

THÔNG TIN LUẬN ÁN

Đề tài nghiên cứu:	Phương pháp điều khiển độ rộng xung bất đối xứng lai với khả năng giảm điện áp common-mode và độ méo dạng sóng hài ngõ ra thấp cho bộ biến đổi ba bậc diode kẹp
Chuyên ngành:	Kỹ thuật điện
Mã số ngành:	9520201
Họ và tên nghiên cứu sinh:	Phạm Đăng Khoa
Cán bộ hướng dẫn:	PGS.TS. Nguyễn Văn Nhò
Cơ sở đào tạo:	Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh

NHỮNG NỘI DUNG VÀ ĐÓNG GÓP CHÍNH CỦA LUẬN ÁN

Trong các bộ biến đổi ba bậc diode kẹp (3L-NPC), các thành phần hài tần số cao của điện áp Common-mode (CMV) do biên độ điện áp Common-mode cao được biết đến là nguyên nhân gây ra dòng điện trong ổ bi trong động cơ, từ đó làm giảm tuổi thọ của động cơ. Ngoài ra, các thành phần hài tần số thấp của CMV, đặc biệt là thành phần hài bậc ba của điện áp Common-mode và các bội số của nó, do điện áp Common-mode trung bình khác không, đã gây khó khăn trong việc thiết kế bộ lọc Common-mode (CM), làm nóng các cuộn cảm CM và tạo ra nhiễu Common-mode tần số thấp cho các thiết bị nhạy cảm. Hơn nữa, việc giảm biên độ điện áp Common-mode dẫn đến tăng sóng hài ngõ ra. Do đó, các giải pháp dựa trên phần cứng và phần mềm đã được đề xuất để giảm thiểu các tác động xấu của điện áp Common-mode. Tuy nhiên, các giải pháp dựa trên phần cứng có một số nhược điểm, chẳng hạn như tăng chi phí và kích thước của hệ thống.

Trong khi đó, các giải pháp dựa trên phần mềm, chỉ quan tâm đến việc biến đổi các phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM), có những ưu điểm rõ rệt như đơn giản và chi phí thấp. Do đó, dựa trên các lập luận đã đề cập ở trên, luận án đề xuất một phương pháp PWM lai bất đối xứng, gọi là HRCMV-ASYM, cho bộ biến đổi ba bậc diode kẹp nhằm giảm biên độ điện áp Common-mode, điện áp Common-mode trung bình bằng không, và cải thiện sóng hài ngõ ra cho bộ biến đổi ba bậc diode kẹp. Để thuận tiện cho việc mô tả phương pháp đề xuất HRCMV-ASYM, một phân tích về sơ đồ vectơ không gian ba bậc Common-mode trung bình bằng không và các phương trình toán học liên quan được trình bày. Trong điều kiện điện áp Common-mode trung bình bằng không, sơ đồ vectơ không gian ba bậc Common-mode trung bình bằng không (3L-SVD) được chia thành hai vùng riêng biệt. Trong đó, các vectơ Common-mode bằng không và các vectơ ảo được xây dựng. Trước khi mô tả phương pháp đề xuất HRCMV-ASYM, hai phương pháp PWM phổ biến với điện áp Common-mode trung bình bằng không, cụ thể là phương pháp PWM dạng sóng hình sin phân bố cùng pha (IPD-SPWM) không giảm biên độ điện áp Common-mode và phương pháp PWM dạng sóng hình sin phân bố đối pha (POD-SPWM) có giảm biên độ điện áp Common-mode, được khảo sát để làm nổi bật những nhược điểm trong hai phương pháp PWM này. Cụ thể, phương pháp IPD-SPWM sử dụng ba vectơ gần nhất và biên độ điện áp Common-mode cao.

Trong khi đó, phương pháp POD-SPWM sử dụng ba vectơ gần nhất và một vectơ xa trong một số vùng, và sử dụng hai vectơ gần nhất và hai vectơ xa ở các vùng khác. Do sử dụng hai vectơ xa, méo dạng sóng hài của phương pháp POD-SPWM cao hơn đáng kể so với phương pháp IPD-SPWM. Do đó, các mẫu chuyển mạch đối xứng (RCMV1) được đề xuất, sử dụng ba vectơ gần nhất và một vectơ xa cho tất cả các vùng điều chế nhằm đạt được méo dạng sóng hài thấp hơn so với phương pháp POD-SPWM. Hơn nữa, khảo sát sơ đồ vectơ không gian ba bậc với điện áp Common-mode trung bình bằng không cho thấy rằng có thể giảm méo dạng sóng hài do RCMV1

gây ra bằng cách sử dụng bốn vectơ gần nhất. Điều này dẫn đến các mẫu bất đối xứng (RCMV-ASYM). Như tên gọi đã gợi ý, các mẫu bất đối xứng (RCMV-ASYM) được thiết kế bất đối xứng để duy trì cùng số lần chuyển mạch trong một chu kỳ sóng mang so với các phương pháp khác. Do có bốn vectơ gần nhất trong RCMV-ASYM bao phủ một phần của vùng điều chế, RCMV-ASYM được sử dụng kết hợp với RCMV1 để duy trì méo dạng sóng hài thấp, từ đó dẫn đến phương pháp PWM lai bất đối xứng, gọi là HRCMV-ASYM. Các kết quả mô phỏng trong MATLAB/Simulink và PLECS và các kết quả thực nghiệm cho bộ biến đổi ba bậc diode kẹp với tải R-L và động cơ không đồng bộ ba pha cho thấy HRCMV-ASYM dẫn tới méo dạng sóng hài thấp nhất so với RCMV1 và POD-SPWM cho toàn bộ dải điều chế và các hệ số công suất khác nhau trong điều kiện giảm biên độ điện áp Common-mode, điện áp Common-mode trung bình bằng không, và tổn hao chuyển mạch không đáng kể.

Các đóng góp chính của luận án tiến sĩ bao gồm:

1. Xây dựng sơ đồ vectơ không gian ba bậc có điện áp Common-mode trung bình bằng không tổng quát dưới dạng các vectơ điện áp Common-mode bằng không và các vectơ ảo.
2. Phân tích toàn diện các đặc điểm vectơ không gian của các phương pháp có điện áp Common-mode trung bình bằng không (ZACMV-PWMs). Từ đó, việc phân tích cho phép dự đoán chính xác độ méo dạng sóng hài ngõ ra của ZACMV-PWMs.
3. Hai phương pháp POD-SPWM và IPD-SPWM được phân tích từ góc độ vectơ không gian ảo. Từ đó việc phân tích cho thấy những hạn chế của hai phương pháp này.
4. Dựa trên những nhược điểm của POD-SPWM và IPD-SPWM, phương pháp mới (RCMV1) được đề xuất nhằm giảm méo dạng sóng hài ngõ ra, giảm biên độ điện áp Common-mode, và điện áp Common-mode trung bình bằng không.

5. Việc phân tích vectơ không gian ảo cho thấy có thể giảm độ méo dạng sóng hài của RCMV1 bằng cách sử dụng bốn vectơ gần nhất thay vì ba vectơ gần nhất và một vectơ xa trong RCMV1. Từ việc sử dụng bốn vectơ gần nhất dẫn đến các mẫu chuyển mạch không đối xứng (RCMV-ASYM).
6. Do bốn vectơ gần nhất chỉ bao phủ một phần của vùng điều chế, phương pháp điều khiển độ rộng xung lai bất đối xứng (HRCMV-ASYM) được đề xuất. HRCMV-ASYM sử dụng RCMV1 và RCMV-ASYM.
7. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm cho bộ biến đổi NPC ba bậc cho tải ba pha R-L và động cơ không đồng bộ ba pha V/f cho thấy HRCMV-ASYM cho độ méo dạng sóng hài thấp nhất so với RCMV1 và POD-SPWM.

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

PGS.TS. Nguyễn Văn Nhò

Phạm Đăng Khoa