



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0039167

(51)^{2020.01} H02H 3/50; H02M 7/42; H02M 7/515; (13) B
H02M 7/219

(21) 1-2020-02703

(22) 13/05/2020

(45) 25/03/2024 432

(43) 25/08/2020 389

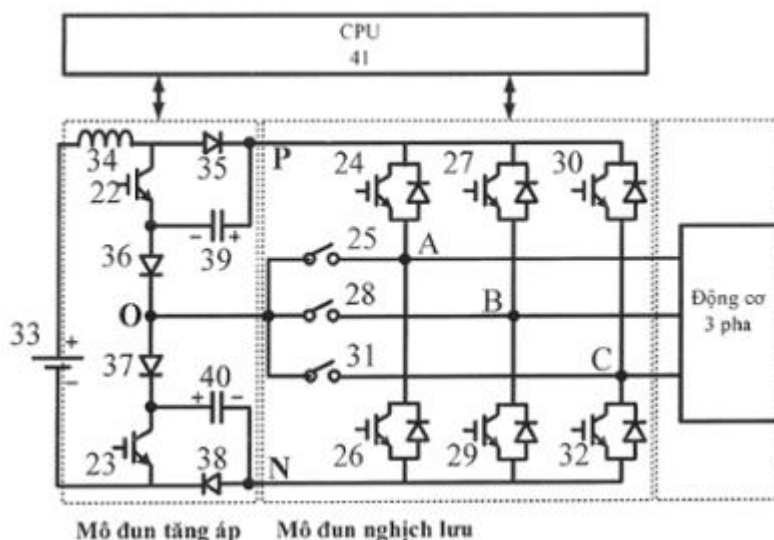
(73) Trường Đại Học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (VN)

Số 1 Võ Văn Ngân, phường Linh Chiểu, quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh

(72) Đỗ Đức Trí (VN).

(54) THIẾT BỊ NGHỊCH LƯU TĂNG ÁP DUY TRÌ TRẠNG THÁI HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ BA PHA KHI CÓ SỰ CỐ HỎ MẠCH CÁC KHÓA CÔNG SUẤT

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hỏng mạch các khóa công suất, bao gồm môđun tăng áp kết nối với môđun nghịch lưu, môđun tăng áp bao gồm: cuộn dây tăng áp (34), hai khóa công suất (22) và (23), các diốt dẫn dòng (35), (36), (37) và (38) và các tụ điện (39) và (40), vi xử lý trung tâm (CPU) (41) bao gồm phần mềm xử lý tạo ra các tín hiệu điều khiển xung PWM (Pulse Width Modulation) cho các khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu để điều chỉnh thời gian đóng/ ngắt chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực điện điện tử, cụ thể là liên quan đến thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hở mạch ở các khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như đã biết, các thiết bị nghịch lưu dùng để biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều. Khi có sự cố, thiết bị nghịch lưu này không duy trì được hoạt động của động cơ ba pha đến hết chu kỳ sản phẩm. Cụ thể, trong quá trình hoạt động của động cơ ba pha, khi hệ thống xảy ra sự cố hở mạch ở các khóa công suất ở môđun nghịch lưu và khóa công suất ở môđun tăng áp, điện áp trên động cơ ba pha giảm làm cho động cơ ba pha ngưng hoạt động, gây ảnh hưởng đến dây chuyền sản xuất, làm cho các sản phẩm trong dây chuyền bị lỗi.

Để khắc phục tình trạng nêu trên, tình trạng kỹ thuật đã biết bộc lộ giải pháp nghịch lưu tăng áp theo sơ đồ được thể hiện ở Hình 1. Bộ nghịch lưu tăng áp này có thể khắc phục sự cố hở mạch của một trong các khóa công suất (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, và 9) ở môđun nghịch lưu. Giả sử sự cố hở mạch xảy ra ở khóa công suất 1 hoặc khóa công suất 3 hoặc cả hai khóa công suất này, điện áp pha A của động cơ ba pha bị mất, dẫn đến mất cân bằng điện áp ba pha của động cơ ba pha. Để khắc phục tình huống này, khối vi xử lý trung tâm (CPU) 21 có nhiệm vụ tạo tín hiệu điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, và 9). Trong trường hợp này, CPU 21 sẽ điều khiển khóa công suất 2 luôn kích đóng để duy trì điểm O của môđun tăng áp với ngõ ra của pha A của động cơ ba pha. Để giữ cân bằng điện áp dây trên động cơ ba pha, góc pha của các vector tham chiếu của pha B và pha C phải được điều chỉnh thay đổi như bảng 1 dưới đây:

Bảng 1: Những góc pha chuẩn trong điều kiện bình thường và khi xảy ra sự cố.

Tín hiệu điều chế	$\vec{V}'_a$	$\vec{V}'_b$	$\vec{V}'_c$	$\vec{V}'_{ab}$	$\vec{V}'_{bc}$	$\vec{V}'_{ca}$
Hoạt động bình thường		$-2\pi/3$	$2\pi/3$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha A	0	$-5\pi/6$	$5\pi/6$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha B	$\pi/6$	0	$\pi/2$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha C	$-\pi/6$	$-\pi/2$	0	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$

Bảng 1 trình bày góc pha chuẩn khi hệ thống nghịch lưu hoạt động ở điều kiện bình thường và điều kiện sự cố hở mạch khóa công suất. Các véc-tơ $\vec{V}'_a, \vec{V}'_b, \vec{V}'_c, \vec{V}'_{ab}, \vec{V}'_{bc}, \vec{V}'_{ca}$ gọi là điện áp tham chiếu (hay nói cách khác là điện áp pha và điện áp dây giống như điện áp của lưới điện ba pha). Có thể thấy rằng, khi một trong các pha bị sự cố dòng điện trên động cơ bị mất đối xứng và méo dạng, để cân bằng điện áp dây ngõ ra trên động cơ ba pha, các điện áp pha phải thay đổi góc pha là $\pi/6$ (30°). Cụ thể, khi pha A bị sự cố, thì pha B sẽ giảm góc pha đi $\pi/6$ để có góc pha mới là $-5\pi/6$ (-150°), và pha C sẽ tăng góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $5\pi/6$. Tương tự có thể giải thích cho pha B và pha C.

Mặc dù điện áp dây (điện áp giữa hai dây pha) trên động cơ ba pha cân bằng, nhưng điện áp pha (điện áp giữa dây pha và dây trung tính) trên động cơ bị giảm đi $\sqrt{3}$ lần (bởi vì một trong ba pha bị mất) so với điều kiện hoạt động bình thường. Trong trường hợp này, điện áp của động cơ ba pha phải được bù bằng cách hoặc gia tăng chỉ số ngắn mạch D (là tỷ số đóng trong 1 chu kỳ làm việc) hoặc thay đổi chỉ số điều chế M. Cụ thể, quá trình bù điện áp ngõ ra của thiết bị nghịch lưu đã biết (Hình 1) được giải thích như sau:

Trường hợp thứ nhất: Để đạt điện áp ngõ ra bằng $+V_{PN}/2$ (V_{PN} là điện áp ngõ ra của môđun tăng áp, hoặc nói cách khác V_{PN} là điện áp ngõ vào của môđun nghịch lưu), CPU 21 điều khiển khóa công suất 1 trên pha A, khóa công suất 4 trên pha B (xung kích dịch pha 120°), và khóa công suất 7 trên pha C (xung kích dịch pha 240°). Để ngõ ra đạt mức 0V, CPU 21 điều khiển khóa công suất 2 trên pha A, khóa công suất 5 của pha B và khóa công suất 8 trên pha C. Để đạt điện áp ngõ ra là $-V_{PN}/2$, CPU 21 điều khiển khóa công suất 3 pha A, khóa công suất 6 trên pha B và khóa công suất 9 trên pha C. Trong trạng thái này, điện áp DC ngõ vào của nguồn điện một chiều 10 và bốn cuộn dây (11, 12, 13, và 14) truyền năng lượng một chiều sang ngõ ra động cơ ba pha. Tương tự, hai tụ điện (18, 19) được nạp

năng lượng từ nguồn điện một chiều 10 và hai cuộn dây (11, 13). Hai tụ điện (17, 20) được nạp năng lượng từ hai cuộn dây (12, 14). Quá trình này được thực hiện thông qua các đi-ốt (15, 16) dẫn điện.

Trường hợp thứ hai: tất cả các khóa công suất (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, và 9) ở môđun nghịch lưu được CPU 21 điều khiển đóng các khóa công suất đồng thời. Trong trạng thái này, hai tụ điện (18, 19) nạp năng lượng cho hai cuộn dây (12, 14). Hai tụ điện (17, 20) và nguồn điện một chiều 10 nạp năng lượng cho hai cuộn dây (11, 13), lúc này hai đi-ốt (15, 16) không dẫn điện. Điện áp ngõ ra môđun nghịch lưu được xác định theo phương trình (a) (tham khảo bài báo "A Quasi-Z-source T-Type Inverter with Fault-Tolerant Capability". IEEE International Conference on System Science and Engineering, ISBN 978-1-7281-0524-6, pp. 37-40, 2019; D.T Do, M.K Nguyen, T.H Quach, V.N Nguyen, T.P Nguyen, V.T Tran):

$$v_x = \frac{M}{2\sqrt{2} \cdot (1-2D)} V_{dc} \quad (a)$$

V_{dc} là điện áp DC ngõ vào từ nguồn điện một chiều 10

Từ phương trình (a) có thể thấy rằng để thay đổi điện áp ngõ ra v_x (là điện áp pha hiệu dụng trên động cơ ba pha) chỉ có thể thay đổi chỉ số điều chế M hoặc chỉ số ngắn mạch D . Tuy nhiên, hạn chế của phương trình (a) là chỉ số ngắn mạch D khá cao khi bù điện áp (do một trong ba pha bị sự cố) trên động cơ ba pha. Cụ thể, muốn bù điện áp ngõ ra của môđun nghịch lưu duy trì như lúc chưa bị sự cố, cần phải gia tăng chỉ số ngắn mạch D dẫn đến dòng ngõ vào (nguồn điện một chiều 10) tăng cao, vì vậy thiết bị nghịch lưu sẽ bị quá dòng khi hoạt động sự cố hờ mạch.

Ngoài ra, do chứa nhiều linh kiện thụ động (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, và 20) nên thiết bị nghịch lưu tăng áp trong giải pháp kỹ thuật nêu trên có kích thước lớn và trọng lượng lớn.

Mặt khác, khi một thiết bị nghịch lưu khi bị sự cố, để duy trì liên tục hoạt động của động cơ ba pha, người sử dụng sẽ cách ly thiết bị nghịch lưu bị sự cố và thay thế một thiết bị nghịch lưu mới tương tự. Kết quả là chi phí, kích thước và trọng lượng của thiết bị tăng lên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế nhằm khắc phục được nhược điểm nêu trên. Cụ thể sáng chế nhằm khắc phục nhược điểm sự cố hở mạch các khóa công suất ở môđun nghịch lưu và môđun tăng áp để duy trì và ổn định điện áp đầu ra cấp cho động cơ ba pha, đồng thời giảm chi phí, kích thước và trọng lượng của thiết bị nghịch lưu tăng áp.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hở mạch các khóa công suất, thiết bị này bao gồm môđun tăng áp kết nối với môđun nghịch lưu, trong đó

môđun tăng áp được bố trí ở giữa nguồn điện đầu vào (nguồn điện một chiều) và môđun nghịch lưu để thực hiện chức năng tăng áp, môđun tăng áp bao gồm: cuộn dây tăng áp (34), hai khóa công suất (22) và (23), các diốt dẫn dòng (35), (36), (37) và (38) và các tụ điện (39) và (40),

môđun nghịch lưu (môđun nghịch lưu ba pha hình T) để biến đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều, môđun nghịch lưu này bao gồm: các khóa công suất (24), (26), (27), (29), (30) và (32) đóng/ngắt một chiều và các khóa công suất (25), (28) và (31) đóng/ngắt hai chiều để tạo ra điện áp ba pha ba bậc ở ngõ ra để điều khiển động cơ ba pha,

vi xử lý trung tâm (CPU) (41) bao gồm phần mềm xử lý tạo ra các tín hiệu điều khiển xung PWM (Pulse Width Modulation) cho các khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu để điều chỉnh thời gian đóng/ ngắt chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều, trong đó:

- + khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (24), hoặc (26), hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất (24) và (26), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tất cả các khóa công suất (25), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc (điện áp ba bậc là điện áp pha so với tâm nguồn O);
- + khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (27), hoặc (29), hoặc cả hai khóa công suất (27) và (29), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tất cả các khóa công suất (24), (25), (26), (28), (30), (31) và (32) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;
- + khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (30), hoặc (32), hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất (30) và (32), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tất cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29), (31) và (32) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;

cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29) và (31) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;

+ khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (25), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (24) và (26) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển tắt cả các khóa công suất (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

+ khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (28), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (27) và (29) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

+ khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (31), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (30) và (32) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển xung PWM cho tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28) và (29) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

+ khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (22) ở môđun tăng áp, CPU (41) điều khiển xung PWM cho khóa công suất (23) ở môđun tăng áp và tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu sao cho đạt điện áp hai bậc trên động cơ ba pha; và

+ khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (23) ở môđun tăng áp, CPU (41) điều khiển xung PWM cho khóa công suất (22) ở môđun tăng áp và các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu sao cho đạt điện áp hai bậc trên động cơ ba pha.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện sơ đồ mạch điện của thiết bị nghịch lưu tăng áp đã biết.

Hình 2 thể hiện sơ đồ mạch điện của thiết bị nghịch lưu tăng áp theo sáng chế.

Hình 3a và Hình 3b trình bày nguyên lý hoạt động thiết bị nghịch lưu theo sáng chế khi bị sự cố hở mạch khóa công suất ở môđun nghịch lưu. Trong đó, Hình 3a trình bày sự cố hở mạch khóa công suất 24 hoặc khóa công suất 26 hoặc cả hai khóa công suất (24, 26), Hình 3b trình bày sự cố hở mạch khóa công suất 25.

Hình 4a đến Hình 4d minh họa nguyên lý hoạt động thiết bị nghịch lưu tăng áp khi bị sự cố hở mạch khóa công suất ở môđun tăng áp. Trong đó, Hình 4a minh họa khóa công suất 22 bị hở mạch, Hình 4b minh họa nguyên lý hoạt động khi xảy ra sự cố hở mạch khóa công suất 22, Hình 4c minh họa khóa công suất 23 bị hở mạch, Hình 4d minh họa nguyên lý hoạt động khi xảy ra sự cố hở mạch khóa công suất 23.

Hình 5a và Hình 5b trình bày phương pháp điều khiển xung PWM cho thiết bị nghịch lưu tăng áp khi bị sự cố hở mạch khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu. Trong đó, Hình 5a trình bày sự cố hở mạch các khóa công suất (24, 26) và Hình 5b trình bày sự cố hở mạch các khóa công suất (22, 23).

Mô tả chi tiết sáng chế

Định nghĩa về bậc điện áp: Thông thường, trong thiết bị nghịch lưu tăng áp dùng cho động cơ ba pha, điện áp ngõ ra của môđun tăng áp có ba bậc được ký hiệu lần lượt là P, O, N (tham khảo Hình 1 hoặc Hình 2). Sau khi chuyển đổi dòng một chiều thành dòng điện xoay chiều, ngõ ra xoay chiều cũng có ba bậc điện áp tương ứng là P, O, N. Tuy nhiên, khi bị sự cố hở mạch ở môđun tăng áp hoặc môđun nghịch lưu, bộ chuyển đổi cũng có thể hoạt động ở ngõ ra hai bậc P, O hay O, N.

Sau đây, sáng chế được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ minh họa đã liệt kê ở trên. Hình 2 thể hiện sơ đồ mạch điện của thiết bị nghịch lưu tăng áp theo sáng chế vẫn duy trì hoạt động trong điều kiện sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 22 hoặc 23 ở môđun tăng áp, hoặc bị sự cố một trong các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32) ở môđun nghịch lưu.

Sáng chế đề xuất thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hở mạch các khóa công suất (ở môđun nghịch lưu hoặc môđun tăng áp), thiết bị này bao gồm môđun tăng áp kết nối với môđun nghịch lưu, trong đó

môđun tăng áp được bố trí ở giữa nguồn điện đầu vào (nguồn điện một chiều) và môđun nghịch lưu để thực hiện chức năng tăng áp, môđun tăng áp bao gồm: cuộn dây tăng áp 34, hai khóa công suất 22 và 23, các điốt dẫn dòng (35, 36, 37, và 38), các tụ điện 39 và 40,

môđun nghịch lưu (môđun nghịch lưu ba pha hình T) để biến đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều, môđun nghịch lưu này bao gồm: các khóa công suất (24, 26, 27,

29, 30, và 32) đóng/ngắt một chiều và các khóa công suất (25, 28, và 31) đóng/ngắt hai chiều để tạo ra điện áp ba pha ba bậc ở ngõ ra để điều khiển động cơ ba pha,

vi xử lý trung tâm (CPU) 41 bao gồm phần mềm xử lý tạo ra các tín hiệu điều khiển xung PWM (Pulse Width Modulation) cho các khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu để điều chỉnh thời gian đóng/ ngắt chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều, trong đó:

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 24 hoặc 26 hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất 24 và 26 (tham khảo Hình 3a), điện áp của pha A trên động cơ bị mất dẫn đến điện áp trên tụ điện 39 và tụ điện 40 bị mất cân bằng, dẫn đến dòng điện trên động cơ ba pha bị mất đối xứng và bị méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 24 và 26, CPU 41 điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (25, 27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu làm việc ở điện áp ngõ ra môđun nghịch lưu ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 27 hoặc 29 hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất 27 và 29 (tham khảo Hình 3a), điện áp của pha B trên động cơ bị mất dẫn đến điện áp trên tụ điện 39 và tụ điện 40 bị mất cân bằng, dẫn đến dòng điện trên động cơ ba pha bị mất đối xứng và bị méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 27 và 29, CPU 41 điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (28, 24, 25, 26, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu làm việc ở điện áp ngõ ra môđun nghịch lưu ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 30, hoặc 32 hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất 30 và 32 (tham khảo Hình 3a), điện áp của pha B trên động cơ bị mất dẫn đến điện áp trên tụ điện 39 và tụ điện 40 bị mất cân bằng, dẫn đến dòng điện trên động cơ ba pha bị mất đối xứng và bị méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 30 và 32, CPU 41 điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (31, 24, 25, 26, 27, 28, và 29) ở môđun nghịch lưu làm việc ở điện áp ngõ ra môđun nghịch lưu ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 25 (tham khảo Hình 3b), động cơ ba pha bị méo dạng dòng điện, trạng thái này duy trì lâu sẽ dẫn đến nóng động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 25, CPU 41 điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất 24 và 26 ở môđun nghịch lưu hoạt động ở ngõ ra hai bậc, và điều khiển

xung PWM cho các khóa công suất (27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 28 (tham khảo Hình 3b), động cơ ba pha bị méo dạng dòng điện, trạng thái này duy trì lâu sẽ dẫn đến nóng động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 28, CPU 41 điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất 27 và 29 ở môđun nghịch lưu hoạt động ở ngõ ra hai bậc, và điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (24, 25, 26, 30, 31 và 32) ở môđun nghịch lưu sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 31 (tham khảo Hình 3b), động cơ ba pha bị méo dạng dòng điện, trạng thái này duy trì lâu sẽ dẫn đến nóng động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 31, CPU 41 điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất 30 và 32 ở môđun nghịch lưu hoạt động ở ngõ ra hai bậc, và điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, và 29) ở môđun nghịch lưu sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc.

+ Khi sự cố hở mạch ở khóa công suất 22 (tham khảo Hình 4a và Hình 4b), điện áp trên tụ điện 39 và tụ điện 40 bị mất cân bằng dẫn đến dòng điện trên động cơ ba pha bị méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 22, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 23 ở môđun tăng áp và các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc;

+ Khi sự cố hở mạch ở khóa công suất 23 (tham khảo Hình 4c và Hình 4d), điện áp trên tụ điện 39 và tụ điện 40 bị mất cân bằng dẫn đến dòng điện trên động cơ ba pha bị méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 23, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 22 ở môđun tăng áp và các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc.

Để phân biệt sáng chế với giải pháp kỹ thuật đã nêu trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế, nguyên lý hoạt động của sáng chế thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hở mạch khóa công suất ở môđun nghịch lưu và môđun tăng áp được trình bày sau đây (5 trường hợp):

Trường hợp thứ nhất (Hình 2): Để đạt điện áp ngõ ra bằng $+V_{PN}/2$, CPU 21 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 24 trên pha A, khóa công suất 27 trên pha B (xung điều khiển dịch pha 120°) và khóa công suất 30 trên pha C (xung điều khiển dịch pha 240°). Để ngõ ra đạt mức 0V, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 25 trên pha A, khóa công suất 28 trên pha B và khóa công suất 31 trên pha C. Để đạt điện áp ngõ ra bằng $-V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 26 trên pha A, khóa công suất 29 trên pha B và khóa công suất 32 trên pha C ở môđun nghịch lưu cũng như điều khiển đóng khóa công suất 22 và điều khiển ngắt khóa công suất 23 ở môđun tăng áp. Trong trạng thái này, cuộn dây 34 và tụ điện 39 xả năng lượng cho tụ điện 40 nạp năng lượng.

Trường hợp thứ hai: Để đạt điện áp ngõ ra bằng $+V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 24 trên pha A, khóa công suất 27 trên pha B và khóa công suất 30 trên pha C. Để ngõ ra đạt mức 0V, CPU 41 điều khiển xung PWM kích khóa công suất 25 trên pha A, khóa công suất 28 trên pha B và khóa công suất 31 trên pha C. Để đạt điện áp ngõ ra bằng $-V_{PN}/2$, CPU 21 phát xung PWM kích khóa công suất 26 trên pha A, khóa công suất 29 trên pha B và khóa công suất 32 trên pha C ở môđun nghịch lưu cũng như điều khiển ngắt khóa công suất 22 và điều khiển đóng khóa công suất 23 ở môđun tăng áp. Trong trạng thái này, cuộn dây 34 và tụ điện 40 xả năng lượng cho tụ điện 39 nạp năng lượng.

Trường hợp thứ ba: Để đạt điện áp ngõ ra bằng $+V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 24 trên pha A, khóa công suất 27 trên pha B và khóa công suất 30 trên pha C. Để ngõ ra đạt mức 0V, CPU 41 điều khiển xung PWM kích khóa công suất 25 trên pha A, khóa công suất 28 trên pha B và khóa công suất 31 trên pha C. Để đạt điện áp ngõ ra bằng $-V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM kích khóa công suất 26 trên pha A, khóa công suất 29 trên pha B và khóa công suất 32 trên pha C ở môđun nghịch lưu cũng như điều khiển đóng hai khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp. Trong trạng thái này, hai tụ điện 39 và 40 xả năng lượng cho cuộn dây 34 nạp năng lượng.

Trường hợp thứ tư: Để đạt điện áp ngõ ra bằng $+V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 24 trên pha A, khóa công suất 27 trên pha B và khóa công suất 30 trên pha C. Để ngõ ra đạt mức 0V, CPU 41 điều khiển xung PWM cho khóa công suất 25 trên pha A, khóa công suất 28 trên pha B và khóa công suất 31 trên pha C. Để đạt điện áp ngõ ra bằng $-V_{PN}/2$, CPU 41 điều khiển xung PWM kích khóa công suất 26 trên pha A, khóa

công suất 29 trên pha B và khóa công suất 32 trên pha C ở môđun nghịch lưu cũng như điều khiển ngắt hai khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp. Trong trạng thái này, các hai tụ điện 39 và 40 được nạp năng lượng từ nguồn điện một chiều 33 và cuộn dây 34 truyền điện áp đến mạch tăng áp.

Trường hợp thứ năm: tất cả các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu được CPU 41 điều khiển xung PWM đóng đồng thời, trong khi đó điều khiển ngắt hai khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp. Trong trạng thái này, hai tụ điện 39 và 40 không được nạp năng lượng, cuộn dây 34 được nạp năng lượng từ nguồn điện một chiều 33. Điện áp ngõ ra của môđun nghịch lưu được xác định theo phương trình (b):

$$v_x = \frac{M \cdot V_{PN}}{2} = \frac{M}{\sqrt{2}(2-3D-d)} V_{dc}. \quad (b)$$

V_{dc} là điện áp DC ngõ vào từ nguồn điện một chiều 33

Phương trình (b) cho thấy rằng, để thay đổi điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha ngoài hai thông số M và D (D là chỉ số ngắn mạch điều khiển các khóa ở môđun nghịch lưu), chỉ số ngắn mạch d (là chỉ số ngắn mạch điều khiển các khóa ở môđun tăng áp) cũng tham gia thay đổi được điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha. Điều này cho thấy khi phối hợp ba thông số điều khiển này, thiết bị nghịch lưu tăng áp ở (Hình 2) sẽ linh hoạt điều khiển hơn so với thiết bị nghịch lưu đã biết (Hình 1).

Giả sử sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 24 hoặc khóa công suất 26 hoặc cả hai khóa công suất này (tham khảo Hình 3a), điện áp trên pha A của động cơ bị mất dẫn đến dòng điện của động cơ ba pha bị mất đối xứng và méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 24 và 26, phần mềm xử lý được cài đặt trong CPU 41 áp dụng phương pháp điều chế điện áp tham chiếu cho pha B và pha C để cân bằng điện áp dây ngõ ra trên động cơ ba pha, các điện áp pha phải thay đổi góc pha là pha B sẽ giảm góc pha đi $\pi/6$ để có góc pha mới là $-5\pi/6$ và pha C sẽ tăng góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $5\pi/6$ (tham khảo Bảng 1, và Hình 5a) đồng thời điều khiển ngắt xung PWM của hai khóa công suất 24 và 26 để cách ly cũng như điều khiển xung PWM cho khóa công suất 25 luôn đóng để duy trì điểm O của môđun tăng áp kết nối với ngõ ra pha A của động cơ ba pha và điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu (tham khảo Hình 5a) hoạt động ở điện áp ba bậc.

Như được thể hiện ở Hình 5a điện áp tham chiếu v_b được so sánh với sóng mang tần số cao (5KHz) v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 27, điện áp tham chiếu $-v_b$ ($-v_b$ dịch pha 180° so với v_b) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29, xung PWM điều khiển cho khóa công suất 28 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 27 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29 qua cổng logic XNOR (cổng logic cơ bản). Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha C, điện áp tham chiếu v_c được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 30, điện áp tham chiếu $-v_c$ ($-v_c$ dịch pha 180° so với v_c) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32. Xung PWM điều khiển cho khóa công suất 31 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 30 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32 qua cổng logic XNOR. Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{ST} và V_{-ST} (ST là viết tắt của thuật ngữ shoot through, tạo ra chỉ số ngắn mạch D cho môđun nghịch lưu) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} , sau đó chúng được chèn vào các xung PWM của các khóa công suất (27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu (tham khảo các xung ngắn mạch màu xám nhạt trong Hình 5a). Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{con1} và V_{con2} (tạo ra chỉ số ngắn mạch d cho môđun tăng áp) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri2} (v_{tri2} dịch pha 90° so với v_{tri1}) để điều khiển xung PWM cho các khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp. Mục đích dịch pha sóng mang tần số cao v_{tri2} dịch pha 90° so với v_{tri1} để thiết bị nghịch lưu hoạt động ngắn mạch từng phần, kết quả thiết bị nghịch lưu theo sáng chế giảm độ gợn dòng điện của cuộn dây tăng áp 34 dẫn đến giảm dòng điện ngõ vào. Trong khi đó, thiết bị nghịch lưu đã biết chưa khắc phục được nhược điểm này.

Giả sử sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 27 hoặc khóa công suất 29 hoặc cả hai khóa công suất này (tham khảo Hình 3a), điện áp trên pha B của động cơ bị mất dẫn đến dòng điện của động cơ ba pha bị mất đối xứng và méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 27 và 29, phần mềm xử lý được cài đặt trong CPU 41 áp dụng phương pháp điều chế điện áp tham chiếu cho pha A và pha C để cân bằng điện áp dây ngõ ra trên động cơ ba pha. Các điện áp pha phải thay đổi góc pha là pha A sẽ tăng góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $\pi/6$, và pha C sẽ tăng góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $\pi/2$ (tham khảo Bảng 1), đồng thời điều khiển ngắt xung PWM của hai khóa công suất 27 và

29 để cách ly cũng như điều khiển xung PWM cho khóa công suất 28 luôn đóng để duy trì điểm O của môđun tăng áp kết nối với ngõ ra pha B của động cơ ba pha và điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (24, 25, 26, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu (tham khảo Hình 5a) hoạt động ở ngõ ra điện áp ba bậc.

Điện áp tham chiếu v'_a được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 24, điện áp tham chiếu $-v'_a$ ($-v'_a$ dịch pha 180° so với v'_a) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26, xung PWM điều khiển cho khóa 25 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 24 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26 qua cổng logic XNOR. Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha C, điện áp tham chiếu v'_c được so sánh với sóng mang tần số cao (5KHz) v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 30, điện áp tham chiếu $-v'_c$ ($-v'_c$ dịch pha 180° so với v'_c) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32. Xung PWM điều khiển cho khóa công suất 31 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 30 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32 qua cổng logic XNOR. Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{ST} và V_{-ST} (tạo ra chỉ số ngắn mạch D cho môđun nghịch lưu) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} , sau đó chúng được chèn vào các xung PWM của các khóa công suất (24, 25, 26, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu. Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{con1} và V_{con2} (tạo ra chỉ số ngắn mạch d cho môđun tăng áp) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri2} để điều khiển xung PWM cho các khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp.

Giả sử sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 30 hoặc 32, hoặc cả hai khóa công suất này (Hình 3a), điện áp trên pha C của động cơ bị mất dẫn đến dòng điện của động cơ ba pha bị mất đối xứng và méo dạng. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch các khóa công suất 30 và 32, CPU 41 áp dụng phương pháp điều chế điện áp tham chiếu cho pha A và pha B để cân bằng điện áp dây ngõ ra trên động cơ ba pha, các điện áp pha phải thay đổi góc pha là pha A sẽ giảm góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $-\pi/6$ và pha B sẽ giảm góc pha $\pi/6$ để có góc pha mới là $-\pi/2$ (xem Bảng 1) đồng thời điều khiển ngắt xung PWM của hai khóa công suất 30 và 32 để cách ly cũng như điều khiển xung PWM cho khóa công suất 31 luôn đóng để duy trì điểm O của môđun tăng áp kết nối với ngõ ra pha C của động cơ ba pha và

điều khiển xung PWM cho các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, và 29) ở môđun nghịch lưu (tham khảo Hình 5a) hoạt động ở ngõ ra điện áp ba bậc.

Điện áp tham chiếu v_a (tham khảo Hình 5a) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 24, điện áp tham chiếu $-v_a$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26, xung PWM điều khiển cho khóa công suất 25 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 24 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26 qua cổng logic XNOR (tín hiệu logic XNOR được minh họa tại thời gian t_1 đến t_2 ở Hình 5a) với t là thời gian và được biểu diễn trên trục hoành, T là chu kỳ làm việc. Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha B, điện áp tham chiếu v_b được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 27, điện áp tham chiếu $-v_b$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29. Xung PWM điều khiển cho khóa công suất 28 được phối hợp giữa xung PWM điều khiển cho khóa công suất 27 và xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29 qua cổng logic XNOR. Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{ST} và $-V_{ST}$ (tham khảo Hình 5a) (tạo ra chỉ số ngắn mạch D cho môđun nghịch lưu) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} , sau đó chúng được chèn vào các xung PWM của các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, và 29) ở môđun nghịch lưu. Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{con1} và $-V_{con2}$ (tham khảo Hình 5a) (tạo ra chỉ số ngắn mạch d cho môđun tăng áp) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri2} để điều khiển xung PWM cho các khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp.

Mặc dù điện áp dây trên động cơ ba pha khi sự cố hở mạch xảy ra ở các khóa công suất 24 và 26, hoặc ở các khóa công suất 27 và 29, hoặc ở các khóa công suất 30 và 32 được giữ cân bằng. Tuy nhiên, điện áp pha trên động cơ sẽ bị giảm $\sqrt{3}$ lần so với khi hoạt động bình thường (do một trong ba pha trên động cơ ba pha bị mất pha). Trong trường hợp này, điện áp trên động cơ ba pha phải được bù, bằng cách thay đổi ba thông số điều khiển M , D và d như mô tả ở phương trình (c).

$$v_x = \frac{M \cdot V_{PN}}{2\sqrt{3}} = \frac{M / \sqrt{3}}{\sqrt{2}(2 - 3D_0 - d)} V_{dc}. \quad (c)$$

Khi động cơ ba pha hoạt động ở trạng thái bình thường, áp dụng phương trình (b) các thông số điều khiển được lựa chọn: $M = 0,866$, $D = 0,134$, $d = 0,682$, khi điện áp ngõ vào từ nguồn điện một chiều 33 là 165V để điện áp pha trên động cơ ba pha đạt 110V. Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 24 hoặc khóa công suất 26 hoặc cả hai khóa này, CPU 41 điều khiển xung PWM cho các khóa công suất 24 và 26, hoặc các khóa công suất 27 và 29, hoặc các khóa công suất 30 và 32. Tuy nhiên điện áp trên động cơ lúc này bị giảm $\sqrt{3}$ lần so với khi hoạt động bình thường. Để bù điện áp bị giảm $\sqrt{3}$ lần, các thông số điều khiển ở phương trình (c) được lựa chọn lại: $M = 0,7197$, $D = 0,28$, $d = 0,719$ khi điện áp ngõ vào từ nguồn điện một chiều 33 là 165V. Kết quả động cơ ba pha duy trì hoạt động.

Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 25 (Hình 3b), trong tình huống này, điểm O ở môđun tăng áp không thể kết nối với ngõ ra pha A trên động cơ ba pha. Động cơ ba pha nếu duy trì lâu trong trạng thái này sẽ dẫn đến phát nhiệt trên động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 25, CPU 41 điều khiển xung PWM ngắt khóa công suất 25 để cách ly khóa công suất 25 đồng thời điều khiển các khóa công suất 24 và 26 ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là hai bậc. Trong khi đó các khóa công suất (27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là ba bậc.

Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 28 (tham khảo Hình 3b), trong tình huống này, điểm O ở môđun tăng áp không thể kết nối với ngõ ra pha B trên động cơ ba pha. Động cơ ba pha nếu duy trì lâu trong trạng thái này sẽ dẫn đến phát nhiệt trên động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 28, CPU 41 điều khiển xung PWM ngắt khóa công suất 28 để cách ly khóa công suất 28 đồng thời điều khiển các khóa công suất 27 và 29 ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là hai bậc. Trong khi đó các khóa công suất (24, 25, 26, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là ba bậc.

Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 31 (tham khảo Hình 3b), trong tình huống này, điểm O ở môđun tăng áp không thể kết nối với ngõ ra pha C trên động cơ ba pha. Động cơ ba pha nếu duy trì lâu trong trạng thái này sẽ dẫn đến phát nhiệt trên động cơ. Để giải quyết vấn đề sự cố hở mạch khóa công suất 31, CPU 41 điều khiển xung PWM ngắt khóa công suất 31 để cách ly khóa công suất 31 đồng thời điều khiển các khóa công suất 30 và 32 ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là hai

bậc. Trong khi đó các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, và 29) ở môđun nghịch lưu hoạt động sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là ba bậc.

Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 22 ở môđun tăng áp (Hình 4a). Tại thời điểm này, điện áp trên tụ điện 39 và điện áp trên tụ điện 40 không cân bằng, dẫn đến dòng điện ba pha trên động cơ ba pha bị méo dạng và điện áp trên động cơ ba pha bị giảm. Để duy trì điện áp trên động cơ ba pha giống như trạng thái bình thường, CPU 41 điều khiển xung PWM ngắt khóa công suất 22 để cách ly khóa công suất 22 cũng như điều khiển khóa công suất 23 ở môđun tăng áp và các khóa công suất (25, 28, 31, 26, 29, 32) ở môđun nghịch lưu sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là hai bậc. Điện áp tham chiếu v_a được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 24 và 25, điện áp tham chiếu $-v_a$ ($-v_a$ dịch pha 180° so với v_a) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26.

Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha B, Điện áp tham chiếu v_b được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 27 và 28, điện áp tham chiếu $-v_b$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29. Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha C, Điện áp tham chiếu v_c được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 30 và 31, điện áp tham chiếu $-v_c$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32 (tham khảo Hình 5b). Để tăng điện áp cho ngõ ra môđun nghịch lưu từ điện áp ngõ vào thấp, các hằng số điện áp ngắn mạch V_{ST} và V_{-ST} (tạo ra chỉ số ngắn mạch D cho môđun nghịch lưu) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} , sau đó chúng được chèn vào các xung PWM của các khóa công suất (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, và 32) ở môđun nghịch lưu. Các hằng số điện áp ngắn mạch V_{ST} và V_{-ST} được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri2} để điều khiển xung PWM cho các khóa công suất 22 và 23 ở môđun tăng áp. Các khóa công suất (24, 27, 30) có nhiệm vụ dẫn dòng điện một chiều từ điểm P kết nối với điểm O. Các khóa công suất (25, 28, 31) ngoài khoảng thời gian đóng/ngắt để tạo điện áp nghịch lưu hai bậc cho động cơ ba pha, những khoảng thời gian còn lại các khóa công suất này kết hợp với các khóa công suất (24, 27, 30) (tham khảo Hình 5b xung ngắn mạch được biểu thị vùng màu đen) nạp năng lượng cho tụ điện 40 để đảm bảo điện áp trên động cơ không đổi (bởi vì điện áp trên tụ điện 39 không được kết nối trong trường hợp này).

Khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất 23 ở môđun tăng áp (tham khảo Hình 4c). Tại thời điểm này, điện áp trên tụ điện 39 và điện áp trên tụ điện 40 không cân bằng, dẫn đến dòng điện ba pha trên động cơ ba pha bị méo dạng và điện áp trên động cơ ba pha bị giảm. Để duy trì điện áp trên động cơ ba pha giống như trạng thái bình thường, CPU 41 điều khiển xung PWM ngắt khóa công suất 23 để cách ly khóa công suất 23 cũng như điều khiển khóa công suất 22 ở môđun tăng áp và các khóa công suất (24, 27, 30, 25, 28, 31) ở môđun nghịch lưu sao cho điện áp ngõ ra trên động cơ ba pha là hai bậc. Điện áp tham chiếu v_a được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 24 và 25, điện áp tham chiếu $-v_a$ ($-v_a$ dịch pha 180° so với v_a) được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 26.

Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha B, điện áp tham chiếu v_b được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 27 và 28, điện áp tham chiếu $-v_b$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 29. Tương tự, để tạo xung PWM điều khiển cho pha C, điện áp tham chiếu v_c được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa 30 và 31, điện áp tham chiếu $-v_c$ được so sánh với sóng mang tần số cao v_{tri1} để tạo xung PWM điều khiển cho khóa công suất 32 (tham khảo Hình 5b). Các khóa công suất (26, 29, 32) có nhiệm vụ dẫn dòng điện một chiều từ điểm N kết nối với điểm O. Các khóa công suất (25, 28, 31) ngoài khoảng thời gian đóng/ngắt để tạo điện áp nghịch lưu hai bậc cho động cơ ba pha, những khoảng thời gian còn lại các khóa công suất này kết hợp với các khóa công suất (26, 29, 32) nạp năng lượng cho tụ điện 39 để đảm bảo điện áp trên động cơ không đổi (bởi vì điện áp trên tụ điện 40 không được kết nối trong trường hợp này).

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị nghịch lưu tăng áp duy trì trạng thái hoạt động của động cơ ba pha khi có sự cố hở mạch các khóa công suất, thiết bị này bao gồm môđun tăng áp kết nối với môđun nghịch lưu, và bộ vi xử lý, trong đó:

môđun tăng áp được bố trí ở giữa nguồn điện đầu vào (nguồn điện một chiều (33)) và môđun nghịch lưu để thực hiện chức năng tăng áp, môđun tăng áp bao gồm: cuộn dây tăng áp (34), hai khóa công suất (22) và (23), các điốt dẫn dòng (35), (36), (37) và (38) và các tụ điện (39) và (40),

môđun nghịch lưu (môđun nghịch lưu ba pha hình T) để biến đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều, môđun nghịch lưu này bao gồm: các khóa công suất (24), (26), (27), (29), (30) và (32) đóng/ngắt một chiều và các khóa công suất (25), (28) và (31) đóng/ngắt hai chiều để tạo ra điện áp ba pha ba bậc ở ngõ ra để điều khiển động cơ ba pha,

vi xử lý trung tâm (CPU) (41) được tạo cấu hình để chứa phần mềm xử lý tạo ra các tín hiệu điều khiển xung PWM (Pulse Width Modulation) cho các khóa công suất ở môđun tăng áp và môđun nghịch lưu, để điều chỉnh thời gian đóng/ ngắt chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều;

trong đó, khi thiết bị hoạt động bình thường, điện áp đầu ra bộ nghịch lưu được tính theo công thức sau:

$$v_x = \frac{M \cdot V_{PN}}{2} = \frac{M}{\sqrt{2}(2-3D-d)} V_{dc} \quad (b)$$

v_x là điện áp pha hiệu dụng trên động cơ ba pha,

V_{PN} là điện áp ngõ ra của môđun tăng áp

V_{dc} là điện áp DC ngõ vào từ nguồn điện một chiều (33),

M là chỉ số điều chế

D là chỉ số ngắn mạch điều khiển các khóa ở môđun nghịch lưu,

d là chỉ số ngắn mạch điều khiển các khóa ở môđun tăng áp,

và khi thiết bị xuất hiện sự cố hở mạch ở một (một số) khóa công suất thì điện áp ra được tính lại theo công thức sau:

$$v_x = \frac{M \cdot V_{PN}}{2\sqrt{3}} = \frac{M / \sqrt{3}}{\sqrt{2}(2 - 3D_0 - d)} V_{dc}. \quad (c)$$

điều chỉnh góc pha chuẩn trong điều kiện bình thường và khi xảy ra sự cố theo bảng sau:

Tín hiệu điều chế	$\vec{V}_a'$	$\vec{V}_b'$	$\vec{V}_c'$	$\vec{V}_{ab}'$	$\vec{V}_{bc}'$	$\vec{V}_{ca}'$
Hoạt động bình thường		$-2\pi/3$	$2\pi/3$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha A	0	$-5\pi/6$	$5\pi/6$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha B	$\pi/6$	0	$\pi/2$	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$
Sự cố pha C	$-\pi/6$	$-\pi/2$	0	$\pi/6$	$-\pi/2$	$5\pi/6$

các véc-tơ $\vec{V}_a'$, $\vec{V}_b'$, $\vec{V}_c'$, $\vec{V}_{ab}'$, $\vec{V}_{bc}'$, $\vec{V}_{ca}'$ gọi là điện áp tham chiếu hay nói cách khác là điện áp pha và điện áp dây giống như điện áp của lưới điện ba pha;

đồng thời, khi xảy ra sự cố hở mạch xảy ra tại các khóa công suất, CPU (41) sẽ thực hiện lệnh để xử lý như sau:

khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (24), hoặc (26), hoặc sự cố hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất (24) và (26), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tắt cả các khóa công suất (25), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;

khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (27), hoặc (29), hoặc cả hai khóa công suất (27) và (29), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (28), (30), (31) và (32) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;

khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (30), hoặc (32), hoặc lỗi hở mạch đồng thời cả hai khóa công suất (30) và (32), CPU (41) điều khiển xung PWM cho tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29) và (31) của môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ngõ ra ba bậc;

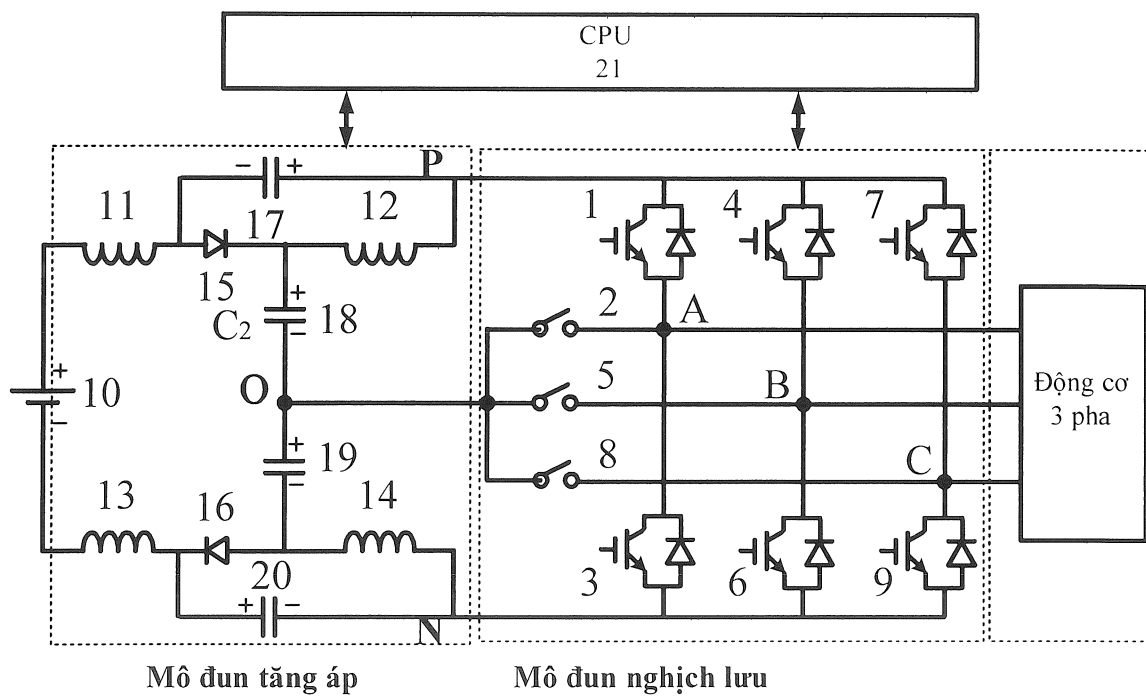
khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (25), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (24) và (26) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển tắt cả các khóa công suất (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (28), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (27) và (29) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

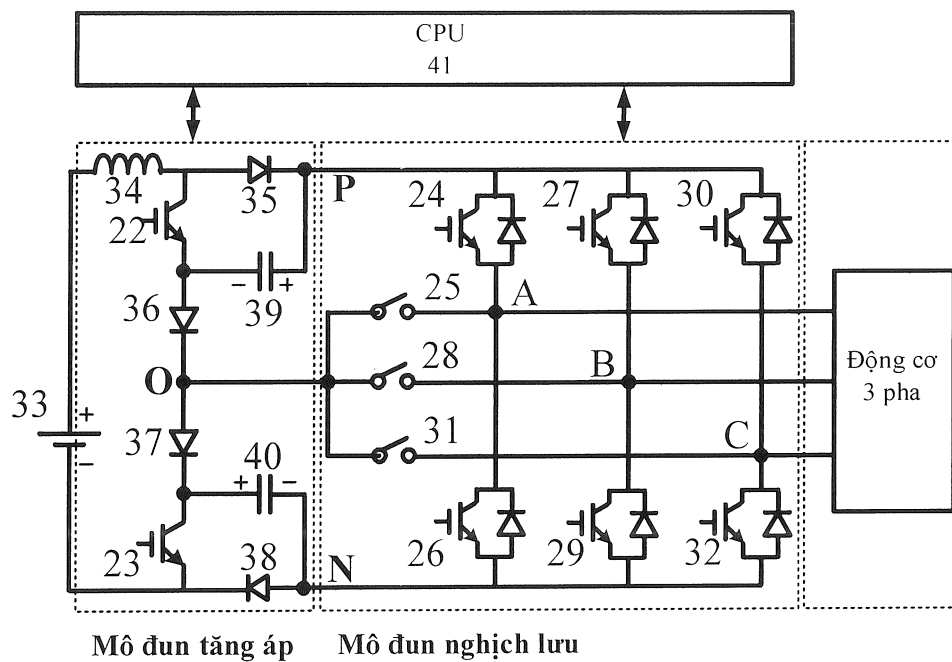
khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (31), CPU (41) điều khiển xung PWM cho hai khóa công suất (30) và (32) sao cho ngõ ra môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp hai bậc và điều khiển xung PWM cho tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28) và (29) ở môđun nghịch lưu hoạt động ở điện áp ba bậc;

khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (22) ở môđun tăng áp, CPU (41) điều khiển xung PWM cho khóa công suất (23) ở môđun tăng áp và tắt cả các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu sao cho đạt điện áp hai bậc trên động cơ ba pha;

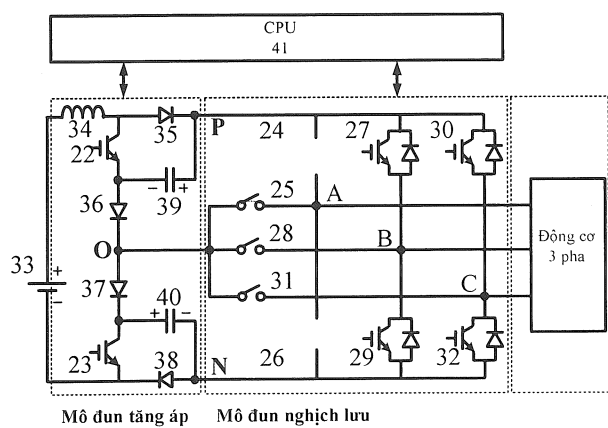
khi sự cố hở mạch xảy ra tại khóa công suất (23) ở môđun tăng áp, CPU (41) điều khiển xung PWM cho khóa công suất (22) ở môđun tăng áp và các khóa công suất (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31) và (32) ở môđun nghịch lưu sao cho đạt điện áp hai bậc trên động cơ ba pha.



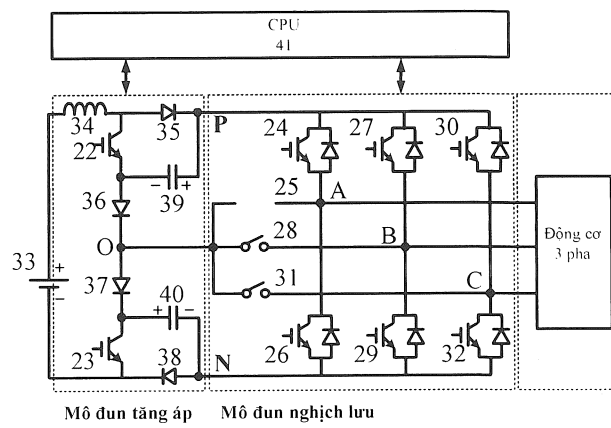
Hình 1



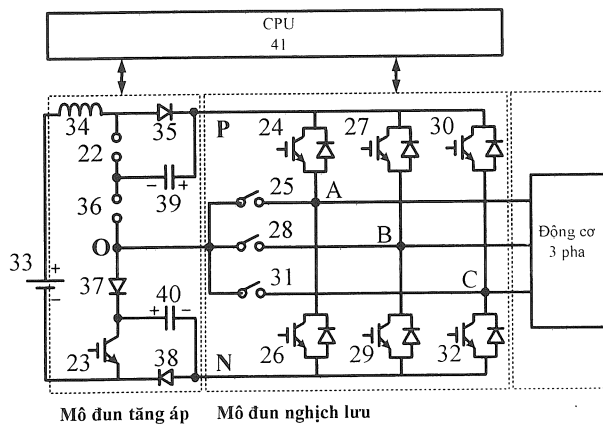
Hình 2



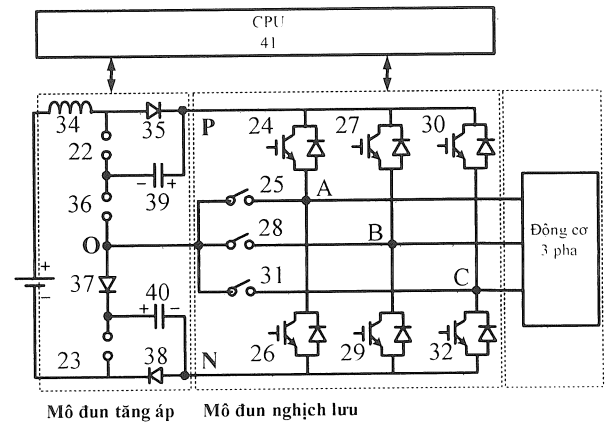
Hình 3a



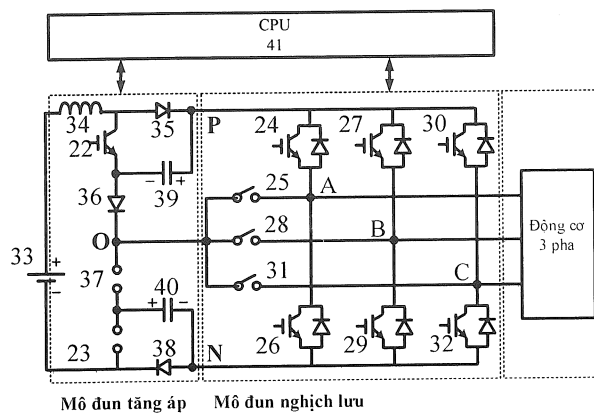
Hình 3b



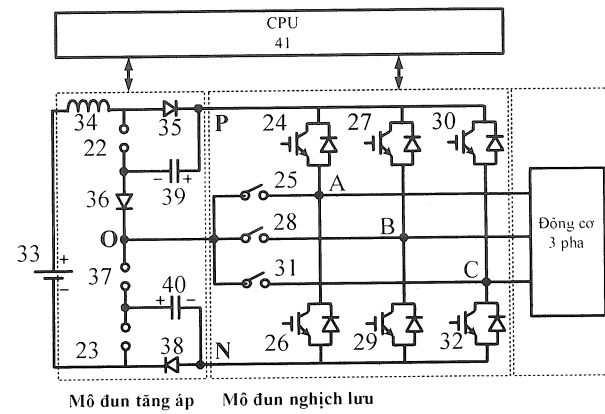
Hình 4a



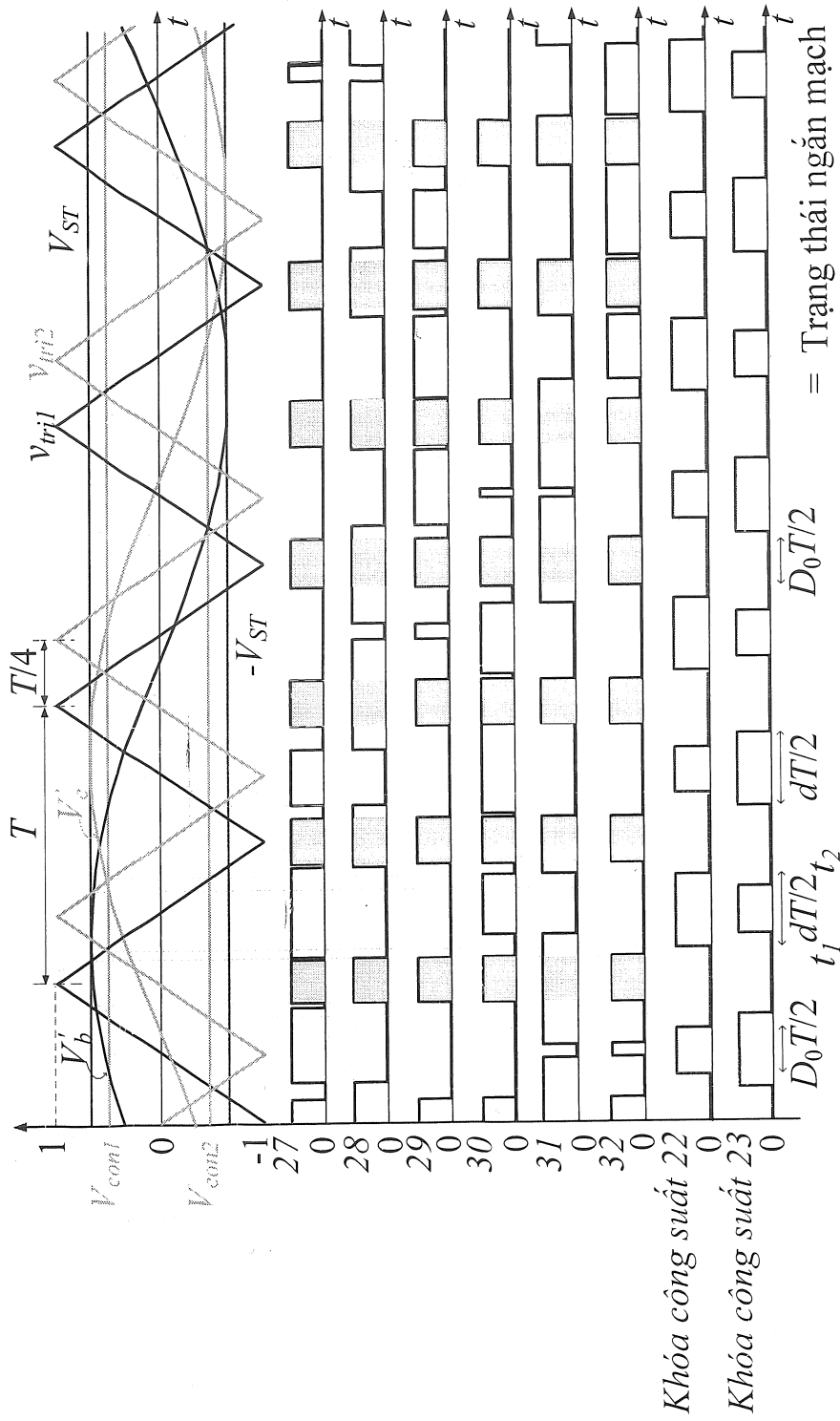
Hình 4b



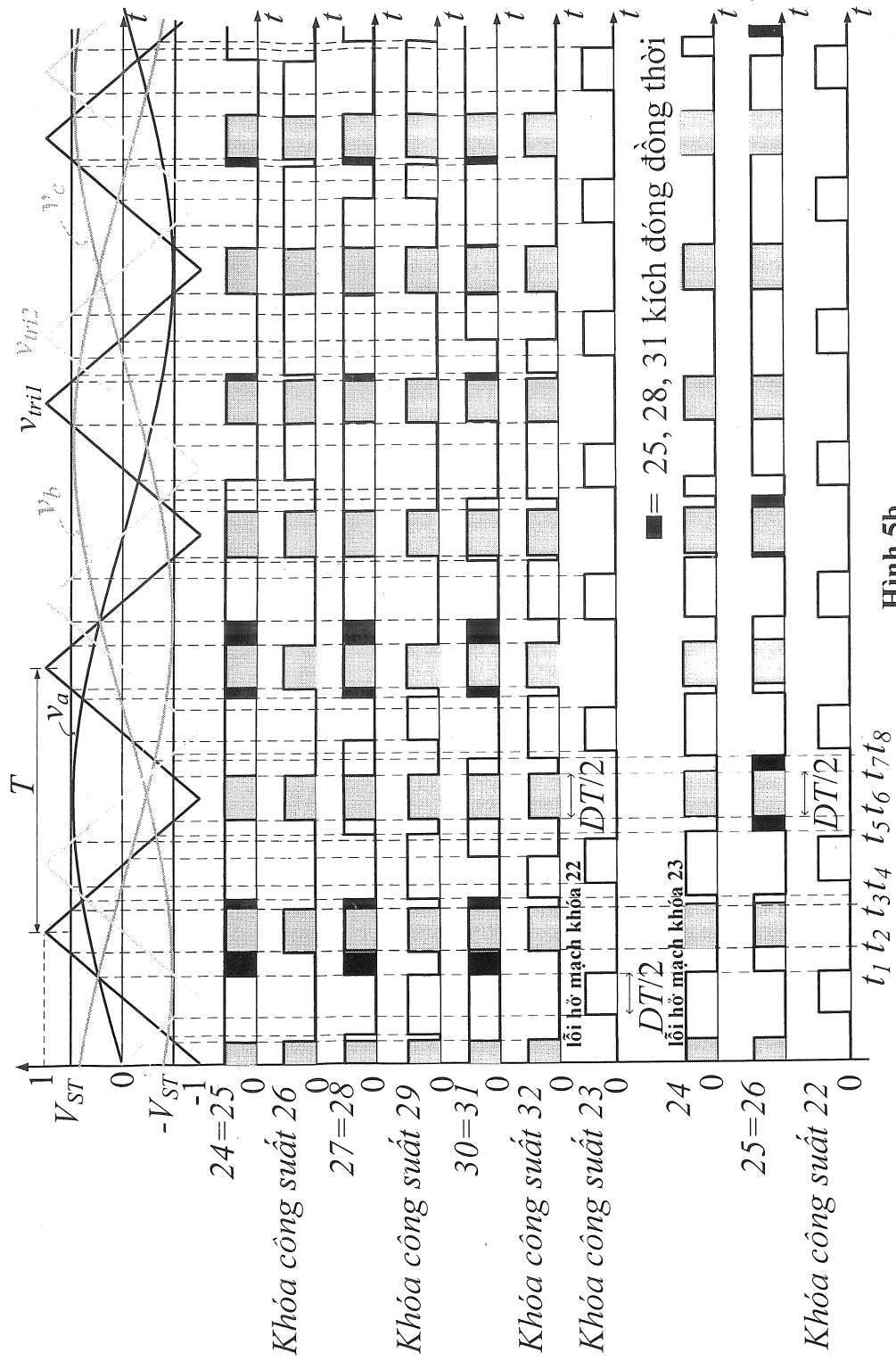
Hình 4c



Hình 4d



Hình 5b



Hình 5b