudo de outras possíveis topologias elevadoras, como o Zeta Boost e Boost Interleaved, com destaque para a segunda que apesar de apresentar duas chaves de potências nos dois módulos, a corrente para cada módulo é menor, logo gerando menos estresse para cada módulo.

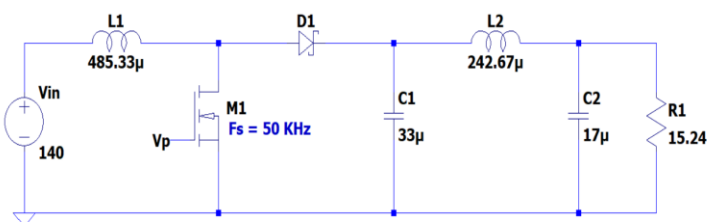


Figura 1. Conversor Boost com filtro LC.

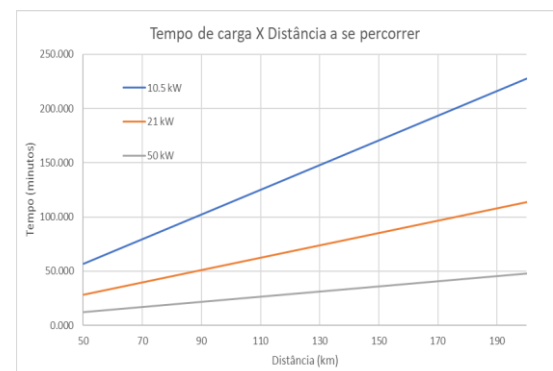


Figura 2. Tempo de Carga.

[1] BARBI, Ivo & MARTINS, Denizar Cruz. Conversores CC-CC Básicos Não Isolados. 4ª Edição, Florianópolis, SC – Brasil, 2011.

[2] J. Calvente, L. Martinez-Salamero, H. Valderrama and E. Vidal-Idiarte, "Using magnetic coupling to eliminate right half-plane zeros in boost converters," in *IEEE Power Electronics Letters*, vol. 2, no. 2, pp. 58-62, June 2004, doi: 10.1109/LPEL.2004.834615.

Palavras-chave: Veículos Elétricos. Estação de recarga emergencial. Conversor CC-CC.