



**SNCT
2025**

**Semana Nacional De Ciência
e Tecnologia**

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar
as mudanças climáticas no meu território



CompartilhArte
Semana de Arte
e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Câmpus
Florianópolis

Desenvolvimento de um conversor *boost* PFC para aplicações em carregadores de LEVs

Natália Besen | natalia.b03@aluno.ifsc.edu.br

Joabel Moia | joabel.moia@ifsc.edu.br

RESUMO

A expansão dos veículos elétricos leves (LEVs) tem impulsionado a demanda por carregadores compactos, eficientes e em conformidade com normas de qualidade de energia. Para atender a esses requisitos, torna-se necessário o emprego de técnicas de correção ativa do fator de potência (PFC), capazes de reduzir distorções harmônicas e melhorar a interação com a rede elétrica. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a validação experimental de um conversor *boost* PFC em modo de condução contínua, projetado para operar em 900 W a partir da rede monofásica de 220 V, utilizando o controlador analógico dedicado UCC28180. A metodologia envolveu a revisão bibliográfica sobre topologias de conversores aplicados a carregadores de LEVs, o dimensionamento do circuito, a seleção de componentes e a implementação de um protótipo experimental. O protótipo foi submetido a ensaios de eficiência, fator de potência, distorção harmônica de corrente, estabilidade do barramento de tensão contínua, resposta a variações súbitas de carga, corrente de partida, aquecimento de componentes e emissão conduzida. Os resultados indicaram elevado fator de potência, baixa distorção harmônica, eficiência compatível com a faixa de potência considerada e desempenho estável em diferentes condições de operação, em conformidade com os limites estabelecidos pela IEC 61000-3-2.

Palavras-chave: mobilidade elétrica; veículos elétricos leves; correção do fator de potência; conversor *boost* PFC.



1 INTRODUÇÃO

A mobilidade elétrica é uma das principais estratégias para reduzir emissões e diversificar a matriz energética. Os veículos elétricos leves (LEVs), como bicicletas e patinetes, destacam-se pela eficiência, baixo custo e facilidade de recarga, ampliando a demanda por carregadores compactos e eficientes. Esses equipamentos devem atender às normas de qualidade de energia, com baixo conteúdo harmônico e alto fator de potência, contribuindo para a estabilidade da rede elétrica e maior eficiência global. Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação experimental de um conversor CA/CC com correção ativa do fator de potência (PFC) do tipo *boost*, dimensionado para 900 W e destinado a aplicações em carregadores de LEVs, como desdobramento do projeto Embrapii “Soluções Facilitadoras para Mobilidade Elétrica”.

2 METODOLOGIA

A metodologia envolveu uma revisão bibliográfica sobre mobilidade elétrica, arquiteturas de carregadores, técnicas de correção do fator de potência e controladores dedicados, que fundamentou a escolha da topologia *boost* em modo de condução contínua e do controlador UCC28180. O dimensionamento dos componentes foi realizado com base nas recomendações do fabricante e nas notas de aplicação da Texas Instruments, seguido de simulações no software PSIM e desenvolvimento do layout no KiCad. Após a montagem do protótipo, foram conduzidos ensaios experimentais para avaliar eficiência, fator de potência, regulação da tensão de saída, distorção harmônica, resposta a degrau de carga, comportamento térmico, corrente de partida e emissões conduzidas, comparando os resultados às normas IEC 61000-3-2 e CISPR 11.

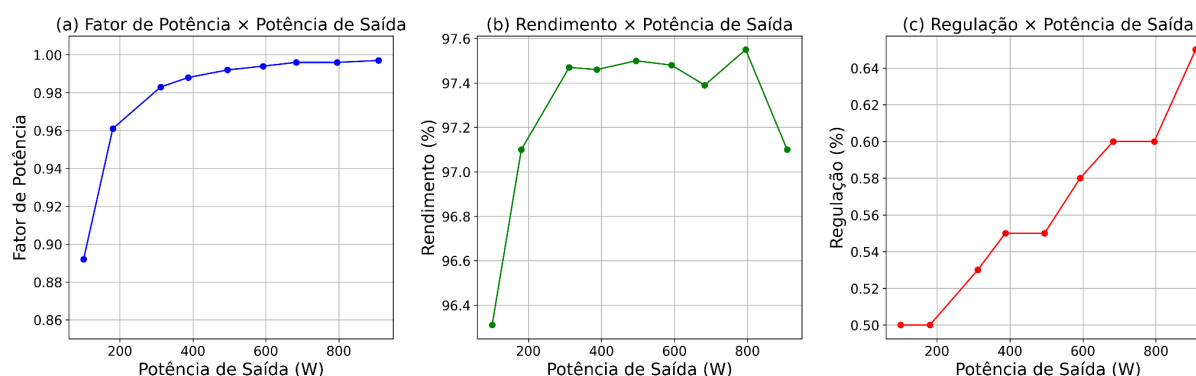
3 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O conversor *boost* PFC foi projetado para operação em rede monofásica de 220 V RMS, com potência nominal de 900 W e tensão de saída de 400 V. O circuito opera em modo de condução contínua, com frequência de comutação de 98 kHz e ondulação de corrente de cerca de 20%. O projeto estabeleceu eficiência mínima de 90%, fator de potência superior a 0,99 e regulação de saída de 2%, atendendo aos limites da norma IEC 61000-3-2 para harmônicos de corrente. Esses parâmetros serviram como referência para a avaliação experimental do protótipo e a análise de conformidade dos resultados obtidos.

Os ensaios em regime permanente, conduzidos na faixa de 100 W a 900 W, visaram avaliar o comportamento do conversor quanto à eficiência, fator de potência e estabilidade da tensão de saída. Os resultados detalhados desses ensaios são

apresentados na Figura 1. Com relação ao fator de potência (Figura 1a), observou-se aumento progressivo com a potência de saída, atingindo 0,997 na condição nominal. A eficiência (Figura 1b) variou entre 96% e 97,6%, mantendo-se acima do valor mínimo especificado. Por fim, a regulação da tensão (Figura 1c) permaneceu inferior a 1%, indicando bom desempenho e precisão do controle.

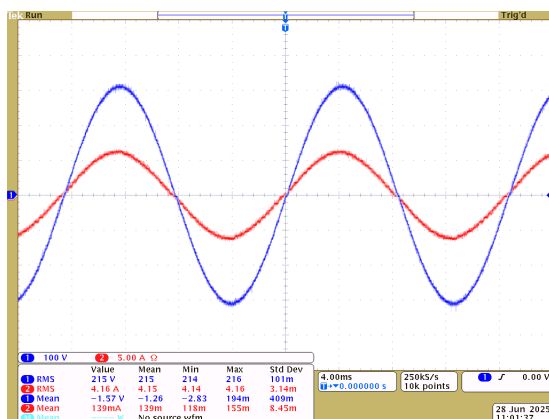
Figura 1 – Desempenho do conversor *boost* PFC com variação de carga



Fonte: Elaboração própria (2025).

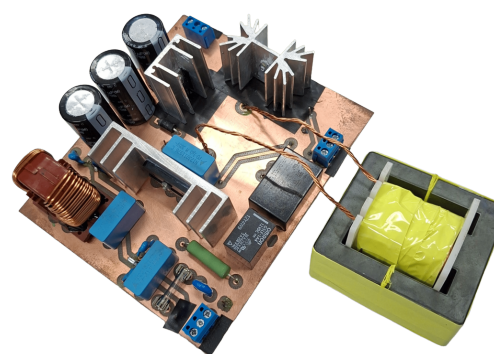
As formas de onda de tensão e corrente de entrada, apresentadas na Figura 2 para a condição de 900 W e 220 V RMS, demonstram a característica senoidal da corrente (em vermelho) e seu alinhamento de fase com a tensão (em azul). Esse resultado confirma o baixo conteúdo harmônico e o alto fator de potência obtidos experimentalmente. A Figura 3 ilustra o protótipo experimental do conversor *boost* PFC, utilizado na obtenção desses resultados.

Figura 2 – Forma de onda da tensão e corrente de entrada do PFC



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 3 – Protótipo experimental do *boost* PFC



Fonte: Elaboração própria (2025).



Os ensaios de harmônicas de corrente, realizados conforme a IEC 61000-3-2 Classe A, confirmaram a baixa distorção e a conformidade normativa na condição nominal. Além disso, ensaios complementares de degrau de carga, corrente de partida e resposta térmica demonstraram operação estável do sistema. Entretanto, os ensaios de emissões conduzidas apresentaram níveis ligeiramente acima dos limites da CISPR 11 Classe A, indicando a necessidade de aprimoramento do filtro de entrada e de ajustes de compatibilidade eletromagnética para garantir conformidade integral.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados experimentais confirmaram o atendimento aos objetivos propostos, evidenciando que o conversor *boost* PFC desenvolvido apresenta operação eficiente, estável, com elevado fator de potência e baixo conteúdo harmônico. O uso do controlador analógico UCC28180 mostrou-se uma solução viável e de simples implementação para conversores de médio porte aplicados a carregadores de LEVs. Embora haja necessidade de aprimoramento das emissões conduzidas, o protótipo apresentou resultados promissores, comprovando a viabilidade da topologia adotada e seu potencial para aplicações futuras em mobilidade elétrica.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido como desdobramento do projeto Embrapii “Soluções Facilitadoras para Mobilidade Elétrica”, vinculado ao Polo de Inovação do IFSC – Câmpus Florianópolis, na modalidade Basic Funding Alliance da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii). O projeto conta com apoio das empresas CPFL Energia, FuelTech LTDA, ARPAC Indústria de Aeronaves LTDA, Skyvideo Soluções em Imagem Aérea LTDA, Arrow Mobility LTDA e eiON Veículos Elétricos Indústria e Comércio LTDA.

REFERÊNCIAS

TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. *230-V, 900-W, Power Factor Regulator Converter (PFC) for Inverter-Fed Drives and Appliances*. Design de referência TIDA-00443. Dallas, 2015. Disponível em: <https://www.ti.com/tool/TIDA-00443>. Acesso em: 5 ago. 2025.

TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. *UCC28180 Programmable Frequency, Continuous Conduction Mode (CCM), Boost Power Factor Correction (PFC) Controller*. Dallas, 2016. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc28180.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.