

ESTUDO DE ACIONAMENTOS DE MOTORES POLIFÁSICOS PARA APLICAÇÃO DE MOBILIDADE ELÉTRICA

Fernanda Camiccia Tasca bolsista, Alessandro Luiz Batschauer

INTRODUÇÃO

O avanço da mobilidade elétrica demanda soluções que aumentem a eficiência energética e a confiabilidade dos sistemas de tração. Nesse contexto, os motores polifásicos e as topologias de inversores multiníveis destacam-se por oferecer maior densidade de potência, menor distorção harmônica e maior tolerância a falhas, quando comparados aos sistemas tradicionais trifásicos. Este trabalho teve como objetivo investigar as principais topologias de inversores, técnicas de modulação e tipos de motores aplicados à mobilidade elétrica, analisando vantagens, limitações e tendências futuras.

DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi conduzida entre setembro de 2024 e março de 2025, com base em 73 artigos científicos. A análise abrangeu:

- Topologias de inversores: HB, NPC, FC, CHB/MMC e variações;
- Técnicas de modulação: SVPWM, PWM, SHE/SHM e outras;
- Tipos de motores: IM, PMSM, BLDC, RM e outros.

Dentre as tecnologias, os inversores NPC (Neutral Point Clamped) e a modulação PWM em suas diferentes variantes foram os mais recorrentes, aplicados majoritariamente a motores de indução devido à robustez, custo-benefício e eficiência. A análise considerou ainda aspectos como desempenho dinâmico, distorção harmônica, consumo energético e estabilidade do sistema, com foco em aplicações industriais, transporte e integração com energias renováveis.

RESULTADOS

Os estudos revelaram que:

- A topologia NPC apresentou redução do THD em até 50% em relação aos inversores de dois níveis, melhor estabilidade e eficiência energética;
- A modulação THPWM reduziu o ripple de torque e aumentou a eficiência dos motores;
- PD-PWM e variantes mostraram maior estabilidade da tensão e melhor qualidade da energia;
- Aplicações práticas incluíram bombeamento de água, trens elétricos e sistemas integrados a energia solar.

Além disso, verificou-se que o uso de inversores multiníveis viabiliza o controle de motores de grande porte e alta velocidade com maior eficiência e menor impacto na rede elétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os inversores NPC, aliados a técnicas avançadas de modulação PWM, representam a solução mais promissora para acionamentos de motores polifásicos em mobilidade elétrica, graças à alta eficiência, confiabilidade e integração com energias renováveis. Os resultados reforçam a importância da escolha adequada de topologia e estratégia de controle para atender às demandas futuras de eficiência e sustentabilidade no setor automotivo.

Palavras-chave: mobilidade elétrica; inversores multiníveis; NPC; modulação PWM; motores polifásicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAABJERG, F.; CHEN, Z.; KJAER, S. B. Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation, and Industrial Applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 55, n. 7, p. 2333–2346, 2008.

BLOMBERG, A.; SUNDBERG, C. Neutral-point-clamped inverter performance in grid-connected applications. *IEEE Transactions on Power Electronics*, v. 30, n. 12, p. 6607–6615, 2015.

BOSE, B. K. Modern Power Electronics and AC Drives. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

ENJETI, P. N.; MIDDLEBROOK, R. D. Neutral-Point-Clamped Inverters: An Overview. *IEEE Transactions on Industry Applications*, v. 34, n. 6, p. 1231–1238, 1998.

GAO, X.; XU, L. Review of neutral point clamped inverter topologies and control techniques for renewable energy applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 40, p. 667–675, 2014.

EL-HELOU, A. M. H. M. et al. Comparison of Multilevel Inverter Topologies for EV Applications. *Electric Power Systems Research*, v. 127, p. 47–58, 2015.

KAMAL, M. A. S. et al. A Review on Diode Clamped Multilevel Inverter Topology. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 57, n. 8, p. 2737–2747, 2010.

KJAER, S. B. et al. A Review of the Flying Capacitor Multilevel Inverter. *IEEE Transactions on Power Electronics*, v. 19, n. 3, p. 724–732, 2004.

KRISHNAN, R. Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control. New Jersey: Prentice Hall, 2010.

LI, H.; ZHOU, L.; XU, Y. Performance analysis of a neutral-point-clamped inverter for variable speed drive applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 64, n. 6, p. 4606–4614, 2017.

LIPO, M. A. Introduction to AC Machine Design. Boca Raton: CRC Press, 1996.

LIU, S.; CHENG, Y.; HE, H. Neutral-point-clamped converter for power distribution systems. *IEEE Transactions on Power Electronics*, v. 30, n. 5, p. 2624–2633, 2015.

MANUEL, V.; OLIVEIRA, R. D. Desenvolvimento de um Conversor NPC com Controle Vetorial para Acionamento de uma Correia Transportadora. 2017.

PENG, F. Z.; WU, B.; WU, Y. Power quality improvement in power distribution systems using neutral-point-clamped converters. *IEEE Transactions on Power Electronics*, v. 25, n. 8, p. 2074–2082, 2010.

RAVINDRA, P.; SASI, S.; RAMESH, K. Performance of neutral-point-clamped inverters in electric vehicle applications. *IEEE Transactions on Industrial Applications*, v. 50, n. 4, p. 3150–3158, 2014.

RAMOS, A. J. Projeto do Controle de um Sistema de Tração de uma Máquina de 6 Fases para Aplicação em Mobilidade Elétrica. 2024.

RODRIGUEZ, J. et al. Multilevel Inverters: A Survey of Topologies, Controls, and Applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 49, n. 4, p. 724–738, 2002.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Fernanda Camiccia Tasca

MODALIDADE DE BOLSA: PROBITI/UDESC (IT)

VIGÊNCIA: set/2024 a mar/25 – Total: 7 meses

ORIENTADOR(A): Alessandro Luiz Batschauer

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de lotação do orientador(a)

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Eletrônica de potência

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo de Acionamentos de Motores Polifásicos para Aplicação de Mobilidade Elétrica.

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVCT163-2024